



GOVERNO DO  
**Rio de Janeiro**

SECRETARIA DE TRANSPORTES

PROCESSO: E.10/ 202 / 08

DATA: 10 / 4 / 08 FLS. 2391

RUBRICA: AB. 2413

## ANEXO VII.1 -TA 7

Numeração dos 36 carros SERIE 400

| Anexo VII. 1. - Série 400 |     |     |     |     |     |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 400                       | 401 | 404 | 411 | 412 | 416 |
| 417                       | 421 | 423 | 424 | 428 | 430 |
| 434                       | 436 | 438 | 441 | 442 | 445 |
| 451                       | 452 | 453 | 455 | 457 | 460 |
| 471                       | 473 | 476 | 478 | 480 | 491 |
| 492                       | 493 | 495 | 496 | 498 | 499 |

|            |          |      |      |
|------------|----------|------|------|
| PROCES. O. | E-101    | 202  | 1 08 |
| DATA 10    | 04       | 2008 | 2222 |
| RUBRICA    | PdB 2414 |      |      |

## ANEXO VII.2 – TA VII

Numeração dos 24 carros serie 1000

| Anexo VII. 2. - Série 1000 |      |      |      |      |      |
|----------------------------|------|------|------|------|------|
| 1001                       | 1002 | 1003 | 1004 | 1005 | 1006 |
| 1007                       | 1008 | 1009 | 1011 | 1012 | 1013 |
| 1016                       | 1017 | 1018 | 1019 | 1020 | 1021 |
| 1022                       | 1023 | 1023 | 1024 | 1025 | 1026 |

## VII.3 Especificações Técnicas

### Conteúdo

|         |                                                     |    |
|---------|-----------------------------------------------------|----|
| 1       | OBJETO .....                                        | 9  |
| 2       | COMPOSIÇÃO DO TUE.....                              | 10 |
| 3       | CARACTERÍSTICAS DE FABRICAÇÃO: .....                | 11 |
| 3.1     | Caixa .....                                         | 11 |
| 3.2     | Truque .....                                        | 12 |
| 3.2.1   | Tipo .....                                          | 12 |
| 3.2.2   | Suspensão: .....                                    | 12 |
| 3.2.3   | Rodeiro: .....                                      | 12 |
| 3.2.3.1 | Roda: .....                                         | 12 |
| 3.2.3.2 | Rolamentos: .....                                   | 12 |
| 3.2.3.3 | Aplicação de Freio: .....                           | 12 |
| 3.2.3.4 | Freio de estacionamento: .....                      | 13 |
| 3.3     | Sistema de Freio de Atrito .....                    | 13 |
| 3.4     | Engate e Aparelho de Choque e Tração .....          | 13 |
| 3.5     | Sistema de Porta .....                              | 13 |
| 3.5.1   | Portas do Salão .....                               | 13 |
| 3.5.2   | Portas da Cabine .....                              | 13 |
| 3.6     | Bancos do Salão .....                               | 13 |
| 3.7     | Pega-Mãos .....                                     | 13 |
| 3.8     | Grupo Motor-Compressor Principal .....              | 14 |
| 3.9     | Compressor Auxiliar .....                           | 14 |
| 3.10    | Tensões de Alimentação: .....                       | 14 |
| 3.11    | Sistema de Controle de Tração .....                 | 14 |
| 3.11.1  | Motor de Tração .....                               | 14 |
| 3.11.2  | Inversor de Tração Principal .....                  | 14 |
| 3.12    | Conversor Estático e Circuitos Auxiliares .....     | 14 |
| 3.12.1  | Capacidade .....                                    | 14 |
| 3.13    | Baterias .....                                      | 15 |
| 3.14    | Pantógrafos .....                                   | 15 |
| 4       | MATERIAIS, MÉTODOS CONSTRUTIVOS E MÃO-DE-OBRA ..... | 15 |
| 4.1     | Generalidades .....                                 | 15 |
| 4.1.1   | Qualidade .....                                     | 15 |
| 4.1.2   | Padrões .....                                       | 16 |
| 4.1.3   | Identificação .....                                 | 16 |
| 4.2     | Junções e Fixações .....                            | 16 |
| 4.3     | Galvanização .....                                  | 16 |
| 4.3.1   | Generalidades .....                                 | 16 |
| 4.3.2   | Acabamentos da Galvanização .....                   | 16 |
| 4.4     | Aço Inoxidável .....                                | 16 |
| 4.5     | Aços de Baixa Liga e Alta Resistência .....         | 16 |
| 4.6     | Aços Fundidos .....                                 | 16 |
| 4.7     | Alumínio .....                                      | 16 |
| 4.8     | Elastômeros .....                                   | 16 |
| 4.9     | Vidros das Cabeceiras .....                         | 2  |
| 4.10    | Polycarbonatos .....                                | 2  |
| 4.11    | Fios e Cabos .....                                  | 2  |
| 4.11.1  | Emprego para Tensão Nominal de 3.000 Vcc .....      | 2  |
| 4.11.2  | Emprego para Tensão de até 600 V .....              | 2  |
| 4.11.3  | Condutores .....                                    | 2  |
| 4.11.4  | Bitola e Tipos de Fios .....                        | 2  |
| 4.11.5  | Instalação Exposta .....                            | 2  |



GOVERNO DO  
**Rio de Janeiro**

SECRETARIA DE TRANSPORTES

SERVIÇO PÚBLICO ESTADUAL

PROCESSO Nº E- 10 / 202 / 2008

DATA: 10 / 04 / 2008

FLS.: 2394

RUBRICA:

24X0

|            |                                                                                                              |    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.11.6     | Instalação Interna .....                                                                                     | 22 |
| 4.11.7     | Conectores para Cabos .....                                                                                  | 23 |
| 4.11.8     | Execução dos Serviços .....                                                                                  | 23 |
| 4.11.9     | Arranjo .....                                                                                                | 24 |
| 4.11.10    | Interferência .....                                                                                          | 24 |
| 4.11.11    | Fiação Sob o Carro .....                                                                                     | 24 |
| 4.11.12    | Terminais .....                                                                                              | 25 |
| 4.11.13    | Eletrodutos .....                                                                                            | 25 |
| 4.11.14    | Conexões e Caixas de Junção .....                                                                            | 25 |
| 4.11.15    | Identificação .....                                                                                          | 26 |
| 4.12       | Soldagem .....                                                                                               | 27 |
| 4.13       | Tubulação Pneumática .....                                                                                   | 28 |
| 4.14       | Pintura .....                                                                                                | 28 |
| 4.15       | Mão-de-Obra .....                                                                                            | 28 |
| 4.16       | Parafusos e Porcas .....                                                                                     | 29 |
| 4.17       | Dimensões .....                                                                                              | 29 |
| 4.18       | Chaves e Fechaduras Padrão .....                                                                             | 29 |
| 4.19       | Revestimento Interno .....                                                                                   | 29 |
| 5          | CONDIÇÕES DE PROJETO .....                                                                                   | 31 |
| 5.1        | Pasta de Documentos .....                                                                                    | 31 |
| 5.1.1      | Gabaritos .....                                                                                              | 32 |
| 5.1.2      | Desenhos Gerais do Carro e do TUE .....                                                                      | 32 |
| 5.1.3      | Desenhos que Mostrem o Contorno e Detalhes Principais dos Equipamentos e Conjuntos Mais Significativos ..... | 32 |
| 5.1.4      | Estrutura das Caixas dos Carros Motor e Reboque .....                                                        | 32 |
| 5.1.5      | Instalação das Fiações dos Subsistemas .....                                                                 | 32 |
| 5.1.6      | Circuitos de Controle .....                                                                                  | 32 |
| 5.1.7      | Interface dos Circuitos de Controle Elétrico, Eletropneumático, Eletrônico e Pneumático .....                | 32 |
| 5.1.8      | Controle das Portas .....                                                                                    | 32 |
| 5.1.9      | Projeto do Sistema de Tração .....                                                                           | 32 |
| 5.1.10     | Dados Técnicos do Sistema de Freios .....                                                                    | 32 |
| 5.1.11     | Dados Técnicos do Truque .....                                                                               | 32 |
| 5.1.12     | Dados Técnicos do Sistema Elétrico Auxiliar .....                                                            | 32 |
| 5.1.13     | Memórias de Cálculo .....                                                                                    | 32 |
| 5.1.14     | Estudos Cinemáticos .....                                                                                    | 32 |
| 5.1.15     | Apresentação dos Desenhos e Documentos .....                                                                 | 32 |
| 5.1.15.1   | Manuais Técnicos .....                                                                                       | 32 |
| 5.1.15.1.1 | Manual de Operação .....                                                                                     | 32 |
| 5.1.15.1.2 | Manual de Manutenção .....                                                                                   | 32 |
| 5.1.15.1.3 | Peças .....                                                                                                  | 32 |
| 5.1.15.2   | Numeração dos Desenhos .....                                                                                 | 32 |
| 5.2        | Projeto .....                                                                                                | 32 |
| 5.2.1      | Condições de Operação .....                                                                                  | 32 |
| 5.2.1.1    | Supervisão Operacional .....                                                                                 | 32 |
| 5.2.1.2    | Comunicações em Operação .....                                                                               | 32 |
| 5.2.2      | Fatores Ambientais .....                                                                                     | 32 |
| 5.2.2.1    | Condições de Projeto .....                                                                                   | 32 |
| 5.2.2.2    | Condições Ambientais .....                                                                                   | 32 |
| 5.2.3      | Exigências de Segurança .....                                                                                | 32 |
| 5.3        | Exigências de Performance .....                                                                              | 32 |
| 5.3.1      | Geral .....                                                                                                  | 32 |
| 5.3.2      | Tempos das Respostas dos Controles .....                                                                     | 32 |
| 5.3.3      | Ajuste das Taxas .....                                                                                       | 32 |
| 5.3.4      | Sinais de Intertravamento e Controle .....                                                                   | 32 |
| 5.3.5      | Interferência de Radiofrequência .....                                                                       | 32 |
| 5.4        | Condições de Conforto .....                                                                                  | 32 |
| 5.4.1      | Conforto Térmico .....                                                                                       | 32 |



SECRETARIA DE TRANSPORTES

SERVIÇO PÚBLICO ESTADUAL

PROCESSO Nº E- 10 / 202 / 2008

DATA: 10 / 04 / 2008 FLS.: 2395

RUBRICA:

2343

|         |                                                             |    |
|---------|-------------------------------------------------------------|----|
| 5.4.1.1 | Isolamento Térmico .....                                    | 48 |
| 5.4.1.2 | Sistema de Ar Condicionado .....                            | 49 |
| 5.4.2   | Conforto Acústico .....                                     | 49 |
| 5.4.2.1 | Vibrações e Ruídos .....                                    | 49 |
| 5.4.2.2 | Ruídos dos Equipamentos Instalados nos Carros .....         | 50 |
| 5.4.2.3 | Ruído no Interior do Carro .....                            | 50 |
| 5.4.2.4 | Vibrações .....                                             | 50 |
| 5.4.3   | Conforto Visual .....                                       | 50 |
| 5.4.4   | Suavidade de Marcha e Ergonomia .....                       | 51 |
| 5.4.5   | Comunicação Visual .....                                    | 52 |
| 5.4.6   | Comunicação Sonora .....                                    | 52 |
| 5.5     | Exigências do Projeto do Sistema .....                      | 52 |
| 5.5.1   | Exigências de Folga .....                                   | 53 |
| 5.5.2   | Padrões De Via .....                                        | 53 |
| 5.5.2.1 | Gabarito .....                                              | 53 |
| 5.5.2.2 | Rampa Máxima .....                                          | 53 |
| 5.5.2.3 | Trechos em Curva .....                                      | 53 |
| 5.5.2.4 | Raios Mínimos Verticais .....                               | 53 |
| 5.5.2.5 | Plataformas das Estações .....                              | 53 |
| 5.5.2.6 | Tipo da Roda e do Contorno da Superfície de Rolamento ..... | 54 |
| 5.5.2.7 | Exigências da Catenária .....                               | 54 |
| 5.5.3   | Capacidade e Desempenho .....                               | 54 |
| 5.5.3.1 | Velocidade Máxima e Raios de Curvatura .....                | 54 |
| 5.5.3.2 | Desempenho em Tração .....                                  | 54 |
| 5.5.3.3 | Desempenho em Frenagem de Serviço .....                     | 55 |
| 5.5.3.4 | Frenagem de Emergência .....                                | 55 |
| 5.5.4   | Sistema de Numeração de Componentes .....                   | 56 |
| 6       | CAIXA E SISTEMAS .....                                      | 56 |
| 6.1     | Caixa .....                                                 | 56 |
| 6.1.1   | Fabricação da Caixa .....                                   | 56 |
| 6.1.1.1 | Características Básicas de Projeto .....                    | 57 |
| 6.1.1.2 | Cálculo Estrutural .....                                    | 57 |
| 6.1.1.3 | Materiais e Mão de Obra .....                               | 57 |
| 6.1.1.4 | Características da Caixa .....                              | 57 |
| 6.2     | Revestimento Interno .....                                  | 6  |
| 6.2.1   | Acabamento Interno .....                                    | 6  |
| 6.2.2   | Revestimento do Piso .....                                  | 6  |
| 6.3     | Revestimento Externo .....                                  | 6  |
| 6.3.1   | Acabamento Externo .....                                    | 6  |
| 6.3.2   | Máscara .....                                               | 6  |
| 6.4     | Cabine de Condução .....                                    | 6  |
| 6.4.1   | Console .....                                               | 6  |
| 6.4.2   | Voltímetro .....                                            | 6  |
| 6.4.3   | Display LCD .....                                           | 6  |
| 6.5     | Armários Elétricos e Caixas Sob Estrado .....               | 6  |
| 6.6     | Colunas e Pega-Mãos .....                                   | 6  |
| 6.7     | Bancos .....                                                | 6  |
| 6.7.1   | Bancos de Passageiros .....                                 | 6  |
| 6.7.2   | Banco do Condutor .....                                     | 6  |
| 6.8     | Janelas .....                                               | 6  |
| 6.8.1   | Janelas do Salão .....                                      | 6  |
| 6.8.2   | Pára-Brisas .....                                           | 6  |
| 6.8.3   | Janelas Laterais da Cabine .....                            | 6  |
| 6.8.4   | Janelas das Portas .....                                    | 6  |
| 6.9     | Fechaduras e Chaves .....                                   | 6  |
| 6.10    | Extintor de Incêndio .....                                  | 6  |
| 6.11    | Buzina .....                                                | 6  |



GOVERNO DO  
**Rio de Janeiro**

SECRETARIA DE TRANSPORTES

SERVIÇO PÚBLICO ESTADUAL  
PROCESSO Nº E- 10 / 202 / 2008 3418  
DATA: 10 / 04 / 2008 FLS.: 2226  
RUBRICA: *[assinatura]*

|            |                                                                        |    |
|------------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.12       | Limpador de Pára-Brisas.....                                           | 68 |
| 6.13       | Faróis e Lanternas.....                                                | 68 |
| 6.14       | Sistema de Informação Visual aos Passageiros.....                      | 68 |
| 6.14.1     | Display Alfanumérico Interno.....                                      | 68 |
| 6.14.2     | Indicador de Destino Frontal.....                                      | 69 |
| 6.14.3     | Indicador de Destino Lateral.....                                      | 69 |
| 6.14.4     | Video Informação Digital.....                                          | 69 |
| 6.15       | Freio de Estacionamento no Interior da Cabine.....                     | 70 |
| 6.16       | Sistema de Velocímetro e Odômetro.....                                 | 70 |
| 6.17       | Sistema de Iluminação.....                                             | 70 |
| 6.17.1     | Luminárias e Difusores.....                                            | 70 |
| 6.17.2     | Iluminação Principal.....                                              | 70 |
| 6.17.3     | Iluminação de Emergência.....                                          | 71 |
| 6.17.4     | Iluminação da Cabine de Condução.....                                  | 71 |
| 6.18       | Sistema de Indicadores.....                                            | 71 |
| 6.19       | Sistema de Ar Condicionado.....                                        | 71 |
| 6.19.1     | Características.....                                                   | 73 |
| 6.19.2     | Difusores de Ar.....                                                   | 73 |
| 6.19.3     | Controle e Regulação.....                                              | 74 |
| 6.19.4     | Sistema de Ar Condicionado da Cabine.....                              | 74 |
| 6.20       | Sistema de Portas.....                                                 | 74 |
| 6.20.1     | Descrição Geral.....                                                   | 74 |
| 6.20.2     | Portas Laterais.....                                                   | 75 |
| 6.20.3     | Portas de Serviço.....                                                 | 75 |
| 6.20.4     | Comando das Portas.....                                                | 76 |
| 6.20.4.1   | Localização dos Equipamentos de Porta.....                             | 76 |
| 6.20.4.2   | Premissas para os Equipamentos de Porta.....                           | 76 |
| 6.20.4.3   | Princípios Operacionais para os Equipamentos de Porta.....             | 77 |
| 6.20.5     | Porta Lateral da Cabine.....                                           | 78 |
| 6.21       | Sistema de Acoplamento.....                                            | 78 |
| 6.21.1     | Engate entre Composições.....                                          | 78 |
| 6.21.2     | Ligação Mecânica e Pneumática entre Carros.....                        | 78 |
| 6.21.3     | Conexões Elétricas.....                                                | 78 |
| 6.21.3.1   | Conexões Elétricas entre Carros.....                                   | 80 |
| 6.21.3.2   | Conexões Elétricas entre Composições.....                              | 80 |
| 6.21.4     | Caixa de Conexão Elétrica entre TUE's.....                             | 80 |
| 6.21.5     | Conexão Elétrica de Potência entre Carros.....                         | 80 |
| 6.21.6     | Ligações Pneumáticas.....                                              | 80 |
| 6.21.7     | Ligação Entre Carros.....                                              | 80 |
| 6.21.7.1   | Chapas de Montagem do Carro.....                                       | 80 |
| 6.21.7.2   | Montagem do Fole.....                                                  | 80 |
| 6.21.7.3   | Passadiço entre Carros.....                                            | 80 |
| 6.22       | Truques.....                                                           | 80 |
| 6.22.1     | Truques Motorizados.....                                               | 80 |
| 6.22.1.1   | Descrição Geral.....                                                   | 80 |
| 6.22.1.2   | Características Fundamentais de Construção.....                        | 80 |
| 6.22.1.3   | Estrutura do Truque.....                                               | 80 |
| 6.22.1.4   | Suspensão Primária, Suspensão Secundária e Válvula de Nivelamento..... | 80 |
| 6.22.1.5   | Eixos e Rodas.....                                                     | 80 |
| 6.22.1.5.1 | Sistema de Lubrificação de Rodas.....                                  | 80 |
| 6.22.1.6   | Caixas de Rolamento.....                                               | 80 |
| 6.22.1.7   | Caixa de Engrenagens e/ou Redutores.....                               | 80 |
| 6.22.1.8   | Freio.....                                                             | 80 |
| 6.22.1.9   | Suspensão do Motor.....                                                | 80 |
| 6.22.1.10  | Sistema de Aterramento.....                                            | 80 |
| 6.22.1.11  | Ligações Mecânicas, Elétricas e Pneumáticas.....                       | 80 |
| 6.22.1.12  | Soldas do Truque.....                                                  | 80 |



GOVERNO DO  
**Rio de Janeiro**

SECRETARIA DE TRANSPORTES

SERVIÇO PÚBLICO ESTADUAL  
PROCESSO Nº E- 10 / 202 / 2008 2419  
DATA: 10 / 04 / 2008 FLS.: 2274  
RUBRICA: *Wf*

|              |                                                                              |    |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.22.1.13    | Limpa Trilhos.....                                                           | 86 |
| 6.22.1.14    | Ensaaios da Estrutura do Truque.....                                         | 86 |
| 6.22.2       | Truques Não Motorizados.....                                                 | 86 |
| 6.22.3       | Sistema de Detecção de Descarrilamento .....                                 | 86 |
| 6.23         | Sistema de Tração e Frenagem Elétrica .....                                  | 86 |
| 6.23.1       | Pantógrafo.....                                                              | 86 |
| 6.23.2       | Resistores de Frenagem.....                                                  | 87 |
| 6.23.3       | Motor de Tração.....                                                         | 87 |
| 6.23.4       | Equipamento de Manobra e Proteção.....                                       | 88 |
| 6.23.5       | Equipamento Inversor Estático de Tração.....                                 | 88 |
| 6.23.6       | Equipamento de Comando e Controle de Tração.....                             | 85 |
| 6.23.7       | Proteção Contra Sobretensões.....                                            | 90 |
| 6.24         | Sistema de Frenagem Por Atrito .....                                         | 90 |
| 6.24.1       | Freio de Atrito.....                                                         | 90 |
| 6.24.2       | Equipamento de Controle Pneumático .....                                     | 91 |
| 6.24.3       | Equipamento de Comando de Freio de Atrito.....                               | 91 |
| 6.24.4       | Sistema Anti-Deslizamento do Freio de Atrito.....                            | 92 |
| 6.24.5       | Dispositivo de Aplicação de Freio de Emergência no Salão De Passageiros..... | 92 |
| 6.25         | Sistemas Auxiliares.....                                                     | 92 |
| 6.25.1       | Sistema de Alimentação Elétrica em Corrente Alternada .....                  | 92 |
| 6.25.1.1     | Alimentação em CA.....                                                       | 92 |
| 6.25.1.2     | Conversor Estático .....                                                     | 92 |
| 6.25.1.2.1   | Características do Inversor .....                                            | 92 |
| 6.25.2       | Sistema de Alimentação Auxiliar em BT - CC .....                             | 92 |
| 6.25.2.1     | Alimentação Auxiliar.....                                                    | 92 |
| 6.25.2.2     | Retificador.....                                                             | 92 |
| 6.25.2.3     | Bateria.....                                                                 | 92 |
| 6.26         | Sistema de Ar Comprimido .....                                               | 92 |
| 6.26.1       | Características do Grupo Motor- Compressor Principal .....                   | 92 |
| 6.26.2       | Reservatórios.....                                                           | 92 |
| 6.26.3       | Encanamento Principal.....                                                   | 92 |
| 6.26.4       | Unidade de Tratamento de Ar.....                                             | 92 |
| 6.26.5       | Tubulação e Acessórios.....                                                  | 92 |
| 6.26.6       | Compressor Auxiliar .....                                                    | 92 |
| 6.27         | Sistema de Comunicação Sonora.....                                           | 92 |
| 6.27.1       | Comandos e Controle do Sistema de Comunicação.....                           | 10 |
| 6.27.1.1     | Comandos .....                                                               | 10 |
| 6.27.1.2     | Indicadores.....                                                             | 10 |
| 6.27.2       | Requisitos de Projeto.....                                                   | 10 |
| 6.27.2.1     | Unidade de Comando.....                                                      | 10 |
| 6.27.2.1.1   | Microfone.....                                                               | 10 |
| 6.27.2.1.2   | Controle Automático de Volume.....                                           | 10 |
| 6.27.2.2     | Sonofletor Monitor.....                                                      | 10 |
| 6.27.2.3     | Unidade de Controle do Carro .....                                           | 10 |
| 6.27.2.4     | Interface com o Sistema de Radiocomunicação.....                             | 10 |
| 6.27.3       | Equipamentos.....                                                            | 10 |
| 6.27.3.1     | Amplificador Monitor.....                                                    | 10 |
| 6.27.3.2     | Unidade Geradora de Sinal de Fechamento de Portas.....                       | 10 |
| 6.27.3.3     | Unidade Geradora de Sinal Tipo Gongo .....                                   | 10 |
| 6.27.3.4     | Amplificador de Potência.....                                                | 10 |
| 6.27.3.5     | Sonofletores dos Carros .....                                                | 10 |
| 6.27.3.6     | Amplificador Compressor.....                                                 | 10 |
| 6.27.3.7     | Equipamento de Rádio Embarcado do TUE .....                                  | 10 |
| 6.27.3.7.1   | Especificações .....                                                         | 10 |
| 6.27.3.7.1.1 | Configuração .....                                                           | 10 |
| 6.27.3.7.2   | Formato e Estrutura.....                                                     | 10 |
| 6.27.3.7.2.1 | Radio Transmissor e Receptor.....                                            | 10 |

|              |                                                                                 |     |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.27.3.7.2.2 | Controlador (T.R.C.P: Painel de Controle do Radio do Trem)                      | 103 |
| 6.27.3.7.2.3 | Antena                                                                          | 104 |
| 6.27.3.7.3   | Interface com outro Equipamento                                                 | 104 |
| 6.27.3.7.3.1 | Interface com o Equipamento em Terra e com o CCO                                | 104 |
| 6.27.3.7.3.2 | Interface com CCO                                                               | 105 |
| 6.27.3.7.3.3 | Método de transmissão para informações de falha do trem                         | 105 |
| 6.27.3.7.4   | Função                                                                          | 105 |
| 6.27.3.7.4.1 | UNIDADE TCI                                                                     | 107 |
| 6.27.3.7.4.2 | Conversor CC-CC                                                                 | 108 |
| 6.27.4       | Alimentação                                                                     | 108 |
| 6.27.5       | Manutenção                                                                      | 108 |
| 6.28         | Marcação e Pintura                                                              | 108 |
| 6.29         | Sistema de Monitoramento e Informação do TUE                                    | 109 |
| 6.29.1       | Módulo Central                                                                  | 109 |
| 6.29.2       | Display Operacional                                                             | 109 |
| 6.29.3       | Rede de Comunicação                                                             | 110 |
| 6.29.4       | Módulo Local                                                                    | 110 |
| 6.29.4.1     | Equipamentos do Sistema de Tração e Frenagem Elétrica                           | 110 |
| 6.29.4.2     | Equipamentos de Comando do Freio de Atrito e Anti-Deslizamento                  | 110 |
| 6.29.4.3     | Equipamentos de Comando do Sistema Auxiliar                                     | 110 |
| 6.29.4.4     | Sistema de Portas                                                               | 110 |
| 6.29.4.5     | Sistema de Ar Comprimido                                                        | 110 |
| 6.29.4.6     | Sistema de Ar Condicionado                                                      | 110 |
| 6.29.4.7     | Inversor Auxiliar                                                               | 110 |
| 6.29.4.8     | Freios de Estacionamento                                                        | 110 |
| 6.29.4.9     | Sistema Coletor de Corrente                                                     | 110 |
| 6.29.5       | Registrador de Eventos Operacionais                                             | 111 |
| 6.29.5.1     | Arquitetura do Equipamento                                                      | 112 |
| 6.29.5.2     | Características Técnicas do Registrador                                         | 112 |
| 6.29.5.3     | Sinais a serem Registrados                                                      | 112 |
| 6.29.5.4     | Equipamento para Coleta e Análise de Dados                                      | 112 |
| 6.29.6       | Cronômetro                                                                      | 112 |
| 6.30         | Circuito Fechado de TV (Vídeo Vigilância)                                       | 112 |
| 7            | MANUTENÇÃO                                                                      | 112 |
| 7.1          | Exigências de Manutenção                                                        | 112 |
| 7.2          | Procedimentos de Manutenção                                                     | 112 |
| 7.2.1        | Manutenção Preventiva                                                           | 112 |
| 7.2.2        | Manutenção Progressiva                                                          | 112 |
| 7.2.3        | Manutenção Corretiva                                                            | 112 |
| 7.2.4        | Revisão Geral                                                                   | 112 |
| 7.2.5        | Teste e Diagnóstico                                                             | 112 |
| 7.3          | Exigências de Confiabilidade                                                    | 112 |
| 8            | ENSAIOS E TESTES                                                                | 112 |
| 8.1          | Exigências Gerais                                                               | 112 |
| 8.1.1        | Testes                                                                          | 112 |
| 8.1.2        | Teste dos Equipamentos em Separado                                              | 112 |
| 8.1.2.1      | Equipamentos Elétricos                                                          | 112 |
| 8.1.2.1.1    | Motor de Tração                                                                 | 112 |
| 8.1.2.1.2    | Conversores Estáticos                                                           | 112 |
| 8.1.2.1.3    | Disjuntores de Alta Velocidade, Contatores Eletropneumáticos e Eletromagnéticos | 112 |
| 8.1.2.1.3.1  | Ensaio Mecânicos                                                                | 112 |
| 8.1.2.1.3.2  | Ensaio Elétricos                                                                | 112 |
| 8.1.2.1.4    | Detectores de Sobretensão                                                       | 112 |
| 8.1.2.1.5    | Shunt Indutivo                                                                  | 112 |
| 8.1.2.1.6    | Resistores de Tração/Frenagem, Limitadores de Corrente, Etc.                    | 112 |
| 8.1.2.1.7    | Transformadores                                                                 | 112 |
| 8.1.2.1.8    | Motor dos Compressores Principal e Auxiliar                                     | 112 |

|                 |                                                                      |     |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.1.2.1.9       | Bateria.....                                                         | 125 |
| 8.1.2.1.10      | Equipamentos Eletrônicos.....                                        | 125 |
| 8.1.2.1.11      | Indicador de Destino.....                                            | 129 |
| 8.1.2.1.12      | Sistema de Monitoramento e Informação.....                           | 129 |
| 8.1.2.1.13      | Equipamento de Rádio Embarcado do TUE.....                           | 130 |
| 8.1.2.1.13.1.   | Aparência e Inspeção da Estrutura.....                               | 130 |
| 8.1.2.1.13.2.   | Teste de Desempenho e de Função.....                                 | 130 |
| 8.1.2.1.13.2.1. | Transmissor.....                                                     | 130 |
| 8.1.2.1.13.2.2. | Receptor.....                                                        | 130 |
| 8.1.2.1.13.2.3  | Teste de Ambiente.....                                               | 131 |
| 8.1.2.1.13.2.4. | Teste de variação de voltagem da Fonte de Energia.....               | 131 |
| 8.1.2.1.13.2.5. | Teste de consumo de energia.....                                     | 131 |
| 8.1.2.1.13.2.6. | Teste de resistência do isolamento.....                              | 131 |
| 8.1.2.1.13.2.7. | Teste de função.....                                                 | 131 |
| 8.1.2.2         | Equipamentos Mecânicos.....                                          | 131 |
| 8.1.2.2.1       | Truques.....                                                         | 131 |
| 8.1.2.2.1.1     | Ensaio Estáticos.....                                                | 131 |
| 8.1.2.2.1.2     | Ensaio Dinâmicos.....                                                | 132 |
| 8.1.2.2.2       | Caixa.....                                                           | 132 |
| 8.1.2.2.3       | Molas.....                                                           | 133 |
| 8.1.2.2.4       | Bolsa de Ar.....                                                     | 133 |
| 8.1.2.2.5       | Rolamentos.....                                                      | 134 |
| 8.1.2.2.6       | Amortecedores.....                                                   | 134 |
| 8.1.2.2.7       | Engate.....                                                          | 134 |
| 8.1.2.2.8       | Aparelho de Choque e Tração.....                                     | 134 |
| 8.1.2.2.9       | Grupo Motor-Compressor.....                                          | 134 |
| 8.1.2.2.10      | Secador De Ar.....                                                   | 135 |
| 8.1.2.2.11      | Reservatórios.....                                                   | 136 |
| 8.1.2.2.12      | Válvulas Pneumáticas.....                                            | 136 |
| 8.1.2.2.13      | Filtros.....                                                         | 136 |
| 8.1.2.2.14      | Conexões de Teste.....                                               | 137 |
| 8.1.2.2.15      | Torneiras.....                                                       | 137 |
| 8.1.2.2.16      | Manômetros.....                                                      | 137 |
| 8.1.2.2.17      | Mangueiras de Ar Comprimido.....                                     | 137 |
| 8.1.2.2.18      | Pressostatos.....                                                    | 138 |
| 8.1.2.2.19      | Eletroválvulas.....                                                  | 138 |
| 8.1.2.2.20      | Mecanismos de Portas.....                                            | 138 |
| 8.1.3           | Testes Gerais.....                                                   | 139 |
| 8.1.3.1         | Testes Mecânicos.....                                                | 139 |
| 8.1.3.1.1       | Testes de Pesagem.....                                               | 139 |
| 8.1.3.1.2       | Testes de Verificação do Projeto da Caixa.....                       | 139 |
| 8.1.3.1.3       | Sistema de Ar Comprimido.....                                        | 140 |
| 8.1.3.1.4       | Teste de Estanqueidade do Sistema Pneumático.....                    | 140 |
| 8.1.3.1.5       | Ensaio de Frenagem.....                                              | 140 |
| 8.1.3.1.6       | Ensaio de Estanqueidade do Conjunto Total e das Caixas Externas..... | 140 |
| 8.1.3.1.7       | Verificações para a Prevenção Contra Acidentes.....                  | 140 |
| 8.1.3.1.8       | Engate.....                                                          | 140 |
| 8.1.3.2         | Testes Elétricos.....                                                | 140 |
| 8.1.3.2.1       | Ensaio dos Equipamentos de Segurança.....                            | 140 |
| 8.1.3.2.2       | Compressor Auxiliar e Pantógrafo.....                                | 140 |
| 8.1.3.2.3       | Verificação das Condições de Trabalho e Conforto.....                | 140 |
| 8.1.3.2.4       | Continuidade da Fiação / Circuito de Retorno.....                    | 140 |
| 8.1.3.2.5       | Conversores Estáticos.....                                           | 140 |
| 8.1.3.2.6       | Ensaio Dielétricos.....                                              | 140 |
| 8.1.3.2.7       | Sistemas Auxiliares.....                                             | 140 |
| 8.1.3.2.8       | Controle de Progressão Tração/Frenagem.....                          | 140 |
| 8.1.3.2.9       | Funcionamento das Baterias.....                                      | 140 |



SECRETARIA DE TRANSPORTES

SERVIÇO PÚBLICO ESTADUAL

PROCESSO Nº E- 10 / 202 / 2008

DATA: 10 / 04 / 2008 FLS.: 242

RUBRICA: 2422

|              |                                                        |     |
|--------------|--------------------------------------------------------|-----|
| 8.1.3.2.10   | Sistema de Ar Condicionado                             | 144 |
| 8.1.3.2.10.1 | Simulação Ambiental                                    | 144 |
| 8.1.3.2.10.2 | Circuito Fechado de Climatização                       | 144 |
| 8.1.3.2.10.3 | Ensaio do TUE                                          | 145 |
| 8.1.3.2.10.4 | Ensaio no Equipamento                                  | 145 |
| 8.1.3.2.11   | Inversor de Tração                                     | 145 |
| 8.1.4        | Testes Dinâmicos                                       | 145 |
| 8.1.4.1      | Testes Mecânicos                                       | 145 |
| 8.1.4.1.1    | Verificação do Gabarito do Veículo                     | 145 |
| 8.1.4.1.2    | Choques e Vibrações na Caixa e nos Truques             | 145 |
| 8.1.4.1.3    | Ensaio de Inscrição em Curva e Passagem Sobre Desvios  | 146 |
| 8.1.4.1.4    | Ensaio de Resistência ao Movimento                     | 146 |
| 8.1.4.1.5    | Ensaio de Frenagem                                     | 147 |
| 8.1.4.1.6    | Verificação das Condições de Trabalho e Conforto       | 147 |
| 8.1.4.1.7    | Teste de Segurança em Marcha                           | 147 |
| 8.1.4.1.8    | Teste do Freio de Estacionamento                       | 147 |
| 8.1.4.1.9    | Tacógrafo e Velocímetro                                | 147 |
| 8.1.4.1.10   | Nível de Temperatura Sob o Estrado e Sobre a Cobertura | 147 |
| 8.1.4.1.11   | Ensaio do Sistema de Engate                            | 148 |
| 8.1.4.2      | Testes Elétricos                                       | 148 |
| 8.1.4.2.1    | Testes de Captação e Corrente de Retorno               | 148 |
| 8.1.4.2.2    | Teste de Capacidade de Tração                          | 148 |
| 8.1.4.2.3    | Desempenho do Sistema Anti-Patinagem                   | 149 |
| 8.1.4.2.4    | Intertravamentos Operacionais                          | 149 |
| 8.1.4.2.5    | Degradação dos Sistemas de Freio e de Tração           | 149 |
| 8.1.5        | Inspecões, Testes e Comissionamento                    | 149 |
| 8.1.5.1      | Acompanhamento e Testes de Fábrica                     | 150 |
| 8.1.5.2      | Teste de Campo                                         | 150 |
| 8.1.5.3      | Recebimento Provisório                                 | 151 |
| 8.1.5.4      | Recebimento Definitivo                                 | 151 |
| 8.1.5.5      | Responsabilidade                                       | 151 |
| 8.1.5.6      | Colocação em Serviço e Operação Assistida              | 152 |
| 9            | ASSISTÊNCIA TÉCNICA E TREINAMENTO                      | 152 |
| 9.1          | Assistência Técnica                                    | 152 |
| 9.2          | Treinamento                                            | 152 |
| 9.2.1        | Treinamento de Operação                                | 152 |
| 9.2.2        | Treinamento de Manutenção                              | 152 |
| 9.2.3        | Treinamento Sobre o Projeto                            | 152 |
| 10           | GARANTIA                                               | 15  |
| 11           | SOFTWARE                                               | 15  |
| 11.1         | Fornecimento                                           | 15  |
| 11.2         | Teste e Diagnóstico                                    | 15  |
| 12           | SOBRESSALENTE                                          | 15  |
| 13           | FERRAMENTAS, INSTRUMENTOS E EQUIPAMENTOS ESPECIAIS     | 15  |



GOVERNO DO  
**Rio de Janeiro**

SECRETARIA DE TRANSPORTES

SERVIÇO PÚBLICO ESTADUAL

PROCESSO Nº E- 10 / 202 / 2008

DATA: 10 / 04 / 2008 FLS.: 2461

RUBRICA: 2423

## 1 OBJETO

A presente Especificação refere-se às características técnicas, diretrizes e funções que possuirão os Trens-Unidades Elétricos - TUE's novos destinados à operação em vias férreas de bitola 1,60 m, no subúrbio do Estado do Rio de Janeiro. A tecnologia empregada pelo fornecedor permitirá peças de reposição de fácil aquisição no mercado. Os TUE's adquiridos pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) serão operados pela Concessionária de Transportes Urbanos sobre Trilhos.

Esta Especificação Técnica abrange os tipos de equipamentos, os níveis de desempenho e os projetos de interior e exterior dos carros.

Todas as exigências de especificações apresentadas pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) passarão a ser de inteira responsabilidade do Fornecedor, tanto de execução, como no alcance do desempenho especificado. Entende-se que, ao aceitar as exigências da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), está o Fornecedor assumindo, portanto, qualquer ônus técnico ou financeiro advindo do que é especificado, não assumindo a CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) qualquer responsabilidade futura por nenhuma parte que envolver o fornecimento, quer pelo especificado quer pela omissão de dados, salvo quando questionada e não posicionada a respeito.

Caberá ao Fornecedor, quando julgar necessário, propor alternativas ao especificado, desde que devidamente justificadas, ficando a exclusivo critério da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), deliberar sobre a aceitação ou não das alternativas apresentadas.

Os TUE's concordarão em todos os aspectos com as exigências das leis aplicáveis nos locais previstos para sua operação.

Todos os documentos técnicos relacionados com a montagem dos TUE's, equipamentos, componentes, materiais e testes, obrigatoriamente serão apresentados pelo Fornecedor para aprovação pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), sendo de exclusiva responsabilidade do Fornecedor prosseguir com o projeto, montagem e testes sem que tenha obtido da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) a aprovação necessária.

A CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) analisará, e comentará os documentos técnicos num prazo máximo de 30 (trinta) dias, contados a partir da data de recebimento protocolado dos mesmos. Caso os mesmos tenham alterações a serem feitas pelo Fornecedor, o prazo será contado novamente a partir da data do recebimento do documento modificado. Os documentos serão considerados aprovados automaticamente, caso a CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) não se pronuncie no prazo determinado.

O nível da documentação a ser enviada para aprovação deve ser considerado aquele necessário para o entendimento do projeto, acompanhamento dos serviços de montagem, participação na execução de testes e da futura manutenção dos TUE's.

Em hipótese alguma a aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) eximirá o Fornecedor de toda a responsabilidade advinda da análise e aprovação de qualquer documento.

Esta Especificação Técnica visa cobrir todos os itens do fornecimento dos TUE's, tais como: mão-de-obra, ferramentas, materiais, componentes, equipamentos e documentação requeridos na construção e montagem de todos os carros, documentos de manutenção e operação e serviços posteriores de assistência técnica, tendo como finalidade principal obter TUE's testados, prontos para operarem em conformidade com o especificado, inclusive quanto à confiabilidade.

Esta Especificação Técnica têm por base o interesse permanente da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) em oferecer à população da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, atual operadora, um sistema de transporte competitivo e eficiente.

Assim, deve ser considerado como um compromisso básico, o estabelecimento da qualidade do TUE especificado, com a obtenção do menor custo de produção, operação e manutenção dos mesmos.

Esta qualidade está baseada nos seguintes fatores de influências principais: conforto operacional, confiabilidade do equipamento, disponibilidade, manutenibilidade, segurança operacional, rapidez de deslocamento, limpeza e perspectiva de vida útil dos equipamentos.

O projeto, fabricação e montagem dos TUE's serão calcados nestes fatores citados e comprovados quando das fases de aprovação do projeto, inspeção de fabricação e montagem.

São consideradas partes integrantes destas Especificações Técnicas, todos os Anexos, Desenhos, Listas, Normas e demais documentos citados nesta especificação.

## **2 COMPOSIÇÃO DO TUE**

O TUE será composto por 4 (quatro) carros, sendo 2 (dois) motores e 2 (dois) reboques. Os carros motores serão posicionados nas extremidades e os reboques no centro do TUE. Será considerada a possibilidade de formação de até 3 (três) TUE's, sem perda das características especificadas.

Os 2 (dois) carros motores possuirão uma cabine localizada em uma das extremidades, um engate automático de acoplamento rápido e ser idênticos, podendo ser intercambiados de posição, sem necessidade de qualquer ajuste, regulagem ou incorporação de equipamentos.

Nas extremidades dos carros reboques e na extremidade oposta à cabine nos carros motores serão instalados barras de ligação semi-permanente, adequadas a carros de passageiros. As conexões elétricas entre carros serão feitas através de cabos e as pneumáticas através de mangueiras apropriadas para ar comprimido. Serão instaladas

conexões elétricas e pneumáticas nas extremidades dos carros motores que possuem a cabine para acoplamento entre TUE's. Para tanto serão fornecidos engates automáticos.

De qualquer uma das cabines dos carros motores será possível operar, em condições idênticas, a composição formada de 1 (um) a 3 (três) TUE's, permanecendo as demais cabines inoperantes. A partir da cabine de comando do carro motor selecionada, será possível, além de conduzir a composição formada, acionar todos os comandos de equipamentos, sistemas e instalações, localizados em todos os carros acoplados, bem como receber informações do estado de funcionamento dos mesmos.

Os 2 (dois) carros reboques serão projetados identicamente, diferenciados apenas dos equipamentos instalados em um dos carros e, por questões de projeto, inexistente no outro, como é o caso da caixa de baterias, permitindo que posteriormente, caso sejam incorporados os equipamentos faltantes, possam ser intercambiáveis entre si. Será considerada a correta distribuição de peso dos equipamentos dos carros.

O TUE possuirá a seguinte formação:

**M + R + R + M**

Sendo:

M = CARRO MOTOR

R = CARRO REBOQUE

Considerando uma densidade de 6 passageiros em  $\text{pé/m}^2$ , o TUE possuirá, aproximadamente 20% de sua capacidade para passageiros sentados e 80% em pé, para a formação mínima de M+R+R+M. Entretanto, o TUE M+R+R+M deve apresentar capacidade mínima de 1.300 passageiros para uma densidade de 8 passageiros em  $\text{pé/m}^2$ . A concepção do projeto considerará uma densidade de 10 passageiros em  $\text{pé/m}^2$  e um peso médio de 70 kg / passageiro.

No total de assentos será destinado, no mínimo, 5 % (cinco por cento) para os passageiros preferenciais e em cores diferenciadas.

### **3 CARACTERÍSTICAS DE FABRICAÇÃO:**

Os TUE's, objeto desta especificação, serão projetados para circular nas vias férreas da CENTRAL, ora em Concessão, obedecendo às seguintes condicionantes:

#### **3.1 Caixa**

- Estrutura da caixa e montantes de colisão: aço inoxidável austenítico;
- Laterais: chapas de aço inoxidável austenítico, lisas, dispostas em formato a ser definido durante a fase de execução de projeto. O exterior dos carros terá superfícies convenientemente desenvolvidas para facilitar a limpeza através de lavagem automática;
- Cabeça do estrado: em aço carbono de baixa liga e alta resistência;
- Máscara frontal: resina de poliéster reforçado com fibra de vidro ou material semelhante, desde que submetido à prévia aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) durante a fase de projeto;

- Comprimento da caixa: 22.000 mm + 1 % / - 2 %;
- A largura do TUE deve ser definida de acordo com o projeto de gabarito estático de 00.042. A folga entre a borda da plataforma e a lateral externa do carro, que deve ser medida de acordo com a altura do piso, deve estar entre 120 mm e 125 mm, considerando-se um raio infinito. Consequentemente, a largura do carro deve variar entre 2.970 mm e 2.980 mm;
- Altura do piso a partir do topo dos trilhos: 1.305 mm;
- Altura da linha de centro do engate em relação ao boleto do trilho: 990 mm;
- A altura máxima dos equipamentos sobre o teto acima do boleto externo dos trilhos, com pantógrafo abaixado e travado, será definida durante a elaboração do projeto e considerará o maior valor de restrição, equivalente a 4.780 mm aferidos entre o boleto externo do trilho e a linha de contato;
- Assoalho: fabricado com chapas de compensado naval, revestidas com aço inox e tendo como acabamento, piso de plástico de última geração ou material semelhante, desde que submetido à prévia aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) durante a fase de projeto;
- Acabamento interno: realizado com chapas fabricadas em resina de poliéster, reforçados com fibra de vidro ou material semelhante, desde que submetido à prévia aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) durante a fase de projeto;
- Janelas laterais: painéis fixos de policarbonato de alta resistência, fixados com molduras de borrachas prensadas e coladas.

### **3.2 Truque**

#### **3.2.1 Tipo**

Convencional, provido de quatro rodas com armação em chapa soldada e travessa de carga com prato de pião. Cada carro possui 02 truques.

#### **3.2.2 Suspensão:**

- Primária: por molas helicoidais;
- Secundária: pneumática (bolsas de ar).

#### **3.2.3 Rodeiro:**

##### **3.2.3.1 Roda:**

- Tipo: A38;
- Material: Aço forjado laminado;
- Diâmetro: 965 mm (roda nova);
- Diâmetro: 889 mm (diâmetro de vida);
- Bitola do rodeiro: 1.600 mm.

##### **3.2.3.2 Rolamentos:**

- Tipo: Auto compensador

##### **3.2.3.3 Aplicação de Freio:**

- Tipo: Freio a disco em todos os carros.

### 3.2.3.4 Freio de estacionamento:

- Tipo: Cilindro de Freio à mola incorporado ao equipamento de freio principal.

### 3.3 Sistema de Freio de Atrito

O sistema de freio de atrito será de comando eletrônico digital de última geração e incorporará sistema de anti-deslizamento, com sistema *Blending* com o sistema de frenagem elétrica.

### 3.4 Engate e Aparelho de Choque e Tração

- Tipo: Engate automático, com sistema de absorção de energia do tipo gás hidráulico compatível com a carga.

### 3.5 Sistema de Porta

#### 3.5.1 Portas do Salão

- Número de portas por cada lado do carro: 04;
- Número de folhas de porta por vão: 02;
- Portas de deslizamento automático;
- Vão aproximado: a ser definido durante a fase de execução do projeto;
- Acionamento: motor elétrico;
- Força máxima de fechamento superior a 500 N.

#### 3.5.2 Portas da Cabine

- Número de portas por cabine: 02, sendo uma de cada lado da cabine;
- Construção: estrutura reforçada, suspensa por dobradiças, com abertura para o lado interno e janelas deslizantes.

### 3.6 Bancos do Salão

Instalação com disposição alternada (longitudinal/transversal). Fabricados em resina de poliéster moldado, reforçado com fibra de vidro. Os bancos poderão ser fabricados em material semelhante, desde que submetido à prévia aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), durante a fase de projeto.

O revestimento dos bancos do salão de passageiros é fabricado de tecido de algodão com poliéster com características retardantes à chama e com baixa densidade de fumaça.

O anteparo dos bancos longitudinais do salão de passageiros é fabricado em policarbonato da mesma espessura e matiz das janelas laterais.

### 3.7 Pega-Mãos

Sistema tubular fabricado em aço inoxidável. Será submetido à análise e aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), durante a fase de projeto, o layout de distribuição em cada carro.



SECRETARIA DE TRANSPORTES

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| SERVIÇO PÚBLICO ESTADUAL       |           |
| PROCESSO Nº E- 10 / 202 / 2008 |           |
| DATA: 10 / 04 / 2008           | FLS: 2466 |
| RUBRICA:                       | 2438 af   |

### 3.8 Grupo Motor-Compressor Principal

Serão utilizados 2 (dois) compressores a pistão de dois estágios, para a formação mínima de um TUE. Será utilizado secador de ar de câmara dupla do tipo adsorção com regeneração de elementos secantes.

### 3.9 Compressor Auxiliar

Será utilizado compressor tipo de pistão com 01 cilindro e motor elétrico de corrente contínua, com acoplamento direto entre ambos.

### 3.10 Tensões de Alimentação:

As tensões de alimentação dos circuitos serão apresentadas durante a fase de execução do projeto básico.

### 3.11 Sistema de Controle de Tração

Com controle microprocessado.

#### 3.11.1 Motor de Tração

- Tipo: Assíncrono auto-ventilado com rotor tipo gaiola;
- Quantidade por truque motor: 2;
- Quantidade por carro motor: 4;
- Classe de isolamento: 200.

A tensão média e a potência do motor de tração serão definidas durante o projeto básico.

#### 3.11.2 Inversor de Tração Principal

- Quantidade por carro motor: 01;
- Inversor VVVF a IGBT.

### 3.12 Conversor Estático e Circuitos Auxiliares

- Tipo: inversor a IGBT;
- Quantidade por TUE: mínimo de 2 por TUE;

#### 3.12.1 Capacidade

Cada conversor terá uma potência instalada capaz de alimentar, em condição normal de operação, 100 % do circuito de iluminação principal 100 % do circuito de compressores, 100 % da ventilação do sistema de ar condicionado de cada carro que compõem o TUE, 100 % das demais cargas CA e 50 % da refrigeração.

Caso um dos conversores se torne inoperante, o outro conversor alimentará, em condição de emergência, 100 % do circuito de iluminação principal, 100 % do circuito de compressores, 100 % da ventilação do sistema de ar condicionado de cada carro que compõem o TUE, 100 % das demais cargas CA e 50 % da refrigeração.

A tensão de entrada será de 3.000 Vcc, admitindo variações permanentes entre 2.000 Vcc e 3.900 Vcc.

- É desejável que o equipamento seja projetado para tensões que variam de 2.000 Vcc a 4.000 Vcc.
- As características da saída do Conversor Estático e da carga de bateria serão definidas durante o projeto.

### **3.13 Baterias**

Será constituída por monoblocos em quantidade e capacidade compatível com a carga requerida.

### **3.14 Pantógrafos**

- Número de pantógrafos: 02 por carro motor
- Canoa: 01 por pantógrafo do tipo articulada com ação de auto alinhamento.

## **4 MATERIAIS, MÉTODOS CONSTRUTIVOS E MÃO-DE-OBRA**

### **4.1 Generalidades**

#### **4.1.1 Qualidade**

Todos os materiais a serem empregados na construção dos carros serão atualizados e de primeira qualidade, conforme aqui especificado. Não serão, em hipótese alguma, empregados materiais de componentes reconicionados.

O Sistema da Qualidade do Fornecedor e de cada Sub-fornecedor especializado atenderá aos requisitos das Normas NBR ISO 9001.

O Fornecedor aplicará na construção dos carros, a melhor experiência e conhecimentos técnicos, bem como empregar os melhores padrões de engenharia, no tocante ao projeto, à fabricação, à inspeção, etc.

Estes padrões serão supervisionados pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) durante a aprovação dos projetos e mediante a inspeção que fiscalizará a qualificação de mão-de-obra, qualidade dos materiais e peças e adequação dos processos de fabricação.

O Fornecedor suprirá toda a engenharia, mão-de-obra, maquinaria, material, peças e equipamentos necessários à construção do carro completo, inclusive acessórios.

Além disso, o Fornecedor será responsável pela adequada fabricação e montagem, inspeção dimensional de componentes, folgas e tolerâncias exigidas para o bom desempenho dos seus equipamentos, independente de qualquer ação de inspeção da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

Todos os equipamentos e componentes que serão utilizados nos carros serão projetados e construídos especificamente para serviços pesados, do tipo ferroviário.

Componentes que podem ser fabricados em uma única peça, em nenhuma hipótese serão emendados.

Todo maquinário ou equipamentos empregados serão adequados para produzir as peças dos carros dentro do padrão especificado. Todo maquinário ou equipamentos serão ajustados de maneira tal que evitem o aparecimento de rebarbas ou de riscos nas peças, bem como atendam às tolerâncias previstas no projeto aprovado.

Os riscos serão removidos até o seu desaparecimento completo, sem atingir a integridade estrutural da peça e sua proteção superficial.

Toda mão-de-obra será devidamente qualificada e especializada, de acordo com as peculiaridades dos componentes e equipamentos.

#### **4.1.2 Padrões**

Os padrões de segurança dos passageiros e de todo o pessoal no desempenho de suas tarefas normais, nos serviços de operação ou manutenção, serão prioritariamente considerados na elaboração do projeto.

Os padrões de segurança serão adotados, conforme descrito nesta especificação ou recomendados pelas Normas vigentes ou, ainda, ditados pelo bom senso nos casos não previstos.

Todas as unidades para dimensões, pesos, potência, etc., serão padronizadas no sistema métrico.

#### **4.1.3 Identificação**

Todos os materiais destinados à construção dos carros serão identificados ou estocados, de modo tal que possam ser facilmente identificados; os mesmos serão adequadamente protegidos durante a manipulação e a estocagem.

Os componentes do sistema pneumático, tais como válvulas, torneiras, reservatórios, etc., serão identificados através de processo a ser proposto pelo Fornecedor e aprovado pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), utilizando-se os códigos empregados para identificação dos mesmos nos desenhos esquemáticos do sistema.

Todos os fios e terminais serão plena e adequadamente identificados com marcações permanentes.

Todas as caixas de equipamentos e painéis serão devidamente identificados.

#### **4.2 Junções e Fixações**

Todas as junções executadas entre elementos dos carros serão perfeitamente ajustadas e as juntas convenientemente adaptadas, de forma a manter uma união perfeita e sem interferir na intercambiabilidade das peças.



SECRETARIA DE TRANSPORTES

|                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| SERVIÇO PÚBLICO ESTADUAL       |                |
| PROCESSO Nº E- 10 / 202 / 2008 |                |
| DATA: 10 / 04 / 2008           | FLS.: 2409     |
| RUBRICA:                       | 2433 <i>st</i> |

Nas junções entre peças de materiais diferentes, deve ser aplicado revestimento protetor no eletrodo anódico, a fim de evitar formação de pilhas eletroquímicas e a conseqüente corrosão eletrolítica nestes pontos.

Todas as juntas de vedação utilizadas serão executadas em borracha neoprene. O uso de silicone será minimizado e só permitido com autorização prévia da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) em pontos reduzidos e não se tornando rotina no processo.

Todos os parafusos, soldas ou qualquer outro elemento para fixação de peças de aço inoxidável, serão de aço inoxidável.

Em qualquer junção, as superfícies de contato serão convenientemente limpas.

Em qualquer junção entre elementos que não sejam de aço inoxidável, será aplicada às superfícies de contato um tratamento superficial conveniente, aprovado pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), exceto para metais com o mesmo eletrodo potencial.

Serão sempre usados materiais de isolamento e à prova de umidade, adequados aos materiais a serem unidos.

Nas fixações não será permitido o uso de nenhum elemento de fixação que provoque protuberância na superfície do carro, exposta aos passageiros, tanto na parte interna como na externa, exceto nos casos onde tal condição for imprópria, devido ao tamanho dos elementos ou onde prendedores especiais serão usados devido à necessidade de freqüente acesso ao equipamento.

Não serão empregados parafusos salientes ou itens semelhantes, tanto no interior quanto no exterior do carro, a não ser que tal emprego seja estritamente necessário, ficando a critério da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), sua aprovação.

Todos os parafusos, com exceção aos de cabeça sextavada, terão fendas PHILLIPS e ser do tipo plana escariada (*flat*), arredondada (*pan*) ou oval escariada (*oval*), podendo ser utilizados outros, desde que seja recomendado para a função desejada.

As porcas auto-frenantes serão do tipo ESNA (porcas elásticas de freio) e serão utilizadas no projeto, sempre que tal emprego for praticável.

Todas as fixações expostas, no alojamento do extintor de incêndio, serão de um tipo aprovado, à prova de violações.

Sempre que a cabeça dos parafusos de fixação de aparelhos não for acessível, utilizar-se-á um dispositivo mecânico que impeça a rotação da cabeça do parafuso, quando sua porca estiver sendo removida.



SECRETARIA DE TRANSPORTES

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| SERVIÇO PÚBLICO ESTADUAL       |            |
| PROCESSO Nº E- 10 / 202 / 2008 |            |
| DATA: 10 / 04 / 2008           | FLS.: 2440 |
| RUBRICA:                       | 3439       |

Os furos para instalação de rebites e de parafusos serão cuidadosamente alinhados e localizados e quando necessário, durante a montagem, eles serão alargados concentricamente para o tamanho especificado, em posição final. Os rebites de aço serão cravados com auxílio de equipamentos mecânicos adequados. Suas cabeças serão concêntricas com seus corpos e não apresentarão defeitos, tais como: anéis, rebarbas, queimas e cavidades.

As superfícies de componentes em ligas de alumínio não serão fixadas ou estar em contato físico direto com superfícies de cobre, de latão, de bronze, de prata, de níquel ou de suas ligas ou niqueladas, de chumbo, de estanho, de madeira e de materiais ferrosos.

As superfícies de componentes em ligas de alumínio, que forem fixadas a componentes de aço serão protegidas, se o composto de vedação utilizado na junção for à base de silicone. Como uma alternativa, poderá ser usado um material isolador da junção, que cubra completamente as superfícies de contato.

Todos os parafusos, rebites, abraçadeiras de fixação e outros dispositivos, caso não sejam constituídos por uma liga de alumínio compatível, não entrarão em contato direto com componentes construídos em ligas de alumínio. Para impedir esse evento, as superfícies dos componentes relacionados acima serão adequadamente revestidas ou isoladas.

As vedações entre superfícies de chapas serão feitas por intermédio de um cordão contínuo de solda, adequado.

Todos os fixadores não construídos em alumínio ou em aço inoxidável serão galvanizados por imersão a quente, com o emprego de zinco da mais alta pureza. Todo fixador, incluindo arruelas e porcas, será galvanizado e, onde possível, a cabeça e a porção não rosqueada do corpo do parafuso não estarão em contato com o componente de alumínio ou de aço inoxidável, após a fixação.

### **4.3 Galvanização**

#### **4.3.1 Generalidades**

A camada de zinco será aderente, como consequência de sua impregnação no aço e não uma simples superposição do material protetor, garantindo assim que não ocorram lascas ou descamações em qualquer parte da superfície, durante o transporte e montagem das peças.

A camada de zinco será lisa e contínua, não devendo conter glóbulos, acumulações, ondulações, manchas negras, nem zonas sem galvanizar.

No caso de peças rosqueadas, o diâmetro das roscas fêmeas será aumentado nos sobrepassos a fim de se prever o aumento da espessura devida à galvanização.

#### **4.3.2 Acabamentos da Galvanização**

Quando, por razões de fabricação, for necessária a união de duas peças galvanizadas por meio de solda elétrica, as emendas serão cuidadosamente limpas e regalvanizadas localmente, mediante metalização por projeção de partículas incandescentes de zinco.

Em pequenas áreas sem revestimento de zinco ou danificadas por manuseio, a execução de retoques será efetuada com tintas de elevado teor de zinco, com camada mínima de 80 micron.

#### **4.4 Aço Inoxidável**

Os membros estruturais da caixa serão executados em aço inoxidável austenítico tipos AISI 301L, SUS301L-ST, SUS301L-HT, SUS304, 301LN ou 201L, ou equivalentes.

#### **4.5 Aços de Baixa Liga e Alta Resistência**

Nas partes onde é desejada a absorção de choques diretos por meio do uso de maior massa de material, como nas cabeças de estrado, será utilizado aço de baixa liga e alta resistência, resistente à corrosão, designação NTU-SAC 350, ou equivalente.

#### **4.6 Aços Fundidos**

Os aços fundidos a serem utilizados, serão selecionados quanto à sua composição e quanto às suas características, para melhor se adaptarem à aplicação específica. Seu emprego será sujeito à aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

#### **4.7 Alumínio**

Os fundidos em ligas de alumínio obedecerão as Especificações B-26, B-85 e B-108 da ASTM, ou às Normas equivalentes aprovadas, caso sejam, respectivamente, fundidas em areia, sob pressão em coquilhas, ou em moldes permanentes.

Quando o alumínio for empregado na fabricação de frisos internos ou molduras, não pintados e expostos ao contato dos passageiros, ele será anodizado em cor clara (fosca) e a espessura de película protetora será de, no mínimo, 0,002 mm, com uma densidade de pelo menos 54.3 g/m.

#### **4.8 Elastômeros**

Todos os elastômeros empregados no carro serão especificados pelo Fornecedor e submetidos à aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

Todas as peças de elastômeros, salvo referência em contrário, serão de neoprene ou de um outro material equivalente, desde que seja aprovado pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro). As mesmas serão compostas e manufaturadas de tal forma que possam trabalhar satisfatoriamente, sob quaisquer condições de temperatura a que normalmente estarão sujeitas, durante a operação normal do carro.

Esses componentes terão a mais longa vida possível consistente com a obtenção das demais características especificadas. A vida útil destes componentes será informada à

CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) quando da análise do projeto. Todas as montagens resilientes empregarão borracha natural.

Todos os elastômeros expostos ao meio ambiente especificado serão resistentes a óleos, graxas, solventes, ozona, etc. Ensaio será executado conforme a Norma ASTM, para comprovação das qualidades especificadas.

Todos os componentes de borracha utilizados como batentes, molas ou acoplamentos, terão especificadas todas as características mecânicas e os ensaios a serem realizados nos mesmos. Gráficos de "carga x deformação" serão fornecidos para estes componentes.

As mangueiras serão manufaturadas em borracha sintética reforçada e obedecerão aos padrões de teste ASTM. Serão resistentes ao ataque de ozona, óleo, graxas, solventes, etc. A resistência à tração e o alongamento das guarnições de vedação não serão menores do que 13,8 MPa e 500% respectivamente, quando testadas de acordo com Especificação D 412 da ASTM ou de acordo com uma Norma brasileira equivalente e aprovada.

#### **4.9 Vidros das Cabeceiras**

Todos os vidros das cabeceiras serão de segurança, do tipo laminado, inestilhaçável e resistente às radiações ultravioletas.

Os vidros de segurança das cabeceiras serão do tipo laminado na espessura total de 26 mm, ligadas por meio de camadas intermediárias de resina PVB (Polivinil Butiral) com espessura mínima de 0,75 mm. Tais camadas intermediárias serão resistentes às radiações ultravioletas, à luz visível e ao calor e poderão suportar as forças de cisalhamento causadas pelos diferenciais de temperatura esperados quando os carros estiverem em operação.

A união entre as lâminas de vidro e as camadas intermediárias terá uma qualidade tal que quando o vidro quebrar, motivado por choques, torção ou por impacto direto, não haverá nenhuma separação de material entre as lâminas.

Quando uma peça individual de vidro for colocada sobre uma superfície desempenada, sua flecha (curvatura) não superará 2,5 mm por metro linear.

Uma das lâminas não se salientará em relação à(s) outra(s), mais do que 0,8 mm, em quaisquer extremidades das peças de vidro. Os cantos das peças serão esmerilhados, suas rebarbas serão eliminadas e todas suas extremidades serão seladas. As lâminas e as placas de vidro não apresentarão distorção aparente em uma direção a 45° do plano do vidro.

Não haverá variação perceptível de cor nas lâminas ou peças individuais de vidro laminado, quando as mesmas forem examinadas contra um fundo branco. Sua coloração será uniforme. Todas as placas de vidro laminado serão isentas de embaçamentos de modo que, quando vistas contra uma luz difusa, apresentem a mesma lucidez da



SECRETARIA DE TRANSPORTES

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| SERVIÇO PÚBLICO ESTADUAL       |           |
| PROCESSO Nº E- 10 / 202 / 2008 |           |
| DATA: 10 / 04 / 2008           | FLS: 2413 |
| RUBRICA:                       | 1435      |

apresentada por uma placa de vidro, da mesma espessura, constituída por uma só lâmina.

Não serão aceitas peças que contenham área sem adesão.

É permissível a ocorrência ocasional de riscos e de pontos de inclusão de material estranho, desde que tais irregularidades não sejam perceptíveis sob condições normais de iluminação. A CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) reserva-se o direito de determinar quais das peças serão rejeitadas.

O pára-brisas deverá resistir a um impacto perpendicular de um projétil de massa de 1.000 g, a uma velocidade de 260 km/h, conforme Norma UIC 651.

#### **4.10 Policarbonatos**

Os policarbonatos a serem utilizados nas janelas e portas de acesso e nas laterais dos TUE's terão espessura compatível com o vão onde serão aplicados, não devendo ser inferior a 6,0 mm e 4,8 mm, respectivamente. Serão transparentes e terão proteção contra raios ultravioleta e à abrasão. Os policarbonatos terão características iguais ou superiores ao tipo LEXAN MR10.

#### **4.11 Fios e Cabos**

##### **4.11.1 Emprego para Tensão Nominal de 3.000 Vcc**

Os cabos terão bitola apropriada à corrente prevista nos vários circuitos observada, no entanto, a necessidade de padronização do projeto e disponibilidade de mercado.

Serão utilizados cabos com isolamento para 3,6 kV em borracha EPR (borracha Etileno-Propileno) com cobertura de HYPALON na cor preta, ou outro tipo de isolamento, aprovada pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro). Os condutores serão constituídos de fios de cobre mole, estanhado, encordoados em feixe ou compostos. Os fios antes de encordoados devem satisfazer os requisitos da especificação EB 361 da ABNT e ASTM B-189.

A blindagem interna será constituída por fita têxtil semicondutora, aplicada helicoidalmente e com sobreposição. A espessura mínima de isolamento em qualquer ponto do cabo não deve ser inferior a 90 % da mínima média.

##### **4.11.2 Emprego para Tensão de até 600 V**

Toda a fiação de circuitos submetidos a uma tensão de até 600 V, será isolada para 600 V. O material isolante será o polietileno clorosulfonado e suas propriedades e características obedecerão ao especificado na última revisão da especificação 589 da AAR no tocante à torcedura, dimensões e classe de tensão, exceto para os condutores que serão sujeitos a altas temperaturas, tais como os terminais de resistores e para os condutores que serão utilizados em módulos eletrônicos substituíveis. Outros padrões ferroviários serão aceitos desde que sejam equivalentes e aprovados pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

#### **4.11.3 Condutores**

Todos os fios serão trançados e estanhados.

Os terminais dos motores e os cabos de interligação dos carros (cabos *jumper*) terão uma torcedura que possibilite uma flexibilidade compatível com o trabalho.

#### **4.11.4 Bitola e Tipos de Fios**

Será utilizado o menor número possível de tipos e bitolas de fios, na fiação do carro, não devendo ser aplicados condutores de dimensões e fabricação especiais.

Todos os cabos blindados e os cabos com isolamento especial serão aprovados pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

O Fornecedor executará ensaios de cada bitola dos cabos especificados, para fins de aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), antes que os serviços tenham sequência. Estes ensaios submeterão os fios e cabos a no mínimo os seguintes testes:

- Verificação dimensional;
- Tensão suportável;
- Propagação de chama;
- Rigidez dielétrica;
- Imersão em óleo;
- Envelhecimento ao ar; e
- Resistência a ozona.

#### **4.11.5 Instalação Exposta**

Toda a fiação, cablagem ou acessórios externos à caixa dos carros e não protegidos totalmente por conduítes ou caixas, instalados em canaleta ou bandeja, exceto os cabos de alta tensão (3,6 kV), serão considerados expostos e serão evitados. Para sua utilização será solicitada aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

#### **4.11.6 Instalação Interna**

É o tipo de instalação que será considerada para o projeto e que se caracterizará por abrigar toda a fiação e cablagem no interior de eletrodutos e caixas de passagem, sem partes expostas.

#### **4.11.7 Conectores para Cabos**

Todos os conectores para cabo serão de tipo resistente à intempérie e de dimensões apropriadas para o fim empregado. Os conectores serão equipados com juntas vedadoras na parte frontal e na parte traseira, tal que, a porção de interface do conector e a porção onde o cabo ingressa no mesmo, sejam vedadas.

Serão usados segmentos para extensão, se necessário, a fim de assegurar espaço suficiente para a terminação dos fios do cabo dentro do corpo do conector e fazer com que a capa do cabo penetre dentro do corpo, sendo fixada pela abraçadeira e fazendo com que a porção de entrada do cabo seja vedada pela ação da junta.

As posições não usadas pelos pinos conectores serão vedadas utilizando-se contatos do conector ou bujões plásticos de vedação, apropriados para essa finalidade. Os conectores adjacentes usarão insertos diferentes ou ser orientados diferentemente, para impedir que a conexão possa ser feita de uma maneira errada.

#### **4.11.8 Execução dos Serviços**

Os fios, quando instalados em calhas ou eletrodutos, não apresentarão nós e os locais de instalação não possuirão pontos onde o atrito possa danificar as colocações dos cabos. A instalação não reterá água, óleo, ou outros materiais estranhos.

As abraçadeiras serão instaladas justas nos cabos e nos fios, mas não tão apertadas a ponto de marcar e deformar suas isolações.

#### **4.11.9 Arranjo**

O arranjo da fiação será projetado com a colaboração dos fornecedores dos equipamentos em questão, antes que a mesma seja instalada.

Sempre que possível, as fixações serão construídas em bancadas e instaladas em chicotes e locais padronizados.

A utilização de conectores para ligação dos cabos nos equipamentos será adotada como prática, sempre que possível.

Todos os circuitos sujeitos a testes de alto potencial serão dispostos de tal maneira que a execução do teste seja facilitada.

Todos os chicotes de fios e os cabos posicionados dentro de alojamentos serão sustentados por canaletas isolantes e não entrarão em contato com a estrutura da caixa do equipamento, com cantos metálicos, com cabeças de parafuso e com outros pontos de interferência. Além disso, eles manterão uma folga suficiente em relação às tampas, independentemente das propriedades isolantes dessas últimas.

De preferência os chicotes de fios se posicionarão acima ou ao lado dos aparelhos, devendo-se evitar localizá-los na parte inferior da caixa. Em todos os casos, a distância entre os fios e a base da caixa será de, pelo menos, 25 mm. Os fios não ingressarão em caixas de passagem ou de controle através de suas partes inferiores.

O ingresso será feito preferencialmente pela lateral e através de conduites flexíveis, rigidamente fixados e protegidos em suas extremidades por luvas ou através de cabos com prensa-cabos, com vedação de água e poeira ou, ainda, através de conectores no caso de fiações de controle.

Todos os equipamentos microprocessados devem apresentar interfaces que facilitem a conexão de um computador portátil (*notebook*) para diagnóstico e correção de problemas.

#### **4.11.10 Interferência**

A fiação será cuidadosamente projetada para se evitar interferências elétricas com os equipamentos a ela suscetíveis, tal como o rádio do trem. O projeto obedecerá a práticas de primeira classe e estará em conformidade com as melhores práticas, para a eliminação de possíveis interferências. O mesmo empregará cabos coaxiais, filtros indutivos e capacitores, conforme necessário.

Os condutores blindados serão utilizados sempre que houver problemas relacionados com indução.

#### **4.11.11 Fiação Sob o Carro**

Toda a fiação disposta sob o carro, onde possível, será alojada em eletrodutos ou dutos fechados e será presa com segurança por prensa-cabos, nos pontos de entrada e de saída.

Os fios e cabos serão presos nos dutos para impedir fricções com os mesmos. Os dutos e eletrodutos serão à prova de água.

Será evitado o uso de curvas nos dutos. Se, no entanto, elas forem necessárias, serão instaladas proteções para evitar-se que a isolação dos fios possa friccionar em tais pontos.

No caso de uso de curvas, estas possuirão um raio de curvatura mínimo igual a oito vezes o diâmetro do duto.

Os cabos serão instalados nos locais de montagem tal que tenham uma folga suficiente nas zonas curvas, impedindo, desta maneira, que os mesmos sejam mantidos esticados contra a superfície interna dos dutos, fato que, se ocorresse, poderia danificar suas isolações.

Todos os cabos de interligação dos carros (*jumpers*), suas extremidades e seus receptáculos, serão vedados de maneira a impedir a entrada de água em quaisquer velocidades operacionais do carro.

#### **4.11.12 Terminais**

Os terminais e conexões usados em toda a fiação do carro serão do tipo sem costura e serão fabricados por um fornecedor que tenha uma linha completa de ferramentas em sua linha de fabricação. Os terminais serão adaptados à fiação com o auxílio de ferramentas e matrizes adequadas.

Os condutores que serão sujeitos a movimentos em relação a seus terminais, serão protegidos adequadamente para que se impeça a quebra junto ou próximo aos terminais. Todos os pontos de terminação elétrica e os blocos terminais serão do tipo prisioneiro, de ótima condutibilidade e resistência a esforços.

Suas conexões serão travadas através de componentes de comprovada eficiência contra vibrações.

#### **4.11.13 Eletrodutos**

Todos os eletrodutos serão construídos em aço galvanizado, alumínio ou aço inoxidável.

Se as extremidades dos eletrodutos forem cortadas ou serradas, as mesmas serão rebarbadas interna e externamente, para que todos os cantos vivos sejam eliminados. Além disso, os eletrodutos serão limpos com ar comprimido, para que toda a limalha presente possa ser removida. Os eletrodutos serão adequadamente fixados e aterrados.

Os eletrodutos localizados nos truques e nas áreas acima deles, serão de aço galvanizado de peso padrão e suas conexões serão rosqueadas.

O eletroduto que interliga o terminal do pantógrafo aos aparelhos de controle será de aço galvanizado e com parede grossa. Além disso, cada uma de suas seções será aterrada à estrutura do carro. Suas junções serão feitas com o uso de conexões travadas completamente por pontos de solda.

A saída e entrada dos cabos serão seladas com o auxílio de prensa-cabos adequados e à prova de água.

Todos os eletrodutos serão dispostos de tal maneira que não acumulem água. O arranjo e a instalação dos eletrodutos estarão sujeitos à aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

#### **4.11.14 Conexões e Caixas de Junção**

Todas as caixas de junção localizadas sob o carro serão à prova de umidade. Serão providas, ainda, de respiros e conectadas de tal maneira, que a drenagem efetuada por grupos de equipamentos não seja conduzida pelos eletrodutos para dentro delas. As superfícies internas de todas as caixas de junção serão protegidas por uma pintura isolante adequada.

#### **4.11.15 Identificação**

Todos os fios, cabos e terminais serão plena e adequadamente identificados, com marcações permanentes, sujeitas à aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

As designações utilizadas para identificar os fios estarão em conformidade com um sistema uniforme e coordenado de identificação de fios estabelecido pelo Fornecedor e aprovado pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), nos estágios iniciais do projeto do carro.

O sistema de designação dos fios relacionará os fios com os subsistemas a que eles pertencem, de uma maneira lógica e prática. Além disso, a designação do fio será alterada quando o mesmo passar através de componentes. Cada fio do carro será individual e distintamente identificado. Assim, por exemplo, cada fio B+ e B-, em um terminal ou em uma caixa de junção, possuirá uma identificação distinta, tal que sua outra extremidade possa ser facilmente reconhecida.

(corrente, tempo e pressão de contato) serão novamente regulados e novos ensaios serão executados.

Serão previstos sistemas de controle das soldas realizadas, que permitam o seu rastreamento, quando necessário.

Será prevista a execução de ensaios não destrutivos nas principais soldas da estrutura das caixas e dos truques. Será definido entre a CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) e o Fornecedor quais as soldas que serão submetidas aos ensaios e quais os ensaios a serem executados, como também, o nível de amostragem a ser utilizado para cada caso.

Serão, também, estabelecidos critérios de aceitação dos resultados, com base nas normas vigentes.

Antes do início de quaisquer soldagens, os componentes a serem unidos serão adequadamente limpos, removendo-se todos os depósitos de ferrugem ou corrosão, de óleo, de água e quaisquer materiais estranhos presentes, empregando-se um método ou processo aprovado. As soldas, quando acabadas, possuirão uma superfície limpa.

Não poderão ser utilizadas, para limpeza das superfícies, substâncias contidas em recipientes sob pressão, aerosol ou qualquer substância que venha a pôr em risco a estrutura da solda.

Após o fechamento da caixa, será prevista a aplicação de um processo de passivação dos pontos de soldas do revestimento externo do TUE, de forma a eliminar as manchas de óxido depositadas sobre os pontos de solda, visando obter igualmente um acabamento homogêneo da caixa.

Todos os componentes a serem unidos por solda serão adequadamente suportados em gabaritos, mesas ou dispositivos especiais (*jigs*) de soldagem, de forma a garantir a uniformidade das peças.

As planilhas de controle de montagem dos *jigs*, das peças nos *jigs* e do conjunto montado, serão submetidas à aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), bem como os resultados obtidos em cada uma das montagens.

Será aplicada solda estanho nas unidades das chapas de revestimento das coberturas dos carros, de forma a garantir a estanqueidade das mesmas.

#### **4.13 Tubulação Pneumática**

As tubulações de ar serão fabricadas com tubos de cobre, ou outro material a ser definido durante a execução do projeto. O Fornecedor seguirá as normas ABNT, ANSI e ASTM na especificação dos materiais e processos a serem aplicados.

Após a montagem de todo o conjunto pneumático o Fornecedor executará a pressurização das tubulações pneumáticas com ar comprimido limpo e seco à pressão de 10 bar.

Ao desligar-se a alimentação de ar comprimido permite-se uma redução máxima de 0,7 bar em 10 minutos.

Suportes e braçadeiras serão adequados à aplicação, utilizando-se nos mesmos se necessário, borracha de neoprene, de forma a não danificar as tubulações.

#### **4.14 Pintura**

Todas as peças, exceto as de aço inoxidável e as galvanizadas, equipamentos montados sob o estrado, truques, caixas de equipamentos, reservatórios, etc., serão devidamente preparadas utilizando esquemas de pintura adequados às condições de serviços a que estejam sujeitas.

Todas as peças de aço carbono devem ter proteção anti-corrosiva por meio de *primer* epóxi à base de fosfato de zinco (N2630) com pintura de acabamento efetuada por meio de tinta epóxi amina poliuretano alifático.

#### **4.15 Mão-de-Obra**

Toda a mão-de-obra utilizada será devidamente qualificada e especializada, de acordo com as peculiaridades dos componentes, equipamentos e serviços. Serão obedecidos os mais elevados padrões de fabricação e de montagem durante a construção dos carros, devendo todas as montagens e instalações estar de acordo com as tolerâncias especificadas para cada componente.

Os dados de registro das montagens permitirão o rastreamento futuro e integrar a documentação particular de cada carro após sua montagem. Estes documentos, incluindo os resultados de testes realizados em todos os componentes do carro e no próprio após montado, farão parte de um "Livro Histórico", montado pelo Fornecedor e entregue à CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), juntamente com cada carro.

#### **4.16 Parafusos e Porcas**

Todos os parafusos e porcas serão de acordo com as Normas de Padronização do Sistema Métrico da Organização Internacional de Padronização (ISO).

Todos os parafusos que irão fixar os conectores nos terminais não soltar-se-ão com a vibração dos carros, em nenhuma hipótese.

Os parafusos e porcas sofrerão tratamento de proteção de uma camada de zinco obtida por eletrodeposição. A camada de proteção sobre os parafusos e porcas será capaz de suportar os testes exigidos pela norma ASTM. Qualquer outro tipo de acabamento será submetido à aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

As porcas utilizadas serão do tipo auto-travante, quando necessário.

#### 4.17 Dimensões

Todas as unidades para dimensões, pesos, potência, etc. serão do Sistema Internacional de Unidades, ratificado pela 11ª CGPM/1960, entretanto, bitolas de chapas de aço, bitolas de conduítes e equipamentos dos sistemas pneumáticos usarão as medidas do Sistema Inglês de Unidades.

#### 4.18 Chaves e Fechaduras Padrão

As portas de cabine serão dotadas de fechaduras robustas com segredo padrão CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

As portas dos armários de equipamentos e das sancas basculantes serão providas de fechaduras heptavadas.

#### 4.19 Revestimento Interno

O revestimento interno dos carros será feito de painéis de poliéster reforçados com fibra de vidro, que serão fabricados de acordo com os seguintes padrões:

- Resistência ao calor (ASTM D 648): 80 °C  
contínuos;
- Esforços de tração (ASTM D-638): 63  
Mpa, min.;
- Resistência a impacto (ASTM D-256): 320 J/m;
- Módulo elástico (inflexão) (ASTM D-790): 5.000 Mpa,  
min.;
- Absorção de água (ASTM D-570): 0,15%,  
máx. - 5%;
- Dureza Barcol (ASTM D 2583): 40<sup>-5/+10</sup>;
- Índice de Extensão da Chama (ASTM E-162):  $I_p \leq 35$
- Densidade Ótica de Fumaça Específica (ASTM E-662):  $D_s \leq 100$  em  
90 s;  
 $D_s \leq 200$  em 4 min;
- Densidade Ótica de Fumaça Específica Máx. (ASTM E-662):  $D_m \leq 300$ .

Os painéis serão fixados através de parafusos não aparentes.

## 5 CONDIÇÕES DE PROJETO

O projeto será dividido em 4 fases:

- Conceitual;
- Básico;
- Executivo; e
- *As-Built*.



GOVERNO DO  
**Rio de Janeiro**

SECRETARIA DE TRANSPORTES

SERVIÇO PÚBLICO ESTADUAL

PROCESSO Nº E- 10 / 202 / 2008

DATA: 10 / 04 / 2008

FLS.: 2442

RUBRICA:

2444

af

a) Conceitual

O projeto conceitual será constituído por um Dossiê Técnico Funcional do TUE com as descrições do Fornecedor, confirmando o pleno atendimento das especificações e requisitos técnicos e operacionais das mesmas.

Nesta fase, serão apresentados os documentos que descrevam as características construtivas da caixa e sua ligação com o truque, ou seja, os desenhos e instruções técnicas onde serão apresentados:

- Dimensões das caixas;
- Estrutura;
- Sob-estrado;
- Piso;
- Pontos de içamento da caixa;
- Ligação caixa-truque;
- Dutos de ar condicionado;
- Cálculos demonstrativos (elementos finitos/ simulações por meio de software); e
- Demais informações que comprovem as características e performances especificadas.

O início de fabricação das caixas dos TUE's somente ocorrerá após a aprovação de tais documentos.

b) Básico

Nesta fase serão apresentados documentos que descrevam:

- Características técnicas dos sistemas e de seus equipamentos;
- Reais sub-fornecedores;
- Cálculos e comprovações necessárias ao dimensionamento dos equipamentos;
- Detalhes referentes à fabricação e montagem dos equipamentos;
- Desenhos e diagramas dos sistemas e seus subsistemas;
- Aspectos relacionados com a segurança, tempo de vida útil e performance requeridas/especificadas.

c) Projeto Executivo

Nesta fase serão apresentados pelo Fornecedor, os documentos que descrevam:

- Detalhes finais do projeto de fabricação e de instalação/montagem;
- Diagramas e desenhos detalhados dos equipamentos e sistemas;
- Procedimentos de testes de Tipo e de Rotina de seus equipamentos, que serão realizados em fábrica e no campo;
- Modelos dos relatórios dos testes de Tipo, de Rotina e de Integração, na fábrica e no campo;
- Modelos dos relatórios das análises de segurança e de seus índices de disponibilidade e confiabilidade;
- Modelos dos relatórios de controle de qualidade dos processos de fabricação, Instalação e Testes;
- Documentação completa dos softwares, contendo:
  - ⇒ descrição da concepção;
  - ⇒ diagramas de estado;

- ⇒ diagramas de entidades e relacionamentos;
- ⇒ fluxogramas, listagem de códigos;
- ⇒ manuais de operação e instalação, etc.

Os procedimentos de testes serão apresentados durante a fase de projeto, pois estão diretamente ligados aos equipamentos que estão sendo adquiridos. Entretanto os relatórios de testes serão apresentados imediatamente após a realização dos respectivos testes dos equipamentos.

d) *As-Built*

Antes da emissão dos *As-Built*, para permitir os serviços de manutenção e operação, o Fornecedor apresentará as modificações no projeto, à medida que forem ocorrendo, em documentos provisórios.

Após os testes de recebimento provisório e antes da entrada em serviço do TUE, o Fornecedor entregará toda a documentação técnica revisada (*As-Built*) com todas as alterações e acréscimos introduzidos.

Antes do término da garantia técnica e da emissão do Certificado de Aceitação Definitivo (CAD), o Fornecedor entregará toda a documentação técnica revisada (*As-Built*), com todas as alterações/acréscimos introduzidos no período de garantia.

## 5.1 Pasta de Documentos

Ao longo do desenvolvimento do projeto e de todo o fornecimento, será elaborada e emitida pelo Fornecedor uma Pasta de Projeto contendo, sem se limitar, os documentos e desenhos relativos aos seguintes pontos principais:

### 5.1.1 Gabaritos

As caixas dos carros motor e reboque e seus equipamentos serão projetadas baseados nas folgas previstas no gabarito da CENTRAL. Assim, serão apresentados os dimensionamentos das folgas previstas para as caixas e truques com relação a posicionamento das vias (operacionais e de acesso restrito à manutenção e manobras), dos sinais de via, plataformas, viadutos, pontes, túneis, posteamento e demais estruturas ao longo das vias.

O diagrama de gabarito dos carros será apresentado através de linhas de contorno completas (condições estática e dinâmica), inclusive o deslocamento do pantógrafo. Este mesmo diagrama conterá o contorno do gabarito da CENTRAL, indicando as distâncias (folgas) existentes nos diversos pontos significativos. Ainda neste gabarito serão informados todos os limites da suspensão e a situação dos carros após todos os desgastes previstos (componentes da suspensão, rodas etc.).

Serão consideradas as seguintes premissas para via permanente:

- 1) Desgaste vertical e lateral do trilho:
  - Lateral: 25% do eixo;
  - Vertical: 12 mm no máximo.

- 2) Tolerância de sobrelevação: 160 mm no máximo.
- 3) Valor de sobrebitola: não aplicável.
- 4) Tolerância no valor da bitola: + 20 mm; - 5 mm.

A distância mínima entre componentes do truque e o boleto do trilho é de 70 mm, na condição estática.

#### **5.1.2 Desenhos Gerais do Carro e do TUE**

Serão emitidos desenhos de entendimento claro e objetivo, em dimensões apropriadas, que apresentem o arranjo completo dos carros e do TUE. Estes desenhos mostrarão a planta do piso, a planta do revestimento interno da cobertura, o arranjo dos equipamentos montados sob o estrado e na cobertura, seção longitudinal interna de ambas as laterais dos carros e seções transversais de maior significado (cabine, armários, divisórias, salão de passageiros, região de portas, bolsas de equipamento de portas, equipamentos de iluminação, etc.).

O arranjo de distribuição de equipamentos interna e externamente aos carros, será baseado na distribuição de peso, levando-se, porém, em conta o fácil acesso à manutenção, grau de estanqueidade dos equipamentos, segurança quanto ao seu acionamento (inclusive vandalismo e possibilidade de uso não autorizado) e necessidade de fluxo de ar de resfriamento. Este arranjo apresentará também o estudo de distribuição de pesos no estrado e na cobertura dos carros.

#### **5.1.3 Desenhos que Mostrem o Contorno e Detalhes Principais dos Equipamentos e Conjuntos Mais Significativos**

- Dimensões globais, pontos de sustentação para transporte e montagem final, bem como facilidades necessárias durante a montagem e remoção;
- Localização de portas e tampas de acesso à manutenção e regulagem, mostrando o posicionamento dos equipamentos e componentes no interior do compartimento;
- Espaços necessários para remoção dos equipamentos e componentes do interior dos compartimentos;
- Localização e exigências de espaço das tomadas de ar dos compartimentos, bem como as entradas de cabos, através de passa-cabos;
- Peso e volume estimados;
- Passagem de cabos, dutos de ar e fiação interna dos compartimentos, bem como régua de bornes, conexões elétricas e pontos de tomada de ar comprimido;
- Pontos de tomadas de testes, trincos e fechos (localização).

#### **5.1.4 Estrutura das Caixas dos Carros Motor e Reboque**

Será apresentada pelo Fornecedor uma análise das tensões estáticas, dinâmicas e de fadiga das estruturas das caixas e dos suportes de equipamentos mais significativos, comprovando a concordância do projeto com as exigências de tensão especificadas neste documento. Esta análise abrangerá, sem se limitar, os seguintes pontos críticos:

- Vigas testeiras;
- Vigas longitudinais;

- Vigas transversais;
- Transversinas;
- Cambotas;
- Montantes de colisão;
- Montantes de ligação das estruturas do estrado e cobertura (incluindo suas fixações);
- Montagens das regiões de portas;
- Fixação do engate;
- Anti-encavalamento;
- Cabeça de estrado;
- Estrutura do piso próximo às portas de acesso e de passagem entre carros;
- Estrutura lateral (incluindo as chapas de fechamento) em todos os pontos críticos (principalmente nas regiões de porta e janela);
- Soldas e suportes dos equipamentos.

Como observação geral deste projeto estrutural, serão evitadas situações de fixação onde parafusos estejam trabalhando à tração orientados verticalmente. Em situações impossíveis de outra solução, ficará a critério da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) autorizar este tipo de fixação, desde que solicitado formalmente pelo Fornecedor.

Onde aplicável, deverá ser usada como referência a norma AAR S-034-69 (Standard).

#### **5.1.5 Instalação das Fiações dos Subistemas**

Será apresentado o projeto da cablagem, que será fundamentado, por princípio, na simplicidade, segurança, confiabilidade e fácil acesso à manutenção. Além destes arranjos serão apresentados os seguintes dados, sem se limitar:

- Diagramas unifilares, diagramas esquemáticos de alimentação e de controle e diagramas funcionais de blocos para cada subsistema. Estes diagramas serão de fácil e rápido entendimento, informando inclusive em quais diagramas resultam mudanças de estado dos componentes apresentados, localizando contatos, chaves, etc.;
- Diagrama de tubulação, de instrumentos e de fluxo para todos os sistemas pneumáticos, mostrando todas as válvulas, operadores e componentes de controle;
- Listagem de componentes com discriminação de sua localização esquemática e física;
- Gráficos e curvas mostrando as características funcionais e respostas, para todos os subsistemas e componentes mais significativos operacionalmente.

#### **5.1.6 Circuitos de Controle**

Serão apresentados todos os diagramas destes circuitos e informadas as características elétricas de todos os componentes.

Estes diagramas serão elaborados obedecendo a uma mesma metodologia para todo o projeto, informando em um diagrama as possíveis ações que um componente ali mostrado possa realizar em outro diagrama.

### 5.1.7 Interface dos Circuitos de Controle Elétrico, Eletropneumático, Eletrônico e Pneumático

Serão fornecidos dados e diagramas específicos que mostrem as interfaces dentro de um mesmo sistema e entre sistemas. São exemplos típicos os sistemas de tração e frenagem, portas, acesso a compartimentos de alta-tensão etc.. Serão informados dados do tipo de sinal, a faixa, a impedância e a carga dos circuitos, o tipo de transdutor ou sensor, exigências mecânicas etc. Serão tomados cuidados especiais quanto à possibilidade de ações de vandalismo, duplo comando, falha de sinais e/ou equipamentos, etc.

Nestes casos os circuitos se comportarão de maneira que seja oferecida máxima segurança operacional para o passageiro e para o sistema, fornecendo indicações através de alarmes, registros, redução de desempenho para uma faixa operacional segura, etc.

### 5.1.8 Controle das Portas

O projeto do circuito de controle das portas levará em consideração todas as exigências de intertravamentos com o controle do trem (inclusive quando em situações de degradação operacional), assegurando boa performance e proteção contra operação falsa e ações de vandalismo. Serão ainda fornecidos dados quanto às respostas aos sinais de entrada e análise da confiabilidade com relação à falsa abertura ou fechamento das portas.

### 5.1.9 Projeto do Sistema de Tração

Serão fornecidos os seguintes dados:

- Curva de esforço de tração em função da velocidade e dos sinais de comando (corrente de comutação e tensão aplicada), nas modalidades de tração e freio motor;
- Curva de aquecimento dos motores de tração em regime unihorário e em regime de concordância com o esquema de via;
- Características do motor de tração baseadas nos critérios de desempenho, no diâmetro das rodas novas e em sua última vida e na relação de transmissão, mostrando a tensão do motor, a velocidade e o rendimento em função da corrente do motor, nas modalidades de tração e freio motor;
- Desenhos de contorno típicos do motor de tração e de seus principais componentes e subconjuntos, informando características e dados de montagem, necessários à manutenção futura;
- Seções transversais típicas da unidade redutora e de seus principais componentes, informando características e dados de montagem, necessários à manutenção futura;
- Detalhes do acoplamento e da interface da montagem do motor de tração na unidade redutora;
- Detalhes da facilidade de lubrificação e acesso aos mancais e suas temperaturas;
- Características de resiliência previstas, incluindo a frequência natural da suspensão do conjunto motor-redutor;
- Detalhes do sistema de ventilação dos motores de tração;
- Diagramas unifilares dos circuitos de potência e diagramas funcionais do circuito de controle, incluindo sinais de entrada e saída;

- Número e ligações dos semicondutores de potência usados nos circuitos de tração, bem como as faixas de tensão e de corrente de cada um dos mesmos;
- Consumo estimado de energia do sistema de tração ao longo de um trecho de via previamente selecionado pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), a ser fornecido;
- Característica de ventilação do sistema de potência da tração;
- Características técnicas dos dissipadores de calor.

#### **5.1.10 Dados Técnicos do Sistema de Freios**

Serão fornecidos os seguintes dados:

- Diagramas funcionais mostrando o circuito de controle e os valores de todos os sinais de entrada e saída;
- Valores das pressões nos cilindros de freio, considerando carro vazio e em plena carga (10 passageiros em pé/m<sup>2</sup>, considerando-se um peso de 70 kg por passageiro);
- Descrição, de fácil entendimento, das medidas incorporadas ao projeto, a fim de que as exigências relativas à falha segura e aos intervalos de inspeção e dos serviços, possam ser satisfeitas;
- Diagramas de fluxo do sistema, mostrando o arranjo funcional de todas as válvulas, reservatórios, pontos de ajuste, pontos de teste e os componentes principais;
- Detalhes e desenhos de contorno típicos de cada um dos conjuntos de freio utilizados, incluindo os detalhes de montagem;
- Detalhes e características do sistema de suprimento de ar comprimido;
- Descrição dos materiais de fricção propostos bem como informações de desempenhos em aplicações anteriores, incluindo taxas de desgaste, desempenho a seco e molhado, efeitos quanto ao aquecimento, perda de eficiência, vida útil etc.

#### **5.1.11 Dados Técnicos do Truque**

Deve ser apresentado desenho do conjunto do truque, em seu contorno geral e cortes principais, mostrando também as barras de segurança em planta, em vista lateral e em elevação.

Os desenhos identificarão todas as soldas e a relação entre as costuras de solda e as linhas neutras dos conjuntos das partes soldadas. Os arranjos gerais, a transmissão dos esforços, a previsão para equalização e as interfaces, serão claramente mostradas.

Será submetido um procedimento de controle de qualidade, detalhando os métodos propostos para assegurar a integridade estrutural dos membros da estrutura dos truques e que dê uma atenção particular às seções críticas e à minimização à inspeção e aos reparos de defeitos.

Serão consideradas as possibilidades de controle de soldas por processos de raio-X, ultra-som, magnaflux, líquido penetrante, etc., conforme o nível crítico em que for classificada cada solda.



SECRETARIA DE TRANSPORTES

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| SERVIÇO PÚBLICO ESTADUAL       |            |
| PROCESSO Nº E- 10 / 202 / 2008 |            |
| DATA: 10 / 04 / 2008           | FLS.: 2450 |
| RUBRICA:                       | 2450       |

Este desenho de conjunto do truque informará também a altura total, acima do boleto do trilho, largura total, comprimento total, base rígida, peso estimado do conjunto completo (considerar truque motor e reboque), bem como do conjunto dos eixos, armação (estrutura), componentes da suspensão e demais componentes.

Será fornecida uma relação dos limites de movimento da caixa do carro em relação ao truque, conforme a seguir especificado:

- Vertical (para cima e para baixo), em milímetros;
- Lateral, em milímetros;
- Longitudinal, em milímetros;
- Inclinação (*Roll*), em graus.

Serão fornecidos dados sobre a suspensão, como se segue:

- Tipo da suspensão principal e primária;
- Características das bolsas de ar;
- Constante de amortecimento de cada amortecedor;
- Dados característicos da suspensão quanto aos seguintes movimentos:
  - ⇒ *transverse* (movimento transversal paralelo à via);
  - ⇒ *bounce* (movimento vertical perpendicular à via);
  - ⇒ *hunting* (movimento de rotação no plano horizontal, com eixo vertical no centro do truque);
  - ⇒ *pitching* (movimento de rotação no plano vertical com um eixo horizontal, transversal ao truque, passando pelo centro deste) e;
  - ⇒ *sway* (movimento rotativo das laterais do truque).
- Correspondência entre a pressão das bolsas de ar e as forças verticais, a uma altura constante e a alturas variáveis;
- Volume total das bolsas de ar, inclusive de seu reservatório volumétrico auxiliar;
- Dimensões dos orifícios de amortecimento das bolsas de ar e taxas de amortecimento ao movimento vertical e à inclinação;
- Exigências do suprimento de ar;
- Constantes elásticas e/ou curvas de carga da suspensão como um todo e de todos os demais componentes resilientes do truque, não pertencentes ao sistema de suspensão da caixa.

Serão submetidas à CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) as especificações de material e os níveis de tensões elásticas e dinâmicas de projeto, dos componentes da estrutura dos truques, dos eixos e das molas.

Serão fornecidos desenhos de componentes principais (informando detalhes, especificações de materiais e peso) tais como eixos, rodas, mancais de rolamento das mangas de eixo, amortecedores hidráulicos, elastômero de suporte para os mancais das mangas de eixo, conjunto da barra de segurança etc..

#### 5.1.12 Dados Técnicos do Sistema Elétrico Auxiliar

Serão fornecidos os seguintes dados:

- Características operacionais da fonte de alimentação do sistema auxiliar;

- Características operacionais da fonte de alimentação da baixa tensão/carregador de bateria;
- Curvas de descarga da bateria e exigências de seu carregamento;
- Tabulação de todas as cargas de corrente em baixa tensão, informando as correntes média e máxima, as cargas de emergência, as capacidades dos disjuntores, as cargas contínuas e intermitentes às reservas do sistema de alimentação.

Será fornecido um quadro que mostre, ao longo do tempo, a potencialidade de alimentação de cargas de segurança (sinalização, portas, iluminação de emergência e comunicação), considerando-se o pantógrafo desconectado da rede aérea de alimentação.

Serão fornecidas as características dos disjuntores (para cargas do sistema de tração e dos sistemas auxiliares) e uma descrição detalhada sobre a operação e a proteção oferecidas pelo disjuntor de linha e demais dispositivos de proteção.

#### **5.1.13 Memórias de Cálculo**

Todas as análises, estudos, comprovações, etc., solicitados nesta Especificação ou necessários ao entendimento do projeto desenvolvido, serão acompanhados de documentos detalhados, em um bom nível de entendimento, apresentando as memórias de cálculos efetuadas pelo projetista.

#### **5.1.14 Estudos Cinemáticos**

Será fornecido à CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), para aprovação, durante a fase de elaboração do projeto e antes do início da montagem do primeiro carro, um estudo completo do comportamento do TUE em um trecho de via a ser fornecido pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

Este estudo simulará o comportamento do TUE projetado, em cada ponto da via, informando, sem se limitar, as seguintes características básicas:

- Quilometragem da via;
- Quilometragem percorrida (desempenho);
- Tensão da catenária;
- Corrente consumida pelo TUE;
- Corrente consumida pelo motor de tração;
- Sistema de freio aplicado;
- Nível de aceleração/desaceleração alcançado;
- Temperatura do motor de tração;
- Tempo decorrido total;
- Tempo de parada em estações;
- Velocidade alcançada.

Esta simulação deve ser feita levando em consideração os seguintes fatos:

- TUE com capacidade máxima de passageiros;
- Tensão de catenária nos seus valores mínimo, máximo e nominal;
- Aplicação de frenagem de emergência em três pontos da via.

As características e restrições da via para a simulação (raio de curva, rampa, velocidades autorizadas, etc.), serão fornecidas pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

Estas simulações servirão de subsídio para programação operacional dos TUE's e de base para comparação e análise dos testes de desempenho, tipo e de rotina, a serem aplicados nos TUE's quando da sua aceitação.

#### 5.1.15 Apresentação dos Desenhos e Documentos

O Fornecedor estabelecerá um programa de submissão de desenhos e documentação técnica, conforme estabelecido nesta Especificação. Baseado nestes documentos, a CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) irá atestar a conformidade do projeto com a Especificação, em uma fase preliminar da aceitação definitiva dos Testes de Aceitação e Inspeção na Fábrica relativos aos TUE's.

A aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) sobre qualquer documento submetido pelo Fornecedor não exime o mesmo de total responsabilidade do projeto e desempenho do TUE, ficando também na obrigação de apresentar contra-argumentação técnica aos argumentos da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), quando da não aprovação de qualquer desenho ou documento, caso não aceite como válida a posição da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

O início ou prosseguimento de qualquer serviço, fabricação, montagem, etc., sem a obtenção da aprovação formal da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), correrá por conta e risco exclusivo do Fornecedor, até que seja obtida a aprovação formal da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

Os softwares de geração dos documentos, a serem utilizados em suas versões mais atualizadas na elaboração da documentação técnica dos fornecimentos, serão:

➤ Textos:

Os documentos serão apresentados em softwares editáveis, no formato A4;

➤ Desenhos e esquemas:

Serão gerados em AUTOCAD ou outro software que possa ser convertido, nos seguintes padrões - A0, A1, A2, A3 e A4 da ABNT;

➤ Apresentação dos desenhos e esquemas:

⇒ em PDF, para aprovação;

⇒ em DWG, após aprovação e geração de *As-Built*.

Os documentos desenvolvidos exclusivamente para a CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), utilizarão o idioma Português do Brasil.

Os documentos referentes aos equipamentos e materiais de prateleira ou deles adaptados, somente serão aceitos nos idiomas Português do Brasil, Espanhol ou Inglês.

Toda documentação técnica para análise e aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), inclusive as das revisões, será fornecida: 1 (uma) via em mídia eletrônica e 2 (duas) vias em papel.

A documentação técnica, após aprovação final da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), e a documentação *As-built*, será fornecida da seguinte forma:

- Arquivos editáveis, armazenados em 1 (uma) via em mídia eletrônica (CD ou DVD), com assinatura digital;
- Originais em papel, no caso de arquivo texto e em papel vegetal, nos casos de desenhos, diagramas e esquemas, em 2 (duas) vias;
- Manuais de manutenção, operação e peças no idioma Português do Brasil entregues em 5 (cinco) vias de cada volume, para cada sistema e 1 (uma) via em mídia eletrônica (CD ou DVD) para reprodução interna. Serão entregues 2 (duas) vias de cada volume e uma mídia eletrônica em inglês.

O fato da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) ter aprovado determinada documentação técnica, não isenta o Fornecedor de suas obrigações e responsabilidades pelo fornecimento e pelo atendimento pleno das especificações técnicas qualitativa e quantitativamente.

Os documentos serão identificados e codificados pelo Fornecedor com os seguintes dados:

- Código do Fabricante e do sub-fornecedor;
- Responsável técnico;
- Número sequencial e das revisões;
- Total de folhas;
- Datas das emissões e revisões.

#### **5.1.15.1 Manuais Técnicos**

Após a aprovação do projeto executivo e antes da entrega do primeiro TUE, será fornecida uma cópia de cada manual (operação, manutenção e peças) para análise, comentários e aprovação por parte da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

A forma final de apresentação e a estruturação dos manuais de operação, manutenção e peças será discutida com a CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) durante a fase do projeto executivo.

Após aprovação, 1 (uma) cópia de cada um dos manuais de operação, manutenção e peças será entregue antes da entrada do primeiro TUE em operação.

O Fornecedor revisará as partes dos manuais técnicos de manutenção, operação e peças que porventura tenham sido modificadas no decorrer da garantia do TUE e na data especificada na Lista de serviços Relacionados e Cronograma de Término da Seção VI - Lista de Requisitos apresentará conjunto de manuais revisados, na quantidade descrita na Lista acima.

Antes do término da garantia técnica e da emissão do Certificado de Aceitação Definitivo (CAD) do último TUE, o Fornecedor fornecerá cópias das páginas modificadas com o objetivo de promover a substituição das páginas dos manuais entregues inicialmente.

Os manuais revisados de manutenção, operação e peças serão no idioma Português do Brasil e serão entregues em 1 (uma) via de cada volume, para cada sistema e 1 (uma) via em mídia eletrônica (CD ou DVD) para reprodução interna. Será entregue também 1 (uma) via de cada volume e uma mídia eletrônica em inglês.

O Fornecedor apresentará os manuais com os seguintes conteúdos:

#### **5.1.15.1.1 Manual de Operação**

O Fornecedor enviará os Manuais de Operação com todas as informações necessárias à operação dos TUE's. Estas informações serão reunidas em diferentes tópicos, conforme descrições a seguir:

- Descrição dos sistemas;
- Procedimentos de colocação em operação dos TUE's;
- Operação dos sistemas;
- Funcionamento degradado;
- Anormalidades no funcionamento.

#### **5.1.15.1.2 Manual de Manutenção**

O Fornecedor enviará os manuais de manutenção com todas as informações necessárias à realização das manutenções dos diversos sistemas, equipamentos e de seus *softwares*.

Os manuais de manutenção terão todas as informações necessárias à realização das manutenções preventivas e corretivas, devendo seu conteúdo técnico, ser apresentado da seguinte forma:

- Descrição dos sistemas;
- Localização dos componentes;
- Atividades de manutenção preventiva;
- Procedimentos de remoção e Instalação dos equipamentos;
- Procedimentos de desmontagem/ montagem, inspeção, ajuste e testes;
- Procedimentos de armazenagem e conservação;
- Equipamentos microprocessados;
- Pesquisa das causas prováveis dos defeitos;
- Árvore física do TUE;
- Instrumentos e ferramentas necessários para manutenção.

#### **5.1.15.1.3 Peças**

O catálogo de peças conterá todas as informações necessárias à identificação das mesmas, sempre que possível através de ilustrações em vista explodida, com as descrições das peças componentes dos diversos sistemas e equipamentos, fazendo referência às dimensões, materiais, tratamentos térmicos, números dos desenhos dos

fabricantes e modelos, com as devidas quantidades e códigos de referência comerciais, tanto do fabricante quanto de seus sub-fornecedores.

#### **5.1.15.2 Numeração dos Desenhos**

A CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) encaminhará ao Fornecedor, quando da época de colocação do pedido de fornecimento, juntamente com o programa de submissão de documentos e desenhos, um sistema de numeração de desenhos e documentos a ser observado pelo Fornecedor.

Este sistema de numeração irá permitir identificar, através da codificação utilizada, o sistema a que pertence, responsável por sua emissão, número de folhas adicionais, etc.

### **5.2 Projeto**

#### **5.2.1 Condições de Operação**

Os TUE's operarão satisfatoriamente nas vias da CENTRAL, ora em Concessão. Os TUE's preverão infra-estrutura mecânica e elétrica (eletrodutos, cablagem, etc.) para instalação, posteriormente, dos equipamentos do sistema de sinalização ATC. Para tanto, serão fornecidos ao Fornecedor os desenhos e especificações disponíveis, necessários a implantação dos mesmos.

Os TUE's, em todas as condições de carregamento serão operados continuamente 20 horas por dia, considerando-se os seguintes requisitos de carga:

- Entre 04:00h e 05:00h - 650 passageiros / TUE;
- Entre 05:00h e 08:00h - 1.300 passageiros / TUE;
- Entre 08:00h e 11:00h - 650 passageiros / TUE;
- Entre 11:00h e 13:00h - 800 passageiros / TUE;
- Entre 13:00h e 16:00h - 650 passageiros / TUE;
- Entre 16:00h e 20:00h - 1.300 passageiros / TUE;
- Entre 20:00h e 00:00h - 650 passageiros / TUE.

Os TUE's serão equipados com 2 cabines, uma em cada extremidade, que permitirão a circulação à direita ou à esquerda do sentido de marcha, nos dois sentidos.

O Fornecedor garantirá que qualquer defeito ou falha que venha ocorrer em um carro afete o mínimo possível os demais carros da composição formada, sendo previstas alternativas operacionais que impeçam a paralisação da composição, podendo a mesma seguir com segurança por meios próprios.

Algumas falhas e/ou defeitos, no entanto, são imprevisíveis e de difícil contorno, não permitindo a continuidade da operação. Os componentes e equipamentos colocados nesta situação passarão por processos criteriosos de escolha que assegurem aos mesmos uma alta qualidade de projeto, fabricação e montagem. No entanto, a falha de um destes componentes, esgotadas todas as possibilidades de contorno, permitirá o deslocamento da composição por meios próprios, porém em situação de degradação operacional, garantidas as condições de segurança operacional.

As facilidades para acionamento de dispositivos de contorno de falhas serão projetadas para acionamento fácil e eficiente, para serem utilizados pelo pessoal de operação.

Ainda assim, poderão existir casos em que alguma falha ou defeito possa impossibilitar que a composição se desloque por meios próprios. Estes casos serão informados pelo Fornecedor, que preparará um rigoroso procedimento de manutenção preventiva que assegure ser o mais remoto possível a ocorrência de falhas ou defeitos deste tipo.

#### **5.2.1.1 Supervisão Operacional**

A supervisão operacional será realizada pelo condutor de uma composição, definida como o trem composto de 1 (um) a 3 (três) TUE's acoplados, através da leitura e interpretação de dispositivos ou equipamentos existentes no console de comando. As seguintes informações serão fornecidas ao condutor da composição:

- Velocidade do trem;
- Valor da tensão de catenária;
- Velocidade comandada do ATC;
- Valor da pressão dos encanamentos principal e cilindro de freio;
- Indicadores e sinalizadores de falhas, através de monitor, localizado na console.

Os indicadores serão utilizados para fornecer ao condutor informações sobre o estado dos equipamentos, tais como o estado das portas (abertas ou fechadas), o estado do sistema pneumático (carregado ou descarregado), motores isolados, disjuntores abertos, etc..

O sistema de informação e monitoramento da composição possuirá equipamento de "hardware" e de um "software" de controle e de display no console, que integrados, constituirão uma rede local a bordo da composição.

Além da informação e monitoração, este sistema apresentará diagnósticos da composição, sinalização de falhas dos diversos equipamentos, falhas próprias e armazenar os principais dados a serem definidos na fase de projeto.

#### **5.2.1.2 Comunicações em Operação**

Além dos serviços de comunicação com os passageiros, será prevista comunicação entre o condutor da composição e o Centro de Controle Operacional - CCO, em ambos os sentidos.

Será prevista também a possibilidade de direcionamento da comunicação a partir do CCO para os usuários.

Será instalado um sistema de comunicação entre o passageiro no salão e o condutor na cabine.

#### **5.2.2 Fatores Ambientais**

Como o objetivo deste documento é o de especificar um TUE que possa operar em todas as vias da CENTRAL, ora em Concessão, e devido às situações climáticas,

apresentamos a seguir as condições mais gerais do ambiente onde estes TUE's irão operar.

#### 5.2.2.1 Condições de Projeto

Os projetos dos carros e seus equipamentos devem ser desenvolvidos visando que intempéries a que estarão sujeitos durante o serviço não venham a causar perturbações no funcionamento dos mesmos, não provoquem nenhuma fadiga anormal de seus componentes, nem sua deterioração precoce.

É importante a necessidade de vedação eficiente das paredes externas dos cofres de equipamentos sob estrado, retardando o aparecimento de processo de corrosão. Igualmente as borrachas e materiais vedantes a serem utilizados possuirão capacidade assegurada de resistência à exposição constante às características locais, não reduzindo seu grau de eficiência.

Todos os equipamentos montados nos carros serão à prova de umidade e terão proteções contra a condensação de umidade, além das condições extremas de temperatura, incluindo aqueles que por projeto estarão expostos à luz solar ou serão aquecidos indiretamente por outros componentes localizados em suas vizinhanças.

O projeto considerará que os carros serão lavados periodicamente em máquinas de lavagem automática com escovas laterais e superior. Para tanto todos os equipamentos localizados sobre a cobertura ou nas laterais, estarão protegidos do contato com as escovas. As tomadas de ar para equipamentos serão projetadas contra a infiltração proveniente da água de lavagem.

#### 5.2.2.2 Condições Ambientais

Serão consideradas como temperatura máxima ambiente à de 50 °C e como mínima ambiente à de 5 °C.

A umidade relativa máxima a ser considerada é de 95 %.

A temperatura ambiente no interior de um carro estacionado a céu aberto, completamente fechado, sob o sol, poderá atingir 70 °C.

Em situações de projeto em que um determinado equipamento esteja submetido a temperaturas mais elevadas, suas características nominais serão fornecidas tendo por base uma temperatura no mínimo 20 % superior àquela em que ficará normalmente exposto.

Serão igualmente fornecidas à CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) as características de funcionamento e/ou de limitação de funcionamento em relação às temperaturas máximas e mínimas de todos os equipamentos e informadas as soluções de proteção para estes equipamentos, visando a preservação de sua qualidade operacional e tempo de vida útil prevista.



SECRETARIA DE TRANSPORTES

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| SERVIÇO PÚBLICO ESTADUAL       |            |
| PROCESSO Nº E- 10 / 202 / 2008 |            |
| DATA: 10 / 04 / 2008           | FLS.: 2458 |
| RUBRICA:                       | 2458       |

O TUE deverá operar em condições normais com a presença de água até a altura do boleto do trilho.

### 5.2.3 Exigências de Segurança

O Fornecedor estabelecerá como filosofia básica do projeto a segurança dos passageiros e de todos os envolvidos nas atividades normais de operação e manutenção como prioridade de decisão sobre os demais aspectos participantes do desenvolvimento do projeto, objetivando alcançar níveis ótimos de segurança.

O aspecto de segurança será considerado de maneira global e abrangente em todos os subsistemas, equipamentos e componentes montados nos carros, considerando todas as possibilidades de degradação operacional da composição.

Todas as dúvidas existentes quanto à segurança serão levantadas pelo Fornecedor na fase inicial do projeto, evitando-se que, após gerado grande volume de projeto e/ou fabricação e montagem, sejam necessárias correções de grande vulto visando manter o nível de segurança estabelecido previamente.

Assim, visando minimizar possibilidades futuras de correções no projeto, retardando a conclusão do mesmo e evitando situações de "fato consumado", o Fornecedor tomará em consideração, sem se limitar, os seguintes aspectos:

- a) Levantamento de informações específicas no tocante a satisfazer as exigências de segurança durante o desenvolvimento das fases de projeto, fabricação, transporte e teste dos equipamentos e do TUE completo, bem como durante as eventuais necessidades de modificações que se apresentem no desenvolvimento da garantia dos equipamentos e dos trabalhos de assistência técnica.
- b) Listar e descrever detalhadamente as tarefas específicas envolvidas com a segurança dos sistemas e do projeto como um todo.
- c) Programar os procedimentos de controle que assegurem a conclusão de cada uma dessas tarefas, coincidente com o cronograma de desenvolvimento global do fornecimento (projeto, fabricação, testes, etc.).
- d) Estabelecer o procedimento para análise, identificação, descrição e comunicação de pontos contrários à segurança, bem como processo para sua discussão e avaliação comum e ações necessárias para a correção do problema levantado.
- e) Estabelecer procedimentos para que o Fornecedor, responsável por todo o projeto, inclusive no aspecto segurança, imponha a seus demais sub-fornecedores a mesma filosofia de segurança adotada pelo próprio Fornecedor em todas as fases do fornecimento, inclusive no gerenciamento das atividades dos mesmos em suas dependências, nas do Fornecedor, na CENTRAL e nas vias e instalações Concedidas.
- f) Estabelecer e tornar de conhecimento geral os procedimentos e exigências estabelecidos para obtenção da segurança desejada entre todos os técnicos e gerentes responsáveis por atividades relacionadas com o fornecimento.

O projeto, considerado como um todo, e os procedimentos operacionais considerarão, sem no entanto se limitar, os seguintes aspectos principais:

- a) Evitar, eliminar ou reduzir os riscos identificados pelo Fornecedor ou pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) através dos procedimentos de análise do projeto, modificando-o, substituindo materiais e componentes, exigindo maior qualidade, etc..
- b) Evitar ou minimizar quaisquer riscos à segurança de passageiros, pessoal envolvido na operação, manutenção e equipamentos que depois de analisados, potencializados e com a concordância da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), não possam por algum motivo ser eliminados ou evitados. Neste caso, procedimentos de alerta serão elaborados para cada um dos casos.
- c) Considerar no projeto princípios já consagrados a favor da segurança, tais como, de falha segura e/ou operação vital que assegurem, caso ocorram falhas em um equipamento, falhas humanas ou influências externas, que o TUE permaneça nas condições previsíveis de segurança.
- d) Instalar os componentes dos equipamentos de forma que o acesso a eles, para fins de operação, manutenção, reparos ou ajustes, não exponha as pessoas, responsáveis por sua operação e manutenção, a riscos tais como: queimaduras, choques elétricos, cantos cortantes, cantos vivos ou aguçados, atmosferas tóxicas, etc. e evitar a submissão de pessoal de operação e de manutenção a esforços fisiológicos indevidos que possam induzir a erros de manipulação e conseqüentes acidentes.
- e) Fornecer notas e avisos de cuidado nas instruções de operação, de montagem, de manutenção e de reparo. Todos os componentes, equipamentos, instalações e compartimentos considerados perigosos ou de alto risco de segurança, serão identificados fisicamente, de forma clara e característica, fornecendo instruções locais para o manuseio correto, com a finalidade de proteger o pessoal envolvido.
- f) Todos os compartimentos onde esteja presente alta-tensão serão intertravados com o sistema de captação e o acesso só poderá ser permitido após ter sido assegurada a desenergização do compartimento.

Uma seqüência de prevalência de falhas, restritivas à segurança operacional e do equipamento até a ocorrência de falhas isoladas não restritivas será elaborada e considerada na elaboração do projeto do TUE. Uma falha humana ou de equipamento ou uma influência externa adversa resultará em uma condição restritiva que deve ser informada e resultar na imposição de uma condição de restrição, mesmo que se presuma que a segurança não será afetada.

São consideradas como situações de restrição operacional e assim tratadas, as seguintes anormalidades:

- a) Falhas auto-detetáveis em componentes dos freios acarretarão a aplicação dos freios e a imobilização da composição formada. As falhas auto-detetáveis em



SECRETARIA DE TRANSPORTES

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| SERVIÇO PÚBLICO ESTADUAL       |           |
| PROCESSO Nº E- 10 / 202 / 2008 |           |
| DATA: 10 / 04 / 2008           | FLS. 2438 |
| RUBRICA: 2460                  | xtf       |

componentes do sistema de tração interromperão a aceleração, deixando livre o sistema de freios para que o maquinista o acione, se julgar necessário, com qualquer das taxas de desaceleração disponíveis e em qualquer velocidade que se encontre.

- b) Falhas não auto-detetáveis em componentes não acarretarão consequências que levem a situações inseguras, quer ocorram isoladamente ou em conjunto com outras falhas.
- c) O sistema não será levado à condições inseguras qualquer que seja a quantidade de componentes com falhas simultâneas, motivadas por uma causa comum ou por causas relacionadas.
- d) Fios rompidos ou em curto circuito, contatos sujos ou danificados, relés que não operam quando energizados ou a falta de energia de alimentação, não acarretarão condições de insegurança operacional e para os equipamentos.
- e) Ao se estabelecer critérios de falha segura para os circuitos eletro/eletrônicos se considerará a possibilidade de seus componentes apresentarem falhas nas condições de aberto ou fechado. A suposição de que dispositivos com terminais múltiplos possam falhar nos estados de aberto ou fechado, parcial ou totalmente, será considerada.
- f) Sistemas resultantes utilizados para situações onde o projeto não tenha sido capaz de dar outra solução para se obter condições de falha segura, não poderão ser generalizados e serão considerados como casos excepcionais, se obtida a aprovação antecipada da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

Em qualquer solução que venha a ser adotada, as falhas desses sistemas serão obrigatoriamente sinalizadas.

### **5.3 Exigências de Performance**

#### **5.3.1 Geral**

Os equipamentos utilizados nos TUE's serão projetados com interfaces adequadas e alcançar satisfatoriamente os valores de performance especificados. As bases do projeto serão as seguintes:

- a) As taxas de aceleração e desaceleração serão consideradas para uma via seca, em nível e em reta.
- b) As taxas de aceleração e as velocidades de marcha incluirão as resistências do trem e as perdas na transmissão.
- c) O diâmetro das rodas novas será considerado para fins de cálculo do projeto, mas as taxas especificadas serão obtidas para qualquer diâmetro, compreendido entre o correspondente a rodas novas e limite de rejeito.
- d) A velocidade operacional máxima será de 100 km/h.

e) O carro será capaz de manter uma velocidade operacional de 100 km/h ao longo da faixa especificada para o desgaste das rodas. Um dispositivo de proteção de sobrevelocidade será fornecido para cortar o sistema de tração, caso o veículo atinja velocidades superiores à máxima de segurança em rampas em declive.

f) Será instalado um sistema sensor de carga para produzir sinais proporcionais à carga do veículo, tanto para o sistema de propulsão, quanto para o sistema de frenagem. Esta informação será definida instantaneamente em um período de tempo compreendido entre o fechamento das portas de salão e a liberação para a tração.

g) Eventuais falhas no sistema sensor de carga não ocasionarão taxas de aceleração ou de frenagens menores do que as previstas para o peso em tara do TUE, nem maiores do que a taxa normal requerida para um veículo plenamente carregado.

h) As taxas de aceleração e desaceleração serão obtidas independentemente da carga processada pelo TUE (até uma carga de 8 passageiros/m<sup>2</sup>) e do número de TUE's acoplados. Contudo, de modo a serem obtidas as taxas de desaceleração, será adotado um limite de 10 passageiros em pé/m<sup>2</sup>.

### 5.3.2 Tempos das Respostas dos Controles

Os tempos passivos máximos para todos os sistemas de controle e de detecção em resposta a um pulso de comando de entrada, são os seguintes:

- Modulação dentro de modalidade de frenagem de serviço ou de propulsão: 2,0 s
- Modulação dentro de modalidade de frenagem de emergência: 2,5 s
- Mudanças de modalidade: 3,0 s
- Controle de patinação / deslize de rodas: 2,0 s

### 5.3.3 Ajuste das Taxas

Serão instalados controles (potenciômetros, etc.) para o ajuste das taxas de aceleração e de desaceleração do carro, a fim de que tais taxas possam ser mantidas dentro de tolerâncias estreitas sob todas as condições de desgaste de rodas e de outras variáveis. Tipos de ajustes serão informados a CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) durante a fase executiva de projeto.

### 5.3.4 Sinais de Intertravamento e Controle

Os sistemas de frenagem e de tração responderão aos sinais de comando de tração do TUE, dentro das limitações e precisão indicadas.

A seleção do esforço de tração ou frenagem será um resultado direto da posição do punho do controlador mestre. O sinal real poderá ser uma corrente ou uma tensão.

O sinal de comando de emergência ignorará os controles de patinação/deslize de rodas. A linha de trem elétrica do freio de emergência será energizada através do controlador mestre, devendo o freio de emergência ser aplicado quando da desenergização desta linha. O TUE será projetado de forma a possibilitar que, quando um TUE venha a ser rebocado por locomotiva, seu sistema de freio possa ser controlado pelo veículo rebocador.

Uma frenagem de emergência, ao longo do TUE, será ocasionada por:

- Controlador de freio;
- Dispositivo de homem morto;
- Botão soco do console;
- Dispositivo para aplicação de freio de emergência no salão de passageiros;
- Automaticamente quando houver uma degradação do sistema pneumático que comprometa a frenagem segura da composição; ou
- ATC;
- Dispositivo anti-descarrilamento.

### **5.3.5 Interferência de Radiofrequência**

Todos os equipamentos instalados nos carros serão projetados de modo a estarem imunizados contra a interferência de rádio frequência externa aos carros ou originárias de outros equipamentos também montados nos carros, que possam causar alterações no funcionamento correto dos mesmos em todos os seus níveis de operação. Devem ser consideradas, inclusive, possibilidades de degradação operacional do sistema e do TUE. Igualmente, estes equipamentos não serão fontes de geração de interferências em equipamentos e sistemas localizados ao longo da via.

Equipamentos e sistemas de frequências variáveis que possam interferir em outros sistemas operacionais não poderão ser usados. Sendo assim, o Fornecedor obterá, ao longo da etapa do projeto básico, todas as informações necessárias para garantir que os sistemas de rádio, telecomunicações e de sinalização existentes sejam compatíveis. Para isso, o Fornecedor efetuará testes e aferições, de modo a evitar qualquer interferência eletromagnética e elétrica no TUE, em conformidade com a Norma IEC 62236.

O sistema de sinalização atualmente em uso utiliza frequência de 60 Hz, com um nível de corrente de 30 a 60 A.

O Fornecedor apresentará à CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), para aprovação, os níveis máximos de radiofrequência emitidos pelos equipamentos.

## **5.4 Condições de Conforto**

### **5.4.1 Conforto Térmico**

O TUE será projetado para garantir em seu interior um adequado conforto térmico aos passageiros e ao condutor, mesmo em condições ambientais externas severas. Para isso, as seguintes medidas serão consideradas:

#### **5.4.1.1 Isolamento Térmico**

Os veículos serão providos de alto grau de isolamento térmico. Os policarbonatos e vidros das portas e janelas conterão tratamentos que reduzam a transmissão do calor ao interior do veículo.

#### **5.4.1.2 Sistema de Ar Condicionado**

O sistema de ar condicionado atenderá os quesitos especificados no item 6.19, sistema de ar condicionado do carro de passageiros.

O sistema de ar condicionado do salão de passageiros e na cabine garantirá a manutenção do nível de temperatura no interior do carro entre 20 °C e 23 °C, independente do grau de temperatura do exterior, para um carro com lotação máxima, em via a céu aberto, devendo ser considerado a temperatura e umidade média do Estado do Rio de Janeiro durante o verão.

Quando a temperatura interna for inferior a 20 °C, temperatura mínima de referência, o sistema de ar condicionado manterá apenas a renovação do ar.

#### **5.4.2 Conforto Acústico**

##### **5.4.2.1 Vibrações e Ruídos**

Os equipamentos e sistemas que compõem os carros serão projetados, executados e instalados, de forma a garantir um desempenho acústico adequado, possibilitando conforto aos passageiros. As verificações de nível de som serão efetuadas desde o início da montagem dos componentes até sua instalação e operação nos carros.

Optar-se-á por recursos de melhoria do projeto mecânico em caso de necessidade de redução de nível acústico, procurando-se descartar, desta forma, a utilização de elementos específicos de controle de som, de configuração que requeiram manutenção difícil e onerosa. Para as medições de nível de ruído será utilizada a escala lenta dos medidores, salvo em referência específica.

Será garantido o projeto de todos os equipamentos visando assegurar uma geração mínima de vibrações e ruídos e a utilização de métodos de atenuação de vibrações, com objetivo de minimizar a transmissão das mesmas para o passageiro pelo ar ou pela estrutura.

##### **5.4.2.2 Ruídos dos Equipamentos Instalados nos Carros**

Os ruídos produzidos por um truque motor, com respectivos motores de tração e caixa de engrenagem, montado sob o carro com as rodas girando sem cargas, em qualquer rotação correspondente à faixa de 0 a 100 km/h do veículo, não ultrapassará 90 dBA a 4,5 metros do centro geométrico do truque, em um plano horizontal que inclua as linhas de centro dos eixos rodeiros.

Os equipamentos localizados sob o estrado do carro, incluindo o sistema de tratamento de ar, motores geradores, freios, compressores, válvulas, quando operando individualmente, em condições e cargas nominais, não emitirão ruídos superiores a 80 dBA, medidos a 4,5 metros da linha de centro do equipamento ou do eixo. Todas as partes e acessórios que façam parte do equipamento sob teste estarão montados e instalados e o carro estará na condição de repouso.



GOVERNO DO  
Rio de Janeiro

SECRETARIA DE TRANSPORTES

SERVIÇO PÚBLICO ESTADUAL  
PROCESSO Nº E- 10 / 202 / 2008

DATA: 10 / 04 / 2008

FLS.: 244

RUBRICA:

2464

pel

Os equipamentos de operação de portas do carro, em um de seus lados, não produzirão ruído superior a 65 dBA na escala rápida do medidor em qualquer ponto do carro localizado a 300 mm das portas.

#### 5.4.2.3 Ruído no Interior do Carro

O ruído produzido no interior do carro com todos os equipamentos auxiliares (ar condicionado, sinais de advertência, reatores, etc.) funcionando simultaneamente e em condições normais, não ultrapassará 70 dBA, com portas e janelas fechadas, medidos em 5 pontos localizados a 1,2 metros do piso acabado no eixo do carro, sendo uma leitura efetuada no centro geométrico do carro e as demais nos eixos das portas.

O ruído produzido no interior do carro por todos os equipamentos do carro (sistemas principais e auxiliares) operando em condições normais, não ultrapassará 70 dBA com portas e janelas fechadas e 75 dBA com portas abertas, utilizando-se as mesmas condições de medição do item anterior.

Os níveis médios de ruído produzidos no interior do carro não ultrapassarão 80 dBA, com o carro operando em via reta com dormentes e lastro à velocidade média de 60 km/h. Serão efetuadas as leituras, conforme especificado, com todos equipamentos funcionando em condições normais.

#### 5.4.2.4 Vibrações

Fará parte do projeto a utilização de métodos para atenuar as vibrações dos equipamentos que não atendam às exigências no tocante às limitações dos níveis de vibrações. As vibrações horizontais ou verticais de todos os equipamentos auxiliares montados no carro não ultrapassarão 0,04 G, em qualquer frequência até 60 Hz, quando medidas em quaisquer locais do piso, do revestimento do teto ou das paredes do carro e dos painéis e das estruturas dos bancos.

Os motores de tração estando livres e apoiados em calços de borracha e operando à velocidade máxima e à metade da mesma, não apresentarão amplitude de vibração (pico a pico) superior a 0,05 mm e velocidade de vibração superior a 7,6 mm/s.

#### 5.4.3 Conforto Visual

O TUE apresentará conforto visual adequado aos passageiros e condutores. O ambiente do salão de passageiros será agradável no acabamento e nas cores. O TUE terá amplas janelas envidraçadas e adequado sistema de iluminação, com um nível de iluminamento médio de 400 lux, medido de acordo com as normas da ABNT. As luminárias serão providas de difusores que evitem o ofuscamento.

As lâmpadas serão do tipo fluorescentes.

#### 5.4.4 Suavidade de Marcha e Ergonomia

Para conforto e segurança dos passageiros em pé serão providos apoios e suportes (colunas, barras e pega-mãos), de modo que possam estar sempre sustentados pelas mãos, manter o equilíbrio quando das acelerações e frenagens para que não tenham que

empregar esforços demasiados ou ficarem em posições incômodas e para garantir o total equilíbrio.

A posição dos apoios e suportes considerará a variedade de altura dos passageiros. Os apoios constituídos por colunas, barras e pega-mãos serão em quantidade e disposição suficientes para que o passageiro em pé não fique sem apoio e que, quando se deslocarem ao longo do carro e do trem, possam caminhar sempre passando de um elemento a outro, sem ficar momentaneamente sem apoio. Tais requisitos serão demonstrados no projeto e submetidos à aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

Para suavidade de marcha serão obedecidos os requisitos de aceleração, desaceleração e solavanco ( *jerk*) contidos nesta especificação.

Será dada uma atenção particular ao projeto de todos os equipamentos, a fim de assegurar uma geração mínima, bem como uma atenuação adequada, das vibrações, de modo a não afetar o conforto dos usuários. As frequências próprias das vibrações se afastarão, ao máximo possível, das zonas de máxima sensibilidade.

#### 5.4.5 Comunicação Visual

Os veículos serão equipados com um sistema de comunicação visual que permita uma orientação satisfatória dos passageiros usuais e eventuais.

Estas comunicações serão realizadas através de placas, adesivos e painéis indicativos. Serão situadas tanto no interior do salão de passageiros como no exterior do veículo, de acordo com sua finalidade.

As seguintes informações serão previstas:

- Indicações para uso das portas;
- Indicação de destino do trem (2 indicadores de destino laterais, integrados através de comando único por painel de controle localizado na cabine do maquinista com os indicadores de destino frontais no lado externo na cabeceira);
- Indicação de localização e instrução de uso de extintores de incêndio e saídas de emergência;
- Diagrama esquemático contendo as linhas e estações dos 5 (cinco) ramais da CENTRAL, ora em Concessão;
- Indicações de alerta e proibições, preferências de uso, tais como, avisos de não fumar, sentido de entrada e saída de passageiros, comunicação, em casos de emergência, com o condutor na cabine.

Durante o processo de aprovação de desenhos, serão submetidos à aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) os desenhos contendo os dizeres de cada indicação, bem como a distribuição da comunicação visual no interior do salão.

Além disso, será utilizado um sistema de informação visual aos passageiros, conforme descrito no item 6.14).

Serão previstos espaços no salão de passageiros destinados à futura exploração comercial.

#### **5.4.6 Comunicação Sonora**

Os veículos serão também dotados de sistemas de comunicação sonora, em especial os seguintes:

- Alarme de fechamento eminente das portas;
- Comunicação condutor/passageiro, por canal de voz, geral ou seletiva por carro;
- Comunicação passageiro/condutor (alarme por canal de voz de atuação do dispositivo de emergência localizado no interior dos carros);
- Alarme sonoro (buzina) atuado pelo condutor para alerta na passagem do trem.

Será utilizado um sistema de comunicação sonora conforme descrito no item 6.27.

### **5.5 Exigências do Projeto do Sistema**

#### **5.5.1 Exigências de Folga**

As caixas e equipamentos dos carros serão projetados para se obter as folgas previstas nos gabaritos estático e dinâmico da via em que irão operar comercialmente e em vias de serviço, para acesso às áreas de manutenção, manobra e estacionamento.

Em anexo a esta Especificação consta diagrama de gabarito da via (estático e dinâmico, que será observado pelo projetista) conforme desenhos "*Gabarito de Obstáculos para Linhas Novas com Tráfego de Trens de Passageiros e de Carga (Linha Singela/Dupla) Bit: 1,60 m*" nºs 01/05 a 05/05 da FLUMITRENS. Quando do início do projeto dos carros, será solicitada à CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), a confirmação do gabarito da via e demais dados que o projetista julgar necessários para projetar TUE compatível com as características da via e dentro do seu melhor aproveitamento.

O projetista apresentará para aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), um relatório de cálculo completo e detalhado, com todos os critérios utilizados para obter o gabarito dinâmico dos carros.

Este gabarito dinâmico dos carros será calculado para as piores condições de carregamento e de desgaste, tanto dos carros como da via. Os coeficientes de elasticidade e de amortecimento dos diversos materiais componentes da suspensão dos carros serão considerados em seus valores mínimos ou máximos, conforme o caso, que venham a intervir mais restritivamente nos limites do gabarito da via fornecido pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

Serão fornecidos igualmente pelo projetista, as plantas e cálculos que demonstrem a correta inscrição dos carros acoplados em curvas de raio mínimo, sem que ultrapassem as limitações do gabarito da via e mantenham entre os mesmos uma razoável distância de segurança, sem afetar cabos de passagem ou outros componentes instalados entre os carros.

O gabarito estático dos carros será elaborado considerando as dimensões gerais especificadas para os mesmos.

Todas as folgas e oscilação dos carros, previstas para o gabarito dinâmico, serão demonstradas através de testes que simulem as mesmas em um carro parado. Os testes para comprovação do projeto, quanto a gabaritos e características dimensionais dos carros, serão realizados tendo por base as Normas MB-1334 da ABNT, 165 da IEC e 610 da UIC, em seus capítulos respectivos.

### 5.5.2 Padrões De Via

A via permanente por onde circularão os TUE's apresenta as seguintes características:

#### 5.5.2.1 Gabarito

Serão obedecidos os gabaritos de obstáculos para linhas novas (singela e dupla) com tráfego de trens de passageiros, conforme desenhos "*Gabarito de Obstáculos para Linhas Novas com Tráfego de Trens de Passageiros e de Carga (Linha Singela/Dupla)* Bit: 1,60 m" nºs 01/05 a 05/05 da FLUMITRENS.

Antes de iniciar o desenvolvimento do projeto, o projetista certificar-se-á, junto à CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), dos valores relativos aos gabaritos apresentados.

#### 5.5.2.2 Rampa Máxima

- 2% (dois por cento), para o TUE com carga máxima.

#### 5.5.2.3 Trechos em Curva

- Raio mínimo em vias comerciais: 146 m
- Raio mínimo das vias em pátio: 76 m

#### 5.5.2.4 Raios Mínimos Verticais

- Em linha principal: 500 m

#### 5.5.2.5 Plataformas das Estações

Os TUE's a serem fornecidos operarão em estações com plataformas com extensões compatíveis com a formação de composições (múltiplos do comprimento do carro de 22 metros - 4 carros/TUE - máximo de 3 TUE's por composição) e altura do piso de 1.305 mm (em relação ao topo do boleto do trilho, com as rodas novas).

Quando do início do projeto caberá ao projetista solicitar à CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) a confirmação dos dados apresentados e demais que julgar convenientes para desenvolvimento de seu projeto.

#### 5.5.2.6 Tipo da Roda e do Contorno da Superfície de Rolamento

As rodas serão em aço forjado e laminado, tipo A-38, conforme a especificação AAR-M-107, última revisão, Classe C.

Serão marcados no aro, externamente, o diâmetro de vida da roda (limite para rejeição da roda), que será de 889 mm.

#### **5.5.2.7 Exigências da Catenária**

O pantógrafo instalado nos carros motores será capaz de operar com o desempenho especificado sem acarretar problemas ou danos físicos e elétricos ao fio de contato da catenária.

O TUE operará satisfatoriamente para uma altura normal dos fios de contato da catenária entre 4.600 e 6.500 mm em relação ao topo do boleto do trilho.

Será considerado, para definição do comprimento útil da canoa do pantógrafo, um desvio de até 350 mm da linha de centro do contato em relação ao eixo da via (passeio da rede aérea).

A tensão nominal de alimentação será de 3.000 Vcc. Entretanto será admitida uma variação de tensão entre um máximo de 3.900 Vcc e um mínimo de 2.000 Vcc.

### **5.5.3 Capacidade e Desempenho**

#### **5.5.3.1 Velocidade Máxima e Raios de Curvatura**

A velocidade máxima dos trens poderá atingir 100 km/h. A velocidade em pátios e oficinas em curvas de 76 m será de 25 km/h, no máximo.

As composições operarão em curvas com raios de até 146 m nas vias comerciais. Nos pátios de estacionamento e oficinas, as composições circularão em curvas com raios de até 76 m, sem a necessidade de desmontar qualquer equipamento do mesmo.

#### **5.5.3.2 Desempenho em Tração**

O trem-unidade completo (M+R+R+M) apresentará, independente da carga, em tangente e nível, um valor de aceleração inicial constante mínima de  $0,85 \text{ m/s}^2$ , entre 0 e 50 km/h.

A variação da aceleração máxima com o tempo (*jerk* - solavanco) será menor ou igual a  $1,0 \text{ m/s}^3$ .

O Fornecedor apresentará as principais curvas características tais como:

- esforço de tração x velocidade;
- frequência x velocidade.

#### **5.5.3.3 Desempenho em Frenagem de Serviço**

O projeto preverá os seguintes tipos de frenagem de serviço:

- Frenagem elétrica: regenerativa quando a linha (catenária) for receptiva e reostática quando a mesma não for receptiva. O valor máximo para a regeneração de energia em frenagem é de 3.400 Vcc;
- Frenagem pneumática em complementação à frenagem elétrica (*Blending*): quando esta não for capaz de suprir sozinha a força de frenagem requerida (por exemplo, máxima carga e máxima velocidade);

- A desaceleração, na frenagem máxima de serviço será igual ou superior a  $0,77 \text{ m/s}^2$ , independente da velocidade e da lotação, em trecho em tangente e em nível.

#### 5.5.3.4 Frenagem de Emergência

A frenagem de emergência será apenas de atrito (pneumática) com uma desaceleração igual ou superior a  $1,1 \text{ m/s}^2$ , entre os limites extremos de velocidade (100 km/h até 0).

Esse valor será conseguido independente da lotação nominal e deve levar em conta as massas girantes, em trecho em tangente e em nível, desprezando as resistências ao movimento.

O acionamento do freio de emergência será aplicado pelo:

- Controlador de freio;
- Dispositivo de homem morto;
- Botão soco do console;
- Dispositivo para aplicação de freio de emergência no salão de passageiros;
- Automaticamente quando houver uma degradação do sistema pneumático que comprometa a frenagem segura da composição;
- ATC; ou
- Dispositivo anti-descarrilamento.

#### 5.5.4 Sistema de Numeração de Componentes

O Fornecedor submeterá à CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) um sistema de localização de componentes montados no TUE que será observado em todo o projeto, em desenhos ou documentação de referência, treinamento ou informação, gerados para o fornecimento em questão.

Este sistema terá como referência o TUE como um todo. O TUE será constituído de 4 partes na formação: carro motor, carro reboque, carro reboque e carro motor.

Todos os carros motores e carros reboques serão idênticos entre si. Se acrescidos, no caso dos carros reboques, de equipamentos inexistentes de um carro em relação ao outro, caberá ao Fornecedor identificá-los por numeração adequada, segundo orientação a ser dada pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), antes do início do processo de montagem de cada um.

Partindo-se da formação já descrita, o primeiro carro motor possuirá igualmente a cabine 1 de condução e o salão 1 de passageiros (salão de passageiros de carro motor 1). A cabeceira da cabine do carro motor 1 será a cabeceira 1 do carro motor 1 e a cabeceira oposta será a cabeceira 2 do carro motor 1.

O carro reboque que se segue ao carro motor 1 será o carro reboque 1. Seu salão será o salão de passageiros do carro reboque 1. A cabeceira do carro reboque próxima ao carro motor 1 será a cabeceira 1 do carro reboque 1. A cabeceira contrária será a cabeceira 2 do carro reboque 1.

Esta filosofia será seguida para a caracterização e locação dos demais componentes do TUE.

Os componentes repetitivos e montados nas laterais dos carros tais como: portas, janelas, folhas de porta, bancos, etc., serão numerados sequencialmente por lado do carro, a partir da cabeceira 1 de cada carro até a cabeceira 2, iniciando-se pelo lado direito da cabine do carro motor. Como exemplo, as portas do lado direito serão numeradas de 1 a 4 e as do lado esquerdo de 5 a 8.

## **6 CAIXA E SISTEMAS**

### **6.1 Caixa**

#### **6.1.1 Fabricação da Caixa**

A estrutura da caixa, constituída pelo estrado, cabeceiras, cobertura, laterais e complementos, terá as características que atendam aos requisitos abaixo especificados.

##### **6.1.1.1 Características Básicas de Projeto**

A estrutura da caixa será projetada empregando-se aço inoxidável austenítico, definido nesta especificação, de maneira a garantir os requisitos de resistência e rigidez da caixa. Na seleção do grau de encruamento a frio e espessura do material a ser empregado, o Projeto terá como objetivo uma otimização de resistência, a durabilidade e o peso próprio da estrutura da caixa.

Considerando-se uma densidade de 6 passageiros em  $\text{pé/m}^2$ , o TUE deverá ter no mínimo 20% de sua capacidade direcionada para passageiros sentados e 80% para passageiros em pé, referente à disposição mínima de M+T+T+M. Entretanto, o TUE de M+T+T+M deve ter uma capacidade mínima de 1.300 passageiros para uma densidade de 8 passageiros em  $\text{pé/m}^2$ . Para desenvolver o projeto estrutural, uma densidade de 10 passageiros em  $\text{pé/m}^2$  e um peso médio de 70 kgf/passageiro deverão ser considerados.

A estrutura e o chapeamento da caixa constituirão uma estrutura integrada, capaz de resistir sem deformações permanentes ou falhas por fadiga, à compressão, à tração, à torção e outras tensões inerentes ao tipo de serviço para o qual os carros serão destinados. A estrutura resistirá a cargas específicas a que serão submetidos os TUE's, com fatores de segurança compatíveis.

A estrutura da caixa constituirá uma estrutura integrada, capaz de resistir todas as cargas inerentes a seu tipo de serviço, sem deformações permanentes ou falhas por fadiga durante a vida útil da estrutura. O projeto estrutural definirá claramente quais os fatores de segurança a serem utilizados, compatíveis com as condições de operação e vias brasileiras.

A estrutura da caixa resistirá a uma carga estática mínima de compressão de 363 t, conforme previsto na norma AAR, aplicada na região de fixação do aparelho de choque e tração na linha de centro do engate, estando o carro com lotação normal ou com lotação máxima. A vida útil mínima dos carros para efeito de projeto será de 40 anos.

#### 6.1.1.2 Cálculo Estrutural

Uma análise de tensões detalhada será executada durante o projeto da caixa, a qual seguirá os passos descritos abaixo e ser devidamente documentada por relatórios de cálculo:

a) Geração da Estrutura

Neste estágio um diagrama estrutural será criado, baseado numa análise simplificada (como modelos de vigas) ou mediante utilização de soluções com estruturas semelhantes já projetadas e colocadas em serviço.

b) Cálculo Manual

Alguns requisitos de normas e regulamentos, tais como a AAR ou itens da especificação, serão verificados por meio de modelos de análise manuais ou não, dependendo da complexidade.

c) Análise Estrutural da Caixa

O modelo matemático da estrutura será executado utilizando-se a análise por elementos finitos. Tal modelo será tridimensional, incluir a definição da geometria (pontos, linhas, áreas), a geração de malhas (nós, elementos, materiais, etc.), escolha de elementos finitos adequados (vigas, armações, etc.), propriedades geométricas, condições de contorno e casos de carregamento.

O cálculo de frequências naturais da estrutura da caixa será executado de forma a evitar ressonâncias com as frequências próprias da suspensão.

As tensões admissíveis serão calculadas, considerando-se os vários tipos de falha para cada elemento estrutural. As tensões obtidas da análise por elementos finitos serão comparadas às admissíveis, obtendo-se margens de segurança correspondentes.

d) Testes estáticos ou de fadiga

Os testes estáticos ou de fadiga devem ser executados em laboratórios do Fornecedor ou Instituto de Pesquisa reconhecido, sempre que se proponham soluções não testadas nas condições brasileiras de operação, a fim de garantir a confiabilidade da estrutura para uma dada vida em serviço.

e) Análise estrutural localizada

Os resultados da análise estrutural da caixa requererão uma análise mais detalhada em pontos críticos da estrutura (tais como: cantos de portas e de janelas). O modelo será feito usando uma malha mais refinada nessas áreas. Cargas ou deslocamentos de contorno devem ser obtidas do modelo estrutural da caixa e material não-linear será utilizado na análise. Portanto, áreas julgadas críticas serão estudadas.

O método por elementos finitos será a ferramenta disponível e empregada para a análise da estrutura da caixa. Este método permitirá ao Fornecedor definir mais precisamente o tamanho e o formato de cada membro da estrutura, assim como definir melhor os parâmetros de solda, tais como: espaçamentos para a solda a ponto e diâmetro, garganta e espaçamentos para solda tipo *ring weld*. Como resultado, será possível se alcançar um peso otimizado para a estrutura, para um ciclo de vida predeterminado.

Na análise de tensões por elementos finitos, será empregado o software próprio, considerando vários casos de carga, assegurando que pesos estruturais mínimos sejam obtidos, mantendo adequadas margens de segurança. Entre as cargas a serem analisadas, as mais importantes devem ser:

- Carga vertical de Serviço (AW1);
- Carga vertical Máxima (AW3);
- Carga de compressão (AW0 e AW3) na linha de centro do engate;
- Levantamento por uma cabeceira com a outra apoiada no truque (AW0);
- Torção (AW0);
- Outras, exigidas durante projeto.

Para garantir uma consistente vida aos carros, com no mínimo de 40 anos em serviço, o projeto quanto às exigências de fadiga estará baseado em critério de vida infinita, para todos os materiais e componentes da estrutura da caixa.

#### **6.1.1.3 Materiais e Mão de Obra**

Com exceção das cabeças de estrado, os membros estruturais da caixa, serão fabricados em aço inoxidável austenítico, tipos AISI 301L, SUS301L-ST, SUS301L-HT, SUS304, 301LN ou 201L, ou equivalentes.

As cabeças de estrado serão constituídas de aço de baixa liga, de alta resistência, resistente a corrosão atmosférica.

A estrutura será completamente soldada. Todas as ligações entre componentes de aço inoxidável serão executadas usando preferivelmente solda por resistência (solda a ponto ou de rolo). Será empregada solda à arco nas junções de componentes em aço de baixa liga, assim como nas junções entre componentes de aço inoxidável, onde não for possível a execução de solda a ponto.

Onde visíveis, as soldas proporcionarão o mínimo de reentrâncias na superfície e descoloração do material e serão dispostas em padrões uniformes. Todos os padrões de solda serão idênticos em todos os carros.

As soldas serão inspecionadas por um inspetor de soldas certificado, assegurando o atendimento destas aos padrões.

*Jigs*, ferramentas e gabaritos serão empregados nas montagens e sub-montagens, para assegurar a intercambiabilidade e a uniformidade de componentes da estrutura para toda a frota. Grandes componentes da caixa, tais como: estrado, painéis laterais, cabeceiras e cobertura, serão montados em *jigs* devidamente controlados.

#### 6.1.1.4 Características da Caixa

A estrutura da caixa seguirá, preferencialmente, o descrito nos parágrafos abaixo. Entretanto, serão aceitas outras configurações estruturais após aprovação do projeto pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), desde que adequadamente modeladas e comprovadas através do método de elementos finitos e que atendam aos parâmetros definidos pela AAR.

A estrutura primária da caixa consistirá basicamente de cabeceiras, cobertura e painéis laterais montados em um estrado.

A estrutura das cabeceiras sem cabine será provida de montantes verticais de colisão em ambos os lados de cada abertura de porta, montantes de canto e chapeamento em aço inoxidável.

A estrutura das cabeceiras com cabine possuirá estrutura similar, acabadas com a montagem de uma máscara frontal fabricada em resina de poliéster reforçada com fibras de vidro.

Os montantes de canto e de colisão possuirão seções contínuas, desde o topo do estrado até a junção com a estrutura da cobertura na cabeceira com cabine.

Uma estrutura complementar, tipo bandeja, situada debaixo de cada pára-brisas, entre este e o estrado, será prevista na cabeceira com cabine, interligando os montantes de canto e de colisão, de maneira a aumentar a resistência da cabeceira em eventuais colisões e penetrações na cabine.

As laterais dos carros serão compostas de chapas lisas de aço inoxidável soldadas a ponto ao restante de sua estrutura, sem corrugado aparente. A estrutura da lateral será constituída de montantes verticais, dos quadros das portas e membros longitudinais tais como: frechal e peitoris das janelas. Internamente, as laterais serão providas de reforços estruturais que assegurarão a rigidez e o acabamento, sem ondulações e sem defeitos, na superfície dos chapeamentos externos.

Os montantes serão contínuos e situados entre a viga lateral do estrado e o frechal da cobertura. Onde os peitoris forem interrompidos pelos montantes verticais, *gussets* serão empregados para prover continuidade longitudinal a estrutura. Os frechais e peitoris serão projetados de maneira a resistir aos esforços impostos às laterais. Montantes laterais apropriados completarão cada lateral, entre as vigas laterais e as longarinas, de maneira a transmitir os esforços oriundos das travessas de pião, das travessas intermediárias e dos apoios de macaco.

A estrutura da cobertura será constituída de cambotas devidamente fixadas aos montantes, longarinas da cobertura e cabeceiras. O chapeamento da cobertura será constituído de chapas longitudinalmente corrugadas suportadas pela estrutura da cobertura. A cobertura será adequadamente reforçada por membros estruturais, a fim de suportar o peso, as tensões e as vibrações impostas pelos equipamentos montados na cobertura.

A cobertura suportará também, sem deformações, as cargas impostas pelas condições de operação normais, incluindo as cargas impostas pelos equipamentos montados sobre esta. Ambas as extremidades da cobertura serão projetadas para suportar as extremidades dos montantes de colisão e de canto e distribuir as cargas especificadas.

A cobertura será estruturada para absorver as cargas transmitidas pela unidade do sistema de ar condicionado. Em quantidade limitada serão previstas aberturas para introdução de conduítes de cablagem elétrica. Todos os reforços na cobertura serão em aço inoxidável soldado e a prova de água. Não existirá nenhuma fixação mecânica fixada diretamente através da estrutura da cobertura.

Pingadeiras para retenção de água serão instaladas na cobertura, ao longo de toda lateral do carro e sobre as janelas de cabine e portas de acesso destas. A canaleta será disposta de maneira a impedir a infiltração de água na junção da cabine em fibra de vidro. As juntas da estrutura da cobertura serão vedadas com composto a prova de água.

O estrado será constituído de vigas centrais, vigas laterais, travessas intermediárias e travessas do assoalho aos quais serão montados os painéis do assoalho. Sobre a estrutura do estrado serão montados os demais componentes estruturais da caixa, da ligação caixa-truque, dos engates e dos equipamentos sob estrado.

As cabeças de estrado serão fabricadas em aço de baixa liga e alta resistência, com resistência à corrosão atmosférica, consistindo de:

- Travessa de pião;
- Viga testeira;
- Aparelho de choque e tração;
- Estrutura suporte de engate; e
- Lugs dos montantes de colisão e de canto, unidos entre si por meio de solda ao arco.

O conjunto do estrado atuará como uma unidade integral, capaz de transferir e absorver as cargas oriundas do conjunto de choque e tração e da ligação caixa-truque. As juntas serão projetadas de forma a garantir a continuidade de encaminhamento das cargas. As cabeças de estrado serão soldadas às vigas central e laterais, em aço inoxidável, que absorverão as cargas de compressão longitudinais.

Cada travessa de pião será projetada para transmitir as cargas entre o truque e a caixa e entre o aparelho de choque e as vigas central e laterais. O projeto preverá a folga para os truques em qualquer posição, bem como fácil acesso à manutenção dos truques e montagens destes. Batentes serão previstos na caixa, a fim de limitar o movimento dos truques suspensos, quando as caixas forem içadas. No projeto da travessa de pião será considerado, também, o ambiente e as situações de fadiga a que estas serão impostas durante as operações.

Reforços para os montantes de colisão e de canto serão projetados para transmitir os esforços especificados e outras cargas impostas à cabeça de estrado.

Viga central e longarinas laterais integrarão a estrutura da caixa, a fim de contribuir nas condições de tração em serviço, flexão vertical, torção e outras cargas. Cada viga e longarina será longitudinalmente contínua, em aço inoxidável, sem descontinuidade vertical ou transversal.

Nas cabeceiras dos carros motores, na extremidade que está instalada a cabine, serão instalados perfis de baixa liga e alta resistência, rigidamente fixados às cabeças de estrado, de forma a não permitir o encavalamento dos carros numa eventual colisão. Esta fixação será feita de modo a transmitir uniformemente os esforços à estrutura da caixa.

O dispositivo anti-encavalamento será projetado de modo a resistir ao esmagamento quando submetido a uma carga de compressão, como também permitir o levantamento parcial da caixa através da aplicação de macacos sob o mesmo, para efeito de encarrilhamento ou quando da transferência de carga para um locotrator quando rebocado.

As longarinas laterais comportar-se-ão como o flange inferior longitudinal da caixa, em toda extensão desta. As longarinas laterais serão rigidamente conectadas às travessas de pião, às travessas intermediárias, às travessas do assoalho e às vigas testeiras.

A viga central se estenderá entre as travessas de pião. Será constituída de seção fabricada sem juntas transversais. A viga central será soldada às travessas do assoalho, às travessas de pião e interligada às travessas intermediárias.

Travessas intermediárias constituirão as vigas do assoalho, soldadas às longarinas laterais de maneira a formar a estrutura básica para suportes do piso e suportes de equipamentos sob estrado. Travessas e vigas complementares serão previstas como suportes e para controlar a flexão do assoalho. Serão considerados como carregamentos primários:

- A carga de passageiros;
- O piso acabado;
- Os bancos e painéis de acabamento; e
- Os equipamentos sob estrado e sobre a cobertura.

Será previsto um chapeamento sob estrado em aço inoxidável e em toda extensão da caixa, prevendo o espaço adequado para colocação do isolamento térmico e acústico entre este e o piso acabado.

A estrutura secundária consistirá de membros em aço inoxidável, que servirão de suportes para equipamentos elétricos e mecânicos, para o acabamento interno, etc., soldados à estrutura primária. Para suportes de equipamentos sob estrado é permitida a utilização de aço carbono de alta resistência e baixa liga.

Serão previstos em todos os carros quatro apoios para levantamento da caixa por meio de macacos em chapa antiderrapante reforçada, localizadas lateralmente nas extremidades das travessas do pião.

Todos os carros serão providos de pontos de içamento por garras para levantamento por pontes rolantes, localizados junto às travessas do centro do pião.

Serão fornecidos 2 (dois) conjuntos completos de garras para içamento do carro.

## **6.2 Revestimento Interno**

### **6.2.1 Acabamento Interno**

O revestimento interno dos carros será feito de painéis de poliéster reforçados com fibra de vidro, retardantes a fogo, altamente resistentes à abrasão, flexão, impacto, ação de agentes químicos e descoloração.

Os painéis serão fabricados de acordo com as normas descritas no item 4.19 deste documento de especificações técnicas.

Será instalada 1 (uma) lixeira por porta do salão de passageiros no mesmo material do revestimento interno.

### **6.2.2 Revestimento do Piso**

Sobre a estrutura serão montados painéis de compensado de madeira, envelopados em chapa fina em aço inox, formando sanduíches. O compensado será do tipo naval resistente a fungos e cupins. Sobre os painéis será aplicado um revestimento plástico de última geração, com características de chama não propagante. Este material será apresentado à CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) durante a fase de elaboração de projeto, para a devida aprovação.

As junções entre os lençóis de revestimento plástico serão adequadamente unidas, possuindo boa estanqueidade, permitindo limpeza, sem que ocorra penetração de água sob os mesmos.

Existirá isolamento termo-acústico entre o revestimento do piso e os painéis de compensado de madeira revestidos de aço inoxidável.

Não existirá tampa de inspeção ao longo de todo o assoalho do salão.

O piso da cabine será do mesmo tipo do descrito para o salão.

## **6.3 Revestimento Externo**

### **6.3.1 Acabamento Externo**

Exteriormente os veículos apresentarão uma aparência agradável e harmoniosa, isenta de reentrâncias ou arestas que possam dificultar as operações de lavagem ou que possam ser consideradas como perigosas para os passageiros.

As soldas por resistência visíveis serão efetuadas de tal forma que assegurem um correto alinhamento, espaçamento e acabamento regulares. As soldas por arco exteriores serão devidamente executadas e acabadas de modo a garantir uma boa aparência

As chapas exteriores lisas serão montadas de modo a garantir uma superfície plana sem ondulações de acordo com os padrões de qualidade e acabamento.

Será apresentado um pré-projeto do *layout* (interno e externo) e do “design” do trem para que, após a aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), o Fornecedor possa desenvolver o projeto.

Serão instalados nas duas laterais dos carros motores, na extremidade com cabine, câmeras do circuito fechado de TV que permitam a visualização das laterais dos carros.

#### **6.3.2 Máscara**

A frente dos veículos localizados na extremidade do carro motor será equipada com uma máscara em poliéster reforçado com fibra de vidro, que cobrirá a parte estrutural da caixa. A sua forma e cor serão definidas e acordadas com a CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) na fase de projeto.

A máscara funcionará como elemento decorativo. Desta forma, seu projeto não levará em conta qualquer contribuição para a resistência estrutural do veículo.

A fixação à estrutura será assegurada por parafusos e/ou por colagem, tendo em conta a garantia de estanqueidade, apresentando um arremate perfeito com a parte estrutural do veículo.

As máscaras serão reforçadas na região próxima ao engate. Este reforço e sua dimensão serão definidos durante a fase de projeto e submetidos a aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

#### **6.4 Cabine de Condução**

Os carros motores possuirão uma cabine em toda a frente da cabeceira dianteira. Serão aplicados no acabamento do revestimento da cabine materiais compatíveis com o interior do salão de passageiros.

Será previsto instalar na cabine os seguintes acessórios :

a) Mesa de comando (console)

Será projetada de forma que seu layout receba os instrumentos e acessórios necessários. A sua estrutura será composta de perfis de aço, seu revestimento poderá ser de poliéster reforçado com fibra de vidro.

b) Banco do condutor

Será estofado, revestido com tecido emborrachado e possuirá um sistema de ajuste que permita um deslocamento vertical e longitudinal do assento e regulagem da inclinação do encosto.

c) Iluminação de cabine

A iluminação da cabine será composta de lâmpada fluorescente e com iluminação direcional tipo spot, uma voltada para o console e outra para o painel do armário elétrico. Será dotado ainda de luminária fluorescente de emergência.

d) Extintor de Incêndio

e) Apara-sol

#### 6.4.1 Console

Haverá previsão em cada carro motor, na cabine, de instalação de uma mesa de comando equipada com todas as facilidades necessárias, dispositivos, instrumentação, informação e controle, onde as interfaces homem-máquina sejam implantadas de maneira ergonômica, considerando que o condutor esteja tanto sentado, como em pé e ao mesmo tempo seja de fácil manutenção.

Os comandos serão constituídos por módulos independentes, fixados por parafusos de bom acabamento.

As ligações elétricas serão efetuadas por tomadas rápidas de alta densidade de maneira que possam destacar-se os painéis internos com facilidade. "Display", sinaleira, botões e o controlador mestre serão dispostos de maneira bastante visível e ergonômica.

As sinaleiras ou "display" devem ser instalados em console de modo que a leitura do mesmo seja possível em qualquer posição frontal, mesmo que sobre intensa iluminação.

Um desenho ou modelo em escala natural será apresentado à CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) demonstrando a posição dos equipamentos.

#### 6.4.2 Voltímetro

Será indicado no display da console o nível de tensão de linha. O sinal do nível de tensão será processado pelo sistema de controle do TUE. A leitura do valor da tensão será realizada através de transdutores do sistema de tração. Em caso de isolamento do mesmo no carro motor de cabine líder, será prevista a leitura redundante através do transdutor do outro carro motor.

#### 6.4.3 Display LCD

Será fornecido e instalado um *display* LCD de 14" para cabine, em posição a ser definida durante a fase de execução do projeto, para que o condutor possa selecionar e visualizar em tempo real, no mínimo, 4 (quatro) câmeras simultâneas do circuito fechado de TV (CFTV).

#### 6.5 Armários Elétricos e Caixas Sob Estrado

Caso necessário, poderão ser previstos armários no interior dos carros, destinados a instalação de equipamento e painéis elétricos. Os compartimentos terão entradas de ar natural de maneira a permitir uma boa ventilação.

As cores do painel frontal do armário serão definidas pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro) durante a execução do contrato.

Nestes armários poderão ser montados contadores, interruptores, relés de comando, módulos eletrônicos de controle do trem, sempre que possível assentados sobre trilhos metálicos.

Serão previstas tomadas de 220 Vca e lâmpadas para iluminação no interior dos armários.

As caixas das baterias serão fabricadas em aço inoxidável. As caixas dos outros equipamentos serão fabricadas em aço-carbono, com tratamento de isolamento interno e pintura de acabamento externo feito com tinta epóxi ou alquídica.

O respiro da caixa de bateria será projetado para não permitir o acúmulo de gases no interior da caixa.

#### **6.6 Colunas e Pega-Mãos**

O sistema de pega-mão será composto de tubos em aço inoxidável, escovado e lixado com grana 180 a 200.

Todos os tubos a serem utilizados serão de espessura suficiente para suportar os esforços esperados. Será apresentado o cálculo estrutural detalhado, assim como o projeto de distribuição e instalação, para aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

#### **6.7 Bancos**

##### **6.7.1 Bancos de Passageiros**

Todos os bancos de passageiros, serão intercambiáveis, para cada tipo e serão fabricados em resina poliéster, reforçada com fibra de vidro, resistente a chamas e com baixa emissão de fumaça.

O revestimento dos bancos do salão de passageiros é fabricado de tecido de algodão com poliéster com características retardantes à chama e com baixa densidade de fumaça.

Poderá ser proposto outro material de características semelhantes durante a fase de desenvolvimento do projeto, porém seu uso estará condicionado à aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

A estrutura dos bancos será constituída de forma a resistir a uma carga de 150 daN em área de 50 cm<sup>2</sup> em qualquer parte do assento, sem ocasionar deformação permanente em qualquer de seus elementos.

O layout da disposição dos bancos será alternado (longitudinal/transversal). O Fornecedor apresentará uma sugestão de layout para ser aprovada pela CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro), durante a fase de elaboração do projeto. Será previsto espaço para ser utilizado por cadeirantes.



SECRETARIA DE TRANSPORTES

|                                |          |
|--------------------------------|----------|
| SERVIÇO PÚBLICO ESTADUAL       |          |
| PROCESSO Nº E- 10 / 202 / 2008 |          |
| DATA: 10 / 04 / 2008           | FLS. 243 |
| RUBRICA: 2480                  |          |

Não será permitida a colocação de nenhum tipo de equipamento elétrico ou pneumático embaixo dos bancos, devido à lavagem interna do salão.

O anteparo dos bancos longitudinais do salão de passageiros é fabricado em policarbonato da mesma espessura e matiz das janelas laterais.

#### **6.7.2 Banco do Condutor**

O banco para o condutor será instalado em frente ao console de comando, de tal modo que permita ao condutor a opção de conduzir sentado ou em pé, a critério do mesmo.

O banco será estofado, com encosto e revestido com material que atenuie os problemas de transpiração de forma a garantir o conforto. O banco possuirá resistência ao desgaste.

O banco possuirá um sistema de ajuste que permita uma variação vertical, deslocamento longitudinal e vertical do assento e regulagem da inclinação do encosto.

Após a ajustagem da altura ou do movimento longitudinal do banco, este permanecerá fixado por um sistema adequado de travas que não permitirá qualquer movimento durante sua utilização.

Para permitir que o condutor conduza em pé, o banco possuirá em sua estrutura um mecanismo que permitirá recolhê-lo.

#### **6.8 Janelas**

As fixações das janelas e respectivos policarbonatos, serão desenvolvidos de forma a evitar vibração e ruído e efetuar uma perfeita vedação contra a entrada de água.

O material empregado nas partes transparentes das janelas será policarbonato apropriado para reduzir ao máximo a transmissão do calor externo para o interior do veículo.

Os policarbonatos poderão ser instalados diretamente nas paredes do carro através de extrudados de borracha ou em caixilhos. Em qualquer dos casos será evitada a existência de saliências, reentrâncias ou arestas, bem como será garantida a facilidade de limpeza e de troca de policarbonato avariado.

Todas as guarnições de borracha terão a sua emenda vulcanizada.

##### **6.8.1 Janelas do Salão**

As janelas do salão serão adequadas para emprego em carros com ar condicionado e a sua fixação será apresentada para aprovação durante a fase de projeto à CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

A espessura do policarbonato a ser utilizado terá resistência à flambagem compatível com o vão.

As janelas do salão próximas às cabeceiras intermediárias dos carros possuirão balsa na parte superior, para utilização em caso de emergência do equipamento de ar condicionado.

#### **6.8.2 Pára-Brisas**

Na cabine de condução haverá um pára-brisas frontal único, não colorido, com adequados requisitos de resistência. Será constituído por vidro laminado, de segurança com 26 mm de espessura.

#### **6.8.3 Janelas Laterais da Cabine**

As janelas que integram as portas de acesso à cabine de condução serão de deslizamento vertical, possuindo um equilibrador central de mola que permite abrir e fechar a janela, com leve esforço. Será incluído um dispositivo de travamento para esta janela.

Possuirá dimensões de modo a permitir, quando aberta, a observação da composição e a comunicação com o pessoal das estações.

#### **6.8.4 Janelas das Portas**

Em cada uma das folhas das portas existirá janela com placas de policarbonato com a tonalidade das janelas dos salões de passageiros, de modo a garantir uma perfeita harmonia com o design exterior do veículo.

A sua montagem na porta será assegurada através de um perfil de borracha, sendo garantida perfeita vedação.

#### **6.9 Fechaduras e Chaves**

Serão utilizadas chaves padrão de maquinista heptavadas em todas as fechaduras e chaves a serem utilizadas nos carros, inclusive as de acionamento de chaves elétricas especiais, incluindo também as fechaduras para as caixas de equipamento sob-estrado e, bem como no intertravamento com o circuito de força para as tampas das caixas de alta tensão (incluindo caixa da chave de seleção de pantógrafo).

Serão fornecidos:

- 4 (quatro) conjuntos completos de chaves operacionais para cada TUE;
- 2 (dois) conjuntos completos de chave de manutenção para cada TUE.

#### **6.10 Extintor de Incêndio**

Serão instalados em todos os carros extintores de incêndio de pó químico com capacidade de 4 kg localizados no salão de passageiros, em compartimentos adequados e protegidos com tampa de vidro.

Serão previstas placas de comunicação para orientação quanto a localização e utilização do extintor de incêndio.

Além destes, os carros motores possuirão outro extintor localizado na cabine de condução.

#### **6.11 Buzina**

A buzina fará parte do conjunto do equipamento pneumático auxiliar. Será atuada por uma válvula eletromagnética e alimentada pelo encanamento principal de alimentação do circuito pneumático.

O circuito de alimentação pneumática possuirá válvula reguladora de vazão para regulagem da intensidade do som e válvula de isolamento no interior da cabine.

#### **6.12 Limpador de Pára-Brisas**

Será instalado um sistema de limpador/lavador de pára-brisas acionado eletricamente em todos os carros motores.

A chave de comando será instalada no console. Será previsto um acionamento manual para caso de quebra do acionamento elétrico.

As velocidades serão definidas na fase de projeto.

#### **6.13 Faróis e Lanternas**

Haverá em todos os carros motores faróis de 200 W cada, dois faroletes vermelhos de luz de cauda e dois faroletes brancos de balizamento.

A alimentação do farol será com corrente alternada e em caso de falha de um dos inversores, haverá transferência de CA para o farol do carro em emergência, garantindo desta forma o funcionamento do equipamento em operação degradada.

As luzes de cauda e de balizamento de ambas as extremidades do trem serão acionadas automaticamente com o acionamento da chave de energização geral do trem. As luzes da cauda e de balizamento terão energização automática de ambas as extremidades do trem.

A chave do farol terá as posições alto e baixo.

#### **6.14 Sistema de Informação Visual aos Passageiros**

O Sistema de Comunicação Visual com o Passageiro será integrado com o sistema de comunicação sonora.

##### **6.14.1 Display Alfanumérico Interno**

Serão fornecidos também 4 (quatro) *displays* alfanuméricos em cada carro dentro do salão de passageiros, que indicarão visualmente, junto com o aviso do sistema de áudio, o nome da próxima estação e o lado de desembarque. Estes *displays* possuirão o efeito de rolagem horizontal/vertical.

##### **6.14.2 Indicador de Destino Frontal**

Será fornecido um *display* alfanumérico na parte superior frontal (visão externa) da cabine do carro de condução com a função de indicador de destino do TUE.

Este *display* utilizará LEDs de alto brilho com a cor, luminosidade e ângulo de visão adequados à leitura em ambiente externo (linha aberta). O brilho será ajustado através da medição do nível de luminosidade.

A mensagem de destino do TUE poderá ter o efeito de rolagem horizontal, de maneira a permitir a visualização de nomes longos com caracteres que tenham um tamanho adequado à visualização de longa distância.

#### **6.14.3 Indicador de Destino Lateral**

Haverá um indicador de destino a LED para cada lateral do carro (dois por carro), informando aos passageiros o local de destino da composição.

Este *display* utilizará LEDs de alto brilho com a cor, luminosidade e ângulo de visão adequados à leitura em ambiente externo (linha aberta). O brilho será ajustado através da medição do nível de luminosidade.

A mensagem de destino do TUE poderá ter o efeito de rolagem horizontal de maneira a permitir a visualização de nomes longos com caracteres que tenham um tamanho adequado à visualização de longa distância.

#### **6.14.4 Vídeo Informação Digital**

Será previsto um sistema de vídeo informação (comercial e institucional) aos passageiros, com a instalação de 04 (quatro) monitores LCD de 19" em cada carro e uma central eletrônica no carro com cabine, estando sempre visíveis as informações no interior de cada carro mesmo que este esteja com a lotação máxima.

Esta central terá como função principal armazenar toda as informações de vídeo que serão veiculadas nos monitores, bem como permitir meios de programação horária para exibição e encadeamento das informações a serem veiculadas.

Esta central eletrônica também permitirá atualização da programação de forma local na cabine ou remota.

Em cada carro da composição do TUE poderá haver um unidade eletrônica secundária com a função de comunicação, armazenamento secundário, transferência das informações da central e interface com os monitores do carro.

#### **6.15 Freio de Estacionamento no Interior da Cabine**

O sistema de freio de estacionamento atuará em todos os truques dos carros motores e reboques.

O sistema assegurará capacidade de sustentação ao trem com carga máxima, em rampas de 2 %.

O freio de estacionamento possuirá um dispositivo de alívio manual localizado junto a cada uma das unidades do freio de estacionamento no truque.

#### **6.16 Sistema de Velocímetro e Odômetro**

O módulo de comando e controle do console lerá o sinal do sensor de velocidade, que irá mostrar a velocidade no indicador de velocidade no painel do console.

O sinal de velocidade também poderá ser utilizado para intertravamentos operacionais.

O indicador de velocidade do console, indicará até uma velocidade de 120 km/h com  $\pm 2\%$  de erro na indicação para toda a faixa de velocidades. Esta precisão será a mesma para baixas velocidades.

A quilometragem percorrida será armazenada. A velocidade e o acumulador de quilometragem serão processados pelo sistema anunciador de falhas.

#### **6.17 Sistema de Iluminação**

##### **6.17.1 Luminárias e Difusores**

O projeto preverá a instalação das luminárias, com base articulada, de forma a permitir fácil acesso aos reatores e inversores a serem instalados na parte superior da mesma. A fixação da base articulada das luminárias na sua posição normal será executada de maneira segura e de forma a garantir ausência de ruídos e livre de vibrações.

Os difusores serão projetados de modo a proporcionar boa visibilidade e possibilitar fácil acesso para limpeza e substituição de lâmpadas e reatores.

##### **6.17.2 Iluminação Principal**

A iluminação principal será constituída por lâmpadas fluorescentes, com partida rápida, 32 W, com fator de potência maior ou igual 0,92. As lâmpadas serão alimentadas através de circuitos de corrente alternada 220 Vca, 60 Hz.

A alimentação da iluminação do TUE será provida metade pelo conversor de um dos carros e a outra metade pelo conversor do carro adjacente. As lâmpadas contíguas pertencerão a fases diferentes de maneira a permitir um bom balanceamento de carga e eliminação do efeito estroboscópico.

##### **6.17.3 Iluminação de Emergência**

Este sistema garantirá que se mantenham acesas oito lâmpadas por carro na falta de alimentação elétrica do sistema de baixa tensão. Todos os carros terão iluminação de emergência para o caso de falha de alimentação da iluminação principal.

As lâmpadas de emergência serão do mesmo tipo das utilizadas na iluminação principal e serão alimentadas por inversores de emergência, ligados no sistema de baixa tensão do retificador-bateria ou outra solução que garanta a mesma ou maior confiabilidade.

O equipamento de iluminação de emergência ficará permanentemente em funcionamento.

O inversor de emergência será projetado de forma a garantir a alimentação de uma lâmpada fluorescente comercial de 32 W, com o mesmo nível de iluminamento que a lâmpada alimentada por reator comum.

#### **6.17.4 Iluminação da Cabine de Condução**

A iluminação da cabine de condução será projetada de forma a garantir perfeita visibilidade dos comandos, dispositivos de controle, sem causar ofuscamentos ou reflexos.

Haverá dois tipos de iluminação:

a) A iluminação geral da cabine será constituída por luminária com lâmpada fluorescente de 32 W, com o inversor alimentado pelo sistema bateria-retificador do mesmo tipo do sistema de iluminação de emergência.

b) A iluminação direcional da cabine será do tipo "spot" constituído por duas luminárias de direcionamento ajustável.

O acionamento da iluminação da cabine será através de chaves independentes, uma para cada tipo de iluminação.

#### **6.18 Sistema de Indicadores**

O sistema de indicadores será projetado de tal modo que facilite a operação, manutenção e supervisione o melhor possível a confiabilidade do carro e indicará as possíveis falhas de sistemas e equipamentos ao condutor, para que medidas operacionais imediatas para eliminação de falhas possam ser tomadas. Os anúncios serão indicados no display do sistema de monitoramento e informação do trem, localizado no console de comando.

#### **6.19 Sistema de Ar Condicionado**

O líquido refrigerante não poderá ser tóxico nem agressivo à camada de ozônio terrestre.

O Fornecedor apresentará os critérios de cálculo adotados no projeto, características do sistema, memória de cálculo, mostrando que atende à especificação técnica.

##### **6.19.1 Características**

Cada carro será equipado com duas unidades independentes de ar refrigerado.

Cada unidade de ar refrigerado terá, no mínimo, dois conjuntos de refrigeração.

Cada conjunto de refrigeração será alimentado por fonte de suprimento de energia auxiliar, trifásica, 60 Hz, de origens diferentes, estabelecendo assim uma alimentação cruzada, de forma que, em caso de falha de uma das fontes, permaneça 50% da refrigeração de cada unidade do carro em falha.

A capacidade térmica total das duas unidades será dimensionada para manter o nível de temperatura entre 20 °C e 23 °C, independente do grau de temperatura do exterior, para

um carro com lotação máxima em via a céu aberto, sendo considerada a temperatura e umidade média do estado do Rio de Janeiro durante o verão.

Quando a temperatura interna for inferior a 20 °C, temperatura mínima de referência, o sistema de ar condicionado manterá apenas a renovação do ar.

Para a composição de 4 (quatro) carros o sistema será capaz de garantir climatização em todo TUE nas condições supracitadas, mesmo com a falta de 2 (duas) unidades intercaladas.

A cabine do maquinista será climatizada pelo equipamento do salão de passageiros, garantindo uma climatização eficiente da cabine. Na cabine de condução será instalado um difusor com regulagem manual (vazão e direção) da saída do ar climatizado.

Será previsto duto de retorno da cabine para o salão de passageiros.

O sistema de ar refrigerado será montado para que cada unidade faça a distribuição do ar de saída de maneira uniforme ao longo de todo o comprimento do carro.

A parte superior e as laterais do duto, bem como quaisquer de suas partes internas, tais como defletores posicionados em curva, serão de aço inoxidável ou alumínio. Será prevista isolamento galvânica conveniente entre estes dutos e a estrutura dos carros.

A parte inferior do duto será constituída pelos painéis do revestimento do teto ou construída em aço inoxidável ou alumínio.

Será instalado revestimento termo-acústico nos dutos de refrigeração para impedir a ocorrência de ruídos acima dos padrões estabelecidos.

Será instalada tubulação de dreno de água em aço inox, provenientes do sistema de ar condicionado, direcionados para o sob estrado para que a água escoada não caia sobre os equipamentos.

O dimensionamento da capacidade do sistema de ar refrigerado será calculado, considerando as seguintes condições:

- TUE carregado, com os passageiros sentados mais 8 passageiros em pé/m<sup>2</sup>;
- Umidade relativa de 95 %;
- Renovação de, no mínimo, 8 m<sup>3</sup> de ar fresco por passageiro/hora.

A conexão entre a unidade de ar condicionado e o duto principal de distribuição de ar, será feita por dutos de transição flexível, de tecido de fibra de vidro revestido com neoprene auto-extinguível.

As laterais e a parte superior do duto principal de distribuição de ar serão isoladas termicamente, fixadas com adesivo à prova d'água e com rebites ou presilhas. Os dutos serão isolados acusticamente para impedir a ocorrência de ruídos acima dos padrões estabelecidos.

#### **6.19.2 Difusores de Ar**

O ar ingressará na área destinada aos passageiros através de 2 (duas) fileiras de difusores contínuos, não salientes de fendas duplas, projetados para assegurar uma distribuição uniforme do ar. Tais difusores se estenderão longitudinalmente, de ambos os lados dos painéis constituintes da parte inferior do duto principal do ar. Outros arranjos, visando a redução de ruídos, poderão ser considerados, condicionados à aprovação da CENTRAL (representando o Governo do Estado do Rio de Janeiro).

Será realizada na fase de testes dinâmicos, regulagem dos difusores, de maneira a proporcionar maior conforto aos passageiros.

#### **6.19.3 Controle e Regulação**

O funcionamento do sistema de controle será garantido para a condição de tensão mínima de bateria.

Será fornecido o programa fonte do microprocessador para permitir futuras alterações por software da regulagem do sistema de ar condicionado.

No caso de colocação fora de serviço dos ventiladores do grupo de tratamento de ar, o dispositivo de refrigeração correspondente será automaticamente colocado fora de serviço.

A colocação fora de serviço de uma unidade de refrigeração de um carro qualquer da composição provocará a iluminação de um indicador ótico de alarme na cabine de comando.

O sistema de ar condicionado será controlado por termostatos.

Os termostatos serão montados de tal forma que não sofram influências de fontes locais de calor, tais como motores e resistores. Não serão expostos diretamente à ação da luz solar e do ar externo. Serão protegidos contra violações e para que não sofram avarias por ocasião dos serviços de rotina no sistema de ar condicionado.

Serão dispostos na cabine, botões com indicadores óticos que permitam comandar a colocação fora de serviço e o restabelecimento do sistema de ar condicionado.

Será previsto um painel de sinalização de falhas em cada unidade de refrigeração instalada nos carros.

Nas cabines serão instaladas as sinalizações indicando a condição e o estado operacional. Após ligados, os equipamentos funcionarão automaticamente comandados pelos reguladores.

Quando da colocação em serviço do sistema de ar condicionado, será previsto um sistema de ligação seqüencial para evitar pico de corrente.