

## ANEXO 8.2 – PROJETO BÁSICO – SISTEMAS

1.	Procedimentos e Requisitos Gerais dos Sistemas .....	5
1.1.	Requisitos de Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança .....	5
1.2.	Compatibilidade Eletromagnética .....	7
1.3.	Documentação Técnica .....	7
1.4.	Treinamentos.....	12
1.5.	Garantia Técnica, Assistência Técnica e Manutenção.....	13
1.5.1.	Período de Garantia .....	13
1.5.2.	Extensões do Período de Garantia .....	14
1.5.3.	Recursos durante o Período de Garantia.....	14
1.5.4.	Assistência Técnica no Brasil .....	15
1.6.	Sistema de Gestão da Manutenção.....	15
1.7.	Sobressalentes.....	20
1.8.	Tratamento das Obsolescências.....	21
1.9.	Ferramentas, Instrumentos e Equipamentos Especiais .....	21
1.10.	Softwares .....	22
2.	Especificações Básicas dos Sistemas Eletrônicos Operacionais.....	23
2.1.	Controle da Circulação dos Veículos VLT.....	23
2.1.1.	Introdução .....	23
2.1.2.	Sistema de Sinalização Ferroviária.....	23
2.1.3.	Sistema de Auxílio à Operação.....	28
2.1.4.	Sistema de Sinalização Viária .....	29
2.2.	Sistema de Controle Centralizado .....	33
2.2.1.	Introdução .....	33
2.2.2.	Arquitetura do SCC.....	36
2.2.3.	Gestão da Circulação dos Veículos VLT.....	36
2.2.4.	Gerenciamento dos Sistemas e Equipamentos Integrantes do Veículo VLT.....	38
2.2.5.	Gerenciamento do Sistema de Alimentação de Energia Elétrica .....	38

## VLT do Rio

2.2.6. Gerenciamento dos Sistemas Auxiliares Eletromecânicos e Eletrônicos, de Telecomunicações E de Controle de Acesso.....	40
2.2.7. Gestão de Acessos dos Usuários do SCC.....	41
2.2.8. Gestão de Alarmes.....	42
2.2.9. Armazenamento de Dados.....	43
2.2.10.Reprodução de Dados da Operação.....	43
2.2.11.Controles de Engenharia / Manutenção.....	44
2.3. Sistema de Telecomunicações.....	44
2.3.1. Sistema de Transmissão de Dados.....	44
2.3.2. Sistema de Comunicações Fixas.....	54
2.3.3. Sistema de Comunicação Móveis.....	63
2.3.4. Sistema de Gravação de Voz.....	82
3. Especificações Básicas dos Sistemas Eletrônicos Auxiliares.....	87
3.1. Sistema de Monitoração Eletrônica.....	87
3.1.1. Introdução.....	87
3.1.2. Equipamentos do CCO.....	89
3.1.3. Equipamentos das Estações de Integração / Paradas.....	89
3.1.4. Operação do SME a partir do CCO.....	90
3.1.5. Câmeras a serem Implantadas.....	91
3.1.6. Características Técnicas Principais do SME.....	92
3.1.7. Características da Alimentação Elétrica.....	100
3.1.8. Condições Ambientais.....	103
3.1.9. Ergonomia dos Equipamentos.....	103
3.1.10.Normas.....	104
3.2. Sistema de Detecção e Extinção Automática de Incêndio.....	104
3.2.1. Detecção de Incêndio.....	104
3.2.2. Extinção Automática.....	118
3.3. Sistema Multimídia.....	119
3.3.1. Sistema de Sonorização.....	120

## VLT do Rio

3.3.2. Sistema de Cronometria e Painéis de Mensagens Variáveis .....	121
4. Sistema de Alimentação Elétrica .....	123
4.1. Introdução .....	123
4.2. Subestações.....	124
4.2.1. Subestações Principais / Conversoras.....	126
4.2.2. Subestações Conversoras.....	128
4.2.3. Equipamentos Principais das Subestações .....	129
4.2.4. Baterias e Fontes Auxiliares de Emergência.....	137
4.2.5. Sistema de Detecção e Combate Automático de Incêndio.....	138
4.3. Rede de Distribuição de Média Tensão .....	143
4.4. Rede de Distribuição de Tração.....	146
4.5. Rede de Distribuição de Baixa Tensão .....	147
5. Especificações Básicas dos Sistemas Eletromecânicos Auxiliares .....	149
5.1. Sistema de Elevadores e Escadas Rolantes.....	149
5.1.1. Escadas Rolantes.....	149
5.1.2. Elevadores .....	162
5.2. Sistema de Climatização .....	174
5.2.1. Ventilação Auxiliar .....	174
5.2.2. Ar Condicionado .....	177
5.3. Sistema de Bombeamento.....	178
5.4. Sistema de Detecção e Extinção Automática de Incêndio .....	182
6. Sistema de Controle de Acesso dos Passageiros .....	184
6.1. Introdução .....	184
6.2. Processo de Validação dos Bilhetes.....	184
6.2.1. Bloqueios.....	185
6.2.2. Validadores nos Pontos de Parada.....	188
6.2.3. Validadores no Interior dos Veículos .....	189
6.3. Sistema de Auditagem da Validação dos Bilhetes .....	190
6.3.1. Contagem dos Passageiros por Câmera Estereoscópica .....	190

## *VLT do Rio*

6.3.2. Identificação à Distância dos Cartões.....	191
6.3.3. Sistema de Gerenciamento e Controle .....	192
6.3.4. Equipamento Portátil de Fiscalização e Validação.....	194
6.4. Características dos Servidores .....	195

## 1. PROCEDIMENTOS E REQUISITOS GERAIS DOS SISTEMAS

### 1.1. REQUISITOS DE CONFIABILIDADE, DISPONIBILIDADE, MANUTENIBILIDADE E SEGURANÇA

Os requisitos gerais detalhados no presente tópico estão baseados na Norma CENELEC EN - 50126– *Railway Applications – The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)*.

Para consolidação do projeto será executada a análise crítica (*design review*) e desenvolvido o Plano de CDMS (confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança) em duas etapas:

- consolidação das informações técnicas do sistema para o desempenho do CDMS, indicando:
  - os limites de contorno do sistema, estabelecendo claramente os itens responsáveis pelo desempenho de CDMS;
  - as premissas adotadas nas infraestruturas de operação e de manutenção, necessárias para garantia do CDMS;
  - as especificações detalhadas de desempenho expresso por índices ou características funcionais;
  - as análises de confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança;
- plano das atividades ou os resultados destas atividades, caso tenham sido realizadas previamente, para assegurar o desempenho requerido de CDMS, indicando:
  - os critérios e processos que serão utilizados para a demonstração do atendimento aos requisitos de CDMS;
  - a análise funcional com as definições das falhas que serão contabilizadas na avaliação da confiabilidade e da disponibilidade, com as previsões / predições dos desempenhos, os testes e a aquisição e a análise dos dados para avaliação do desempenho;
  - estabelecimento das estratégias de manutenção (*hardware e software*), análise das atividades de manutenção, avaliação das facilidades de manutenção, elaboração dos programas de manutenção, estabelecimento dos recursos de manutenção, apoio

## VLT do Rio

logístico, equipamentos e documentação, estabelecimento da qualificação e treinamento das equipes, testes, aquisição e análise de dados para avaliação do desempenho de manutenibilidade;

- aplicação dos requisitos de CDMS às partes componentes dos sistemas com os critérios e processos de demonstração e aceitação;
- estabelecimento dos requisitos sobre os processos de aquisição e fabricação de componentes e de matéria prima para assegurar que os itens a serem entregues atenderão os requisitos técnicos de CDMS;
- elaboração dos planos de pré-comissionamento, comissionamento, testes, garantia, operação e manutenção para atendimento aos requisitos de CDMS;
- elaboração dos processos de acompanhamento da aquisição, fabricação, pré-comissionamento, comissionamento, testes, e garantia, e dos registros dos resultados das inspeções e verificações, para assegurar o atendimento aos requisitos de CDMS, e as ações tomadas para resolver as falhas e inconformidades;
- elaboração dos planos de aquisição e avaliação de dados durante a operação, para comprovação do atendimento aos requisitos de CDMS;
- elaboração e execução dos processos de validação do fornecimento, incluindo projeto, testes e avaliação dos resultados, registro de falhas e inconformidades ocorridas e as ações tomadas para resolver estes problemas.

O projeto do sistema será consistente com as exigências de confiabilidade e disponibilidade e com as garantias de suas manutenibilidade e segurança, com suas respectivas análises.

O diagnóstico, a confiabilidade dos componentes, a instalação, operação e validação dos *softwares* deverão ser definidos e comprovados durante a fase de Projeto.

A acessibilidade com segurança aos serviços de operação e manutenção será assegurada pelos layouts de implantação/montagem dos equipamentos e componentes tais como: módulos, cartões, cabos, *plugs*, soquetes e terminais.

Os módulos, conjuntos e cartões deverão ser contemplados nos softwares para diagnóstico e localização de falhas. Deverá ser garantida a rápida instalação dos softwares operacionais e funcionais do sistema e de seus dados, para os casos de falhas que possam causar a corrupção dos mesmos.

O sistema deverá atender as seguintes normas da CENELEC: EN 50.122, EN 50.126, EN 50.128, EN 50.129, EN 50.159 e EN 61.508 e a norma IEEE 1558, onde aplicáveis.

## 1.2. COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA

A interferência eletromagnética – EMC dos sistemas deverá atender as seguintes normas:

- NBR 14.306 - "Proteção elétrica e compatibilidade eletromagnética em redes internas de telecomunicações em edificações – Projeto";
- normalização internacional estabelecida nas Normas IEC 62.236 - 1; IEC 62.236-2; IEC 62.236-3.1; IEC 62.236-3.2; IEC 62.236-4 e IEC 62.236-5.

Os sistemas deverão cumprir todas as normas mundialmente reconhecidas, relativas à limitação quanto às exposições a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos.

## 1.3. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

A Concessionária deverá implantar um plano de gerenciamento da documentação, que deverá conter:

- a sistemática de organização, codificação e formatos da documentação;
- descrição do conteúdo de cada documento;
- o processo de tramitação de documentos;
- índice estruturado de documentos por sistemas, subsistemas e equipamentos.

### Softwares de Gestão dos Documentos:

Deverá ser utilizado um *software* padrão de mercado na versão mais atualizada:

- os textos deverão ser apresentados no formato A4, em padrão MS Office;
- os desenhos e esquemas deverão ser gerados em AutoCad ou similar, que possa ser convertido, nos seguintes padrões A0, A1, A2, A3 e A4 da ABNT, em DWG;

## *VLT do Rio*

- o idioma adotado nos documentos deverá ser o português do Brasil.

Cabe ressaltar que, os catálogos referentes a equipamentos e materiais de prateleira dos fornecedores poderão ser editados em português do Brasil, espanhol ou inglês.

### **Formato da Documentação Técnica:**

A documentação técnica deverá ter as seguintes características:

- os arquivos editáveis deverão ser armazenados em mídia eletrônica no estado atual da arte, com assinatura digital;
- no caso de arquivo texto originais em papel;
- nos casos de desenhos, diagramas ou esquemas originais em papel vegetal;
- nos casos dos manuais de manutenção, operação e de peças, obrigatoriamente no idioma português do Brasil, uma via em mídia eletrônica (DVD), no estado atual da arte.

Os documentos técnicos deverão ser identificados e codificados pela Concessionária, com os seguintes dados:

- código do fabricante e do subfornecedor;
- responsável técnico;
- número seqüencial e das revisões;
- total de folhas;
- datas das emissões / revisões.

### **Gestão da Documentação:**

Deverá ser implantado um sistema de gestão da documentação, por meio de *software*, para controle e garantia de que todos os documentos, desenhos, etc., referentes aos projetos, estejam sempre atualizados.

### **Gestão de Configuração:**

Deverá ser implantado um sistema de gestão de configuração, contendo e associando as versões da documentação dos *softwares* e *hardwares*.

## *VLT do Rio*

### **Manuais Técnicos:**

Os manuais de operação, manutenção e de peças deverão ter os conteúdos descritos a seguir.

### **Manual de Operação:**

Os manuais de operação deverão conter todas as informações necessárias à operação dos sistemas, equipamentos e material rodante.

As informações deverão ser reunidas em diferentes tópicos, conforme descrições a seguir:

- descrição dos sistemas, equipamentos e material rodante;
- deverão descrever as características principais, o desempenho e o funcionamento de cada módulo ou subsistema isoladamente e no conjunto, com a apresentação dos respectivos diagramas de blocos;
- procedimentos de colocação em operação dos sistemas, equipamentos e do material rodante;
- deverá ser apresentada a seqüência de colocação em operação de cada sistema, subsistema e equipamento, detalhando o “como” e “quando” operar, em condições normais e degradadas e os resultados esperados;
- características operacionais dos sistemas, equipamentos e do material rodante:
  - deverão ser indicadas as características operacionais de cada sistema, equipamento e material rodante com os respectivos parâmetros operacionais, em regime de operação normal e em condições críticas (operação degradada);
  - deverão ser descritos os níveis de degradação nos quais os sistemas, equipamentos e material rodante poderão operar antes de sua imobilização, e o desempenho esperado para cada um dos níveis;
  - deverão ser descritas as falhas que serão registradas no monitoramento de cada sistema, equipamento e material rodante, a indicação das causas, e as alternativas de continuidade da operação em segurança, com as estratégias operacionais recomendadas.

**Manual de Manutenção:**

Os manuais de manutenção deverão conter todas as informações necessárias à realização das manutenções dos diversos sistemas, equipamentos e do material rodante, inclusive de seus *softwares*.

Os manuais de manutenção deverão ter todas as informações necessárias à realização das manutenções preventivas e corretivas, e deverão ser apresentados da seguinte forma:

- descrição dos sistemas, equipamentos e do material rodante:

Deverão ser descritas as suas características principais, seus funcionamentos e as suas interfaces com os demais sistemas envolvidos.

Deverão ser fornecidas informações quanto às funções específicas de cada equipamento, a quantidade instalada, suas localizações, características técnicas e funcionais nos diferentes níveis, inclusive de seus subsistemas, módulos ou componentes.

- localização dos módulos e componentes:

Deverão ser inseridas nos manuais de manutenção as listagens e os diagramas de bloco dos equipamentos que formam um módulo ou conjunto e os seus respectivos desenhos (*layout*) que identifiquem suas localizações.

- atividades de manutenção preventiva:

Deverá conter o plano de manutenção com a relação de atividades de manutenção preventiva (o quê fazer), as respectivas periodicidades (quando fazer), as referências e tolerâncias de medições a serem respeitadas e os recursos de ferramental, materiais e humanos necessários a cada atividade (como fazer).

- procedimentos de remoção e instalação dos equipamentos:

Deverá ser descrita a sequencia dos passos de execução das atividades de remoção e instalação dos equipamentos, apresentando ilustrações em vistas explodidas, sempre que possível, incluindo as especificações de ferramentas, equipamentos e materiais

## *VLT do Rio*

necessários a cada passo.

- procedimentos de desmontagem / montagem, inspeção, ajuste e testes:

Deverá ser descrita a sequencia adequada dos passos para execução das atividades de desmontagem dos componentes em seus equipamentos e das suas respectivas montagens, apresentando ilustrações em vista explodida, sempre que possível.

- procedimentos de inspeções, ajuste e testes:

Deverão ser descritos, os passos para execução das inspeções, ajustes e testes de cada módulo / componente, referenciando a norma específica para cada caso, incluindo as suas periodicidades, ferramentas, equipamentos e materiais necessários a cada passo.

- instrumentos, ferramentas, dispositivos e materiais:

Deverão ser incluídas as especificações dos instrumentos, ferramentas, dispositivos e materiais utilizados em cada passo, com os ajustes e lubrificações se aplicáveis.

- procedimentos de armazenagem e conservação:

Deverão ser incluídos os procedimentos necessários ao armazenamento e as condições de conservação especiais dos equipamentos e materiais armazenados, para garantia de sua futura utilização, com a qualidade e a segurança originais.

- equipamentos microprocessados:

Deverá ser descrito a sequencia de ações a serem realizadas para interpretação dos sintomas e para o resgate das falhas detectadas através dos softwares de operação e de detecção de falhas dos equipamentos microprocessados, objetivando as suas corretas manutenções.

- pesquisa das causas prováveis dos defeitos:

Deverão ser fornecidas as árvores de falhas com as causas prováveis, em função das

## *VLT do Rio*

características e funcionalidades dos sistemas, equipamentos e do material rodante, e de seus subsistemas, módulos, conjuntos e componentes.

### **Manual de Peças:**

Os manuais de peças deverão conter todas as informações necessárias à identificação das mesmas, sempre que possível através de ilustrações em vista explodida, com as especificações técnicas das peças componentes dos diversos módulos e conjuntos, 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.

## **1.4. TREINAMENTOS**

A Concessionária deverá implantar programas de treinamento e reciclagem de suas equipes técnicas de engenharia, operação e manutenção.

Os programas de treinamento deverão conter uma parte teórica e outra prática, abrangendo as situações normais de operação, e a simulação das operações degradadas.

Os treinamentos deverão ser divididos em três níveis:

- Primeiro Nível – treinamento sobre o funcionamento de cada sistema, equipamento e do material rodante, de seus subsistemas, conjuntos e módulos, com a descrição dos principais circuitos (elétricos, eletrônicos e pneumáticos), as árvores de falhas, o resgate e a interpretação das falhas registradas nos diagnósticos;
- Segundo Nível – treinamentos sobre a manutenção dos principais equipamentos instalados e montados em cada sistema, equipamento e no material rodante, envolvendo todos os procedimentos e os intervalos de manutenção recomendados para cada equipamento;
- Terceiro Nível – treinamento sobre a manutenção dos principais módulos, conjuntos e componentes que compõem cada sistema, equipamento e material rodante (desmontagem/ montagem e revisão em bancada), destacando os que envolvam o uso de ferramentas e equipamentos especiais;

## **1.5. GARANTIA TÉCNICA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E MANUTENÇÃO**

### **1.5.1. Período de Garantia**

Após a aprovação dos testes de campo e colocação em serviço de cada sistema, equipamento e do material rodante, será dado início ao seu período de garantia pelos fornecedores, no mínimo, por 12 (doze) meses.

Antes do início do período da garantia deverá ser definida pela Concessionária com seus fornecedores a estratégia que será utilizada no período de garantia: equipes, materiais, equipamentos, instrumentos e ferramentas estimados para execução dos serviços de garantia.

A garantia deverá abranger todo e qualquer defeito de projeto, fabricação, instalação ou montagem, nos sistemas, equipamentos e material rodante, inclusive nos seus subsistemas, módulos, conjuntos e componentes, desde que os seus usos e conservações estejam de acordo com o estabelecido nos projetos e especificações técnicas.

As garantias deverão compreender o reparo ou substituição de quaisquer componentes defeituosos, de acordo com as seguintes condições:

- o reparo ou substituição de qualquer equipamento ou módulo defeituoso deverá ser providenciado, no menor prazo possível;
- os reparos das peças ou componentes, módulos ou equipamentos defeituosos, durante o período de garantia, serão executados em garantia ou pelo fabricante ou por terceiros, sob sua supervisão;
- o ressarcimento de quaisquer danos provocados a terceiros pelas falhas nos equipamentos será de responsabilidade da Concessionária.

Caso sejam constatados durante o período de garantia, defeitos, falhas ou problemas de fabricação, resultantes de emprego inadequado de mão de obra, equipamentos, materiais ou componentes, processo de fabricação, procedimentos de montagem ou transporte dos mesmos, as necessárias alterações ou substituições deverão ser providenciadas pela Concessionária junto a seus fornecedores o mais rapidamente possível.

Nesses casos, a Concessionária, juntamente com seus fornecedores, deverá repetir os ensaios necessários para comprovar a qualidade dos reparos, modificações ou substituições executadas e o seu bom funcionamento. A Concessionária deverá registrar no histórico de desempenho operacional os defeitos e os reparos executados.

### **1.5.2. Extensões do Período de Garantia**

Durante o período de garantia, na ocorrência de falha em qualquer equipamento, que implique na paralisação do sistema, equipamento ou material rodante, o período de garantia do mesmo deverá ser automaticamente prorrogado pelo número de dias de sua paralisação.

No caso de falhas que impliquem na substituição do equipamento, sistema ou material rodante, o período de garantia do mesmo será automaticamente prorrogado pelo mesmo número de dias, contados da data de sua paralisação até a data de sua devolução após reparo.

Os defeitos recorrentes que exijam modificações de projeto de qualquer equipamento, sistema ou do material rodante exigirão que o período de garantia mínimo de 12 (doze) meses seja reiniciado após a eliminação completa da falha recorrente.

Quando alguns módulos, conjunto ou componentes dos sistemas, equipamentos ou do material rodante não atingirem os índices de desempenho e confiabilidade estabelecidos durante o período de garantia, a Concessionária deverá providenciar as alterações necessárias para cumprimento dos parâmetros estabelecidos.

### **1.5.3. Recursos durante o Período de Garantia**

Durante o período de garantia os fornecedores da Concessionária deverão garantir a disponibilização de todos os recursos necessários à execução dos serviços de manutenção corretiva.

A manutenção em garantia deverá ser prestada através de equipe de engenheiros e técnicos de forma apropriada e ininterrupta 24 (vinte e quatro) horas por dia, 7 (sete) dias por semana.

#### **1.5.4. Assistência Técnica no Brasil**

Os fornecedores da Concessionária deverão se comprometer a manter no Brasil, serviço de assistência técnica para os sistemas, equipamentos e material rodante durante, no mínimo, de 12 meses após o término do período de garantia.

#### **1.6. SISTEMA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO**

A Concessionária deverá implantar um sistema de informações e gestão da manutenção (SIGMA) informatizado. Esse sistema deverá possuir capacidade, tanto de *software* como de *hardware*, para gestão da manutenção de todos os sistemas, equipamentos e do material rodante que integrarão a rede de VLT.

O SIGMA deverá ser concebido de forma modularizada, para permitir expansões futuras, envolvendo novos sistemas, equipamentos, material rodante, instalações e/ou linhas que venham integrar a rede de VLT.

O SIGMA deverá permitir consultas através da *web* por mecanismos de segurança, por senhas e definição de perfis (administrador, operador, consulta etc.).

O SIGMA deverá possuir as seguintes funcionalidades mínimas para gerenciamento da manutenção da rede do VLT:

- cadastro de todos os conceitos, definições e expressões utilizadas na manutenção;
- cadastro de toda documentação técnica englobando desenhos, manuais, catálogos, normas, trabalhos, registros e demais documentos técnicos;
- cadastro de todas as unidades rotativas de giro e individualizadas;
- cadastro dos intervalos de manutenção para cada equipamento;
- cadastro das tarefas de manutenção em formato de roteiros, rotinas e procedimentos;
- emissão periódica do programas de manutenção preventiva (tipo; periodicidade; etc.);
- cadastro dos tempos unitários e efetivos para cada tarefa ou grupo de tarefas de manutenção;

## *VLT do Rio*

- cadastro dos *kits* de materiais por tipo de intervenção e por equipamento;
- cadastro dos *kits* de ferramentas e instrumentos por tipo de intervenção e por equipamento;
- cadastro dos custos de manutenção (pessoal, material, equipamentos, etc.);
- elaboração de orçamentos periódicos para atender aos programas de manutenção;
- emissão de ordens de serviço *on line*;
- controle de quilometragem ou tempo de operação:
  - para programação/reprogramação da manutenção preventiva;
  - para elaboração de índices de desempenho;
  - por trem ou equipamento;
  - por frota ou sistema;
  - por conjunto, módulo ou componente;
- controle da produção:
  - equipamentos, sistemas ou veículos revisados e/ou a revisar;
  - equipamentos revisados por tipo, seção, local, equipamento, sistema ou material rodante;
  - quantitativo de cada equipamento, que deve ser produzido (revisado) para atender as intervenções preventivas e corretivas;
  - serviços especiais – exemplo: rodas fresadas, dormentes substituídos, etc.;
- controle preditivo de equipamentos – função da evolução de desgastes:
  - medição de consumo por equipamento;
  - estabelecimento/ projeção de vida útil;
  - prevenção de surtos;
  - comparação de desempenho de fornecedores distintos;
- determinação do consumo médio de determinados materiais, tais como: óleo, graxa, discos de freio, canoa de pantógrafo, etc., por:
  - equipamento;
  - intervenção;
  - veículo, sistema ou equipamento;
  - período;

## VLT do Rio

- local;
- determinação de *kits* sobressalentes, por:
  - tipo de intervenção no Sistema, Equipamento ou Material Rodante;
  - equipamento ou subconjunto;
  - período;
  - frota;
- controle de equipamentos e materiais em teste;
- controle dos equipamentos e das unidades rotativas;
- controle da mudança de estado:
  - material rodante, sistema ou equipamento em operação, manutenção, lavagem, etc;
  - horário de entrada e saída, tempo de permanência, etc.;
- histórico das avarias, por:
  - material rodante, sistema ou equipamento;
  - conjunto ou módulo;
  - data, período; etc.;
- controle de custo, por:
  - intervenção;
  - equipamento;
  - período;
  - material rodante, sistema ou equipamento; etc.;
- recursos necessários as intervenções nos sistema, material rodante ou equipamentos:
  - tarefas;
  - materiais (sobressalentes/consumo);
  - efetivo – homem-hora;
  - ferramentas/instrumentos;
- estatística de falhas, por:
  - sistema;
  - material rodante;
  - equipamento;
  - período;



## *VLT do Rio*

- pendências, por:
  - material rodante;
  - sistema;
  - equipamento;
  - intervenção; etc.
  
- controle de garantia de equipamentos fornecidos ou revisados.

Através dessas funções, o sistema de gerenciamento deverá responder as seguintes perguntas:

### **Sobre as ordens de serviço:**

- Quais as ordens de serviço abertas?
- Destas, quais as que se encontram em execução? E quais as que estão programadas? Quais as que estão aguardando recursos?
- Quais OS estão a cargo de uma seção?
- Quais OS são de natureza corretiva? E quais são preventivas?
- Dentre as corretivas, quais as que se originam por falhas de um determinado componente (ex: compressor, motor de tração, freios, disjuntores, limpador de pára-brisas, etc.)?
- Quais OS abertas são relacionadas com uma determinada intervenção ou irregularidade?
- Quais os tempos decorridos em dias desde a data da solicitação?
- Quais as áreas que estão a cargo de uma OS?
- Quais as OS abertas para um determinado sistema, equipamento ou material rodante? E para uma determinada família de equipamentos? Ou para certa unidade rotativa individualizada? E para um determinado sistema – equipamento?
- Listar as OS concluídas, indicando o respectivo tempo de duração para cada um dos serviços típicos:
  - num determinado período;
  - por uma determinada seção;
  - relacionadas com um determinado equipamento;
  - relacionadas com uma determinada intervenção ou irregularidade.

### **Sobre os recursos pendentes:**

- selecionar e listar os recursos pendentes para determinado equipamento ou família de equipamentos, com as respectivas quantidades e custos;
- para uma determinada área de manutenção;
- elaborar gráficos de barras que relacionem:
  - equipamento x custos de manutenção;
  - recursos pendentes x custos de manutenção.

### **Sobre as falhas e irregularidades:**

- listar as falhas ocorridas com um determinado equipamento ou família destes, num determinado período, indicando a posição na árvore física, onde ocorrem as irregularidades;
- listar, em ordem cronológica, as falhas ocorridas relacionadas com um determinado componente de uma família de equipamentos;
- em ambos os casos acima, listar as causas das irregularidades e as respectivas ações corretivas sugeridas pelas seções de manutenção;
- listar as irregularidades nas quais houve substituição de componentes;
- listar as irregularidades para as quais, por qualquer motivo, não houve solução;
- elaborar gráficos de barras que mostrem:
  - equipamentos x número de falhas;
  - seções x número de falhas;
  - componentes x número de falhas.

### **Sobre as ocorrências diversas:**

- listar as medições de desgaste feitas num determinado componente de uma família de equipamento;
- listar os equipamentos em testes ou que estejam desenvolvendo algum produto.

**Sobre as intervenções preventivas:**

- quantificar a necessidade de componentes necessários a realização das revisões em bancada ou em terceiros, para um determinado equipamento, indicando os custos unitários e totais;
- listar as tarefas a executar para um determinado equipamento, num certo tipo de intervenção;
- determinar a carga das seções de manutenção para um grupo qualquer de intervenções.

**1.7. SOBRESSALENTES**

Os fornecedores da Concessionária deverão se obrigar a fornecer sobressalentes para os sistemas, equipamentos e material rodante pelo prazo, mínimo, de 10 (dez) anos.

Considerando a filosofia RAMS, os fornecedores da Concessionária deverão determinar qualitativa e quantitativamente os módulos, conjuntos, equipamentos e sobressalentes dos Sistemas, Equipamentos e do Material Rodante, que garantam os índices de confiabilidade e disponibilidade especificados.

Essas listas de sobressalentes (qualitativas e quantitativas) têm como objetivo agilizar ao máximo as seguintes operações de manutenção:

- primeiro nível: troca de módulos, conjunto ou equipamento para recolocação em serviço do sistema ou material rodante, no menor tempo possível;
- segundo nível: troca de componentes para reparo do módulo, conjunto ou equipamento substituído no primeiro nível, e para reposição do estoque de segurança;
- terceiro nível: reparos em bancada ou oficina de componentes danificados substituídos no segundo nível;
- peças de desgaste: peças ou materiais de consumo cujo desgaste ocorra durante a operação do sistema, equipamento ou material rodante.

Considerando sua agilidade de contratação a Concessionária definirá os itens (com as quantidades) que julgar necessários, de sobressalentes necessários a execução dos seus

## VLT do Rio

serviços de operação e manutenção da rede de VLT considerando os índices de qualidade operacional estabelecidos.

### 1.8. TRATAMENTO DAS OBSOLESCÊNCIAS

Os fornecedores da Concessionária deverão garantir processos para tratamento das obsolescências de *hardware* e *software* que venham a ocorrer, durante a Concessão, nos sistemas, equipamentos e material rodante.

Com relação aos *softwares* deverá ser incluída nos fornecimentos a obrigação de atualização das suas versões, tanto dos *softwares* desenvolvidos pelos fornecedores do sistema, equipamento ou material rodante, como também dos *softwares* de base (sistemas operacionais, bases de dados, etc.) e outros adquiridos de terceiros.

Com relação aos *hardwares*, deverão ser incluídos procedimentos que garantam o cumprimento pelos fornecedores das seguintes obrigações:

- notificação, com antecedência necessária, a obsolescência, a suspensão ou a descontinuidade de fabricação de qualquer equipamento ou componente, para permitir que a concessionária faça um último pedido de sobressalentes, na quantidade que julgar necessária;
- informar quais alternativas que substituirão o equipamento ou componente obsoleto ou que terão sua produção descontinuada ou suspensa;
- fornecer como alternativa aos itens anteriores, os projetos de fabricação detalhados para que a concessionária possa desenvolver e contratar um novo fornecedor. Caso um fornecedor venha a interromper o uso de algum *software* utilizado em algum sistema, equipamento ou do material rodante, ele deverá fornecer o programa fonte, e toda a documentação e ferramentas que utilizou no seu produto.

### 1.9. FERRAMENTAS, INSTRUMENTOS E EQUIPAMENTOS ESPECIAIS

Caso sejam necessários para a manutenção ou operação dos sistemas, equipamentos ou material rodante, quaisquer ferramentas, instrumentos e equipamentos especiais, os



## *VLT do Rio*

mesmos deverão ser discriminados e incluídos nos fornecimentos nas quantidades necessárias.

Os fornecedores da Concessionária deverão apresentar a lista dessas ferramentas e instrumentos especiais necessários à execução dos serviços de manutenção e operação referentes a seus fornecimentos.

### **1.10. SOFTWARES**

Os fornecedores deverão entregar a Concessionária, para permitir a execução das alterações e reinstalações necessárias à operação da rede do VLT, os módulos, com os respectivos manuais, de operação, instalação e diagnóstico, com as licenças de uso, dos *softwares* utilizados nos sistemas / material rodante / equipamentos.

Nos fornecimentos deverá ser dada prioridade ao uso de *software* e protocolos abertos (livres de licença e *copyright*).

Os fornecedores deverão efetuar os serviços de manutenção de todos os *softwares*, implantando as atualizações e eliminando os *bugs* durante o período de garantia.

O acesso remoto diretamente aos sistemas pelos fornecedores não deverá ser permitido por motivos de segurança.

Os *softwares* utilizados nos sistemas / material rodante / equipamentos poderão ser instalados e operados em qualquer outro *hardware* "comercial" equivalente que a Concessionária possa precisar trocar no futuro, sem que seja necessário obter qualquer autorização ou assistência técnica ou operacional dos fornecedores originais dos mesmos.

## **2. ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS DOS SISTEMAS ELETRÔNICOS OPERACIONAIS**

### **2.1. CONTROLE DA CIRCULAÇÃO DOS VEÍCULOS VLT**

#### **2.1.1. Introdução**

O Controle da Circulação dos Veículos (**CCV**) da Rede de VLT terá suas funcionalidades realizadas pelos seguintes componentes:

- Sistema de Sinalização Ferroviária (**SSF**): que proverá um meio seguro, eficiente e eficaz para garantir as rotas nas áreas de manobras ou de via única com circulação bi - direcional a serem percorridas por seus veículos, ao longo do traçado;
- Sistema de Auxílio à Operação (**SAO**): que proverá a supervisão, pelo CCO, do posicionamento dos veículos VLT ao longo da rede;
- Sistema de Sinalização Viária (**SSV**): que proverá as interfaces da Rede do VLT com a sinalização viária nos cruzamentos com as vias públicas (ruas e avenidas) e as faixas de travessia de pedestres.

#### **2.1.2. Sistema de Sinalização Ferroviária**

Ao longo das vias ferroviárias fora das zonas de manobras ou de vias únicas com circulação bidirecional, os condutores dos veículos VLT operarão os mesmos em marcha à vista, obedecendo às condições da via à sua frente (livre ou ocupada / interdita), respeitando os limites impostos pelo **SSV** (placas, sinais de trânsito, etc.) e também às restrições impostas pela Autoridade de Trânsito local, para circulação de veículos em geral, nas ruas e avenidas ao longo do traçado do VLT (exemplo: velocidade limite).

Portanto nas vias férreas nas regiões fora das zonas de manobras a segurança do tráfego dos veículos do VLT dependerá exclusivamente da atuação de seus condutores, e deverá ser regulamentada pelos procedimentos operacionais da Concessionária.

## *VLT do Rio*

Nas zonas de manobra ou de via única com circulação bidirecional, existirão equipamentos fixos (máquinas de chave motorizadas, sinais, circuitos de via / contadores de eixo, etc.) e programas (*software*) para intertravamento, gestão, supervisão e controle das rotas a serem percorridas, pois, nesses casos, os procedimentos de condução em marcha à vista não serão suficientes para garantir a segurança do tráfego.

O conjunto desses equipamentos fixos (máquinas de chave motorizadas, sinais, circuitos de via / contadores de eixo, etc.) e programas (*software*) para intertravamento, gestão, supervisão e controle das rotas constituirão o Sistema de Sinalização Ferroviária (**SSF**).

Nas regiões de manobras ou de via única com circulação bidirecional, os equipamentos e programas de sinalização ferroviária utilizados obedecerão às rígidas especificações técnicas adotadas nas redes metro ferroviárias, vitais para garantia da segurança do tráfego, mesmo que ocorram falhas.

O **SSF** (equipamentos e programas) utilizará além da técnica da falha segura (*fail safe*), a solução da redundância em todas as suas funções e equipamentos vitais, e em todos os seus diversos processos (projeto, fabricação, instalação e montagem) adotará a metodologia conhecida como CDMS (do inglês RAMS) para assegurar elevados índices de confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança.

O nível de segurança dos programas (*software*) e dos equipamentos (*hardware*) relacionados com as funções vitais à segurança será o SIL 3 (*Safety Integrity Level 3*) de acordo com a Norma 61.508 da IEC, em sua última versão.

### **2.1.2.1. Funcionalidades do Sistema de Sinalização Ferroviária**

O **SSF** deverá garantir as seguintes funcionalidades:

- travamento da ponta de agulha dos AMVs;
- intertravamento de rotas conflitantes para movimento dos veículos;
- o comando e o controle da sinalização da via, indicando a rota liberada e as bloqueadas para o movimento dos veículos;
- o comando e controle da sinalização das rotas pré-definidas, em zonas de manobras, onde normalmente os veículos realizarão essas rotas.

## *VLT do Rio*

Caso ocorra a falha em um equipamento ou programa do **SSF**, ele poderá ser operado de forma degradada, gerido por procedimentos operacionais específicos. Nessas condições as rotas poderão ser comandadas somente se os controladores do CCO autorizarem suas execuções ou a um técnico da manutenção ou aos próprios condutores dos veículos VLT, que autorizados poderão movimentar manualmente os AMVs.

Observa-se que em qualquer dessas situações, as rotas conflitantes serão bloqueadas pelo sistema de intertravamento automático (**IXL**).

### **2.1.2.2. Tipos de Rotas**

Uma rota nas zonas de manobras ou de via única com circulação bidirecional é definida como um caminho que o VLT pode percorrer de forma segura. A entrada de um VLT dentro de uma rota é controlada por um sinal localizado na entrada da mesma.

Todos os comandos manuais de rotas, autorizados pelo controlador do CCO e efetuados por um técnico da manutenção ou pelo condutor do VLT, deverão ser processados pelo equipamento de intertravamento (**IXL**), que só irá estabelecer a rota se as condições de segurança forem atendidas. Uma vez que a rota seja estabelecida, o sinal de entrada da mesma será aberto.

O cancelamento de uma rota deve ser, em condições normais, feito totalmente de forma automática após a passagem do veículo VLT pela rota alinhada, ou em condições degradadas de forma manual, por um técnico da manutenção ou pelo condutor do veículo VLT, nesses casos autorizados pelo controlador do CCO.

As rotas serão dos seguintes tipos: rotas por demanda e rotas pré-definidas.

#### **Rotas por demanda:**

São as rotas que, em condições normais, para serem estabelecidas necessitam da atuação do condutor do veículo VLT ou em condições degradadas pelo condutor de um dos veículos VLT ou por um técnico da manutenção, desde que autorizados pelo controlador do CCO.



## *VLT do Rio*

Em operação normal nas zonas de manobras o condutor do veículo VLT acionará por rádio freqüência, de sua cabine, o comando do(s) AMV(s), desde que a rota pretendida não esteja bloqueada ou restrita, antes da passagem do seu veículo sobre o(s) AMV(s) e, se necessário, também após a sua passagem.

Essas operações serão supervisionadas pelos controladores do CCO, através do Sistema de Auxílio à Operação (**SAO**).

Os condutores dos veículos VLT terão à disposição no painel de controle dos veículos, três possibilidades para solicitação da manobra:

- para a esquerda;
- para a direita;
- seguir reto.

Em operação degradada essas rotas por demanda poderão ser executadas manualmente, desde que autorizadas pelo controlador do CCO, ou:

- pelo condutor do veículo VLT;
- por um técnico da manutenção.

Observa-se que essas situações exigirão procedimentos operacionais específicos, por parte da Concessionária.

Nas vias do pátio de manutenção, em operação normal, as rotas serão acionadas à distância, através do Sistema de Comando Centralizado (**SCC - SCADA**) e do Sistema de Transmissão de Dados (**STD**), pelos controladores do CCO.

Em operação degradada as rotas do pátio de manutenção poderão ser acionadas por um técnico da manutenção ou por um condutor do veículo VLT manualmente, autorizadas pelo controlador do CCO, obedecendo a procedimentos operacionais específicos da Concessionária.

## *VLT do Rio*

### **Rotas pré-definidas:**

São as rotas que normalmente permanecem liberadas para serem percorridas pelos veículos VLT, que ao chegarem nesse ponto não necessitam comandar essa manobra, desde que não exista outra rota a ser executada determinada pelo CCO, por exemplo, devido a alguma restrição ou degradação existente.

O cancelamento de uma rota pré-definida só poderá ser realizado pelo controlador do CCO.

### **2.1.2.3. Equipamentos de Intertravamento**

O acionamento de uma rota nas zonas de manobras ou de via única com circulação bidirecional será comandado e processado por equipamentos / computadores de intertravamento microprocessados (**IXL**), projetados conforme as técnicas de falha segura e redundância, instalados ao longo das linhas, preferencialmente nos armários técnicos localizados nas estações ou paradas, que garantirão que a rota solicitada é segura e pode ser atendida. Após a liberação de uma rota pelo **IXL**, esse equipamento permitirá o comando do(s) AMV(s), que será(ão) acionado(s) por uma máquina de chave elétrica, e a abertura e fechamento dos sinais necessários a passagem do veículo.

O **IXL** controlará todos os objetos instalados dentro da área de sua abrangência, e que são adotados na sinalização ferroviária tais como: AMVs, sinais, circuitos de via, contadores de eixo, *loops*, etc.

### **2.1.2.4. Operação dos Aparelhos de Mudança de Via**

A operação das máquinas de chave elétricas dos AMVs será sempre comandada pelos equipamentos de intertravamento (**IXL**). O **IXL** não só comandará o posicionamento dos AMVs, mas também o modo que será utilizado nesse comando, se à distância comandado pelo condutor do veículo VLT ou manualmente no local, pelo condutor do veículo ou por um técnico da manutenção autorizados pelo controlador do CCO.

Quando um AMV não aceitar um comando elétrico enviado pelo condutor de um veículo VLT, o controlador do CCO tentará comandá-lo à distância. Caso não consiga, um técnico da manutenção deverá ser enviado ao local para operação manual da máquina de chave, o

## *VLT do Rio*

que poderá ser feito também pelo próprio condutor do veículo VLT. Essa condição caracteriza uma operação degradada e deverá ser autorizada pelo controlador do CCO.

A operação à distância de um AMV só será autorizada pelo **IXL**, se o controle da posição da agulha do mesmo estiver no modo de comando à distância.

### **2.1.2.5. Direção de Tráfego**

Os veículos VLT nos trechos com duas vias circularão sempre pelo lado direito.

### **2.1.3. Sistema de Auxílio à Operação**

Um sistema automático de localização dos veículos deverá ser implantado, para informar aos controladores do CCO, o posicionamento de cada veículo em operação, baseada nas informações recebidas dos equipamentos (balizas) instalados na linha, e permitir a gestão (planejamento, regulação, atualização ou modificação de horários, realização de serviços parciais, escala de condutores, etc.) das viagens.

A quilometragem percorrida por cada veículo VLT será obtida de seu odômetro e será processada e registrada pelo computador de bordo do veículo que a informará ao CCO. Essa quilometragem do odômetro será confirmada ou corrigida continuamente pelas balizas localizadas ao longo das vias.

A informação do odômetro é transferida ao CCO através do **SCM** e do **STD** e as das balizas pelo **SCC** (SCADA), através do **STD**.

Através da baliza inicial de cada linha e das diversas outras balizas instaladas ao longo da rede será determinado o posicionamento correto dos veículos, através da posição quilométrica (PK) das balizas que é transmitida ao CCO, a medida que cada veículo vai sendo detectado pela baliza que capta o sinal de RF, emitido pelo veículo VLT e informa ao leitor de baliza do veículo a posição em que o mesmo se encontra, que registra no computador de bordo e envia essa informação ao CCO.

## *VLT do Rio*

A medida que o veículo vai avançando, o computador de bordo irá registrando a nova posição do mesmo e as distâncias percorridas, baseado na leitura da posição quilométrica das balizas instaladas ao longo da via .

Através da leitura e do registro das balizas, instaladas na via, o veículo transmitirá sua real posição quilométrica ao CCO. Essa informação será comparada pelo computador de bordo com a medida obtida do odômetro e, se necessário, corrigirá o desvio causado pelo desgaste das rodas, escorregamentos, etc. Ao final da jornada diária do veículo, o computador de bordo informará ao CCO, a quilometragem que ele percorreu e outras informações operacionais.

Durante o deslocamento do veículo o computador de bordo registrará e informará ao CCO, o trecho da via em que o veículo se encontra e será exibido graficamente aos controladores do CCO, em suas estações de trabalho integrantes do **SCC** (SCADA).

O **SAO** permite a gestão do tráfego, em tempo real, dos veículos VLT, pelo CCO (intervalo, regulação, atrasos / avanços em relação à tabela horária, condutores dos veículos, etc.), processa as informações que serão transmitidas aos passageiros (estações / paradas e a bordo dos veículos), a comunicação através do sistema de rádio entre o CCO e o veículo.

Permite, também, dar informações de localização ao sistema de controle de acesso, de bordo, em tempo real.

O **SAO** permite, ainda, a elaboração dos relatórios operacionais de toda a Rede VLT.

### **2.1.4. Sistema de Sinalização Viária**

O Sistema de Sinalização Viária (**SSV**) abrange o controle dos cruzamentos entre a Rede VLT e o sistema viário local. Existirão dois tipos de cruzamentos entre a rede do VLT e o sistema viário:

- aquele em que a passagem prioritária é dos veículos VLT (cruzamento com vias secundárias);



## *VLT do Rio*

- aquele em que os veículos VLT necessitam aguardar liberação para cruzamento, de acordo com o ciclo semafórico estabelecido pelo sistema de sinalização das vias rodoviárias (vias principais).

Circuitos de detecção de aproximação e chegada dos veículos VLT nesses cruzamentos, através de *loops*, permitem o comando da sinalização viária autorizando a passagem aos veículos VLT.

Nos cruzamentos com as vias secundárias, a prioridade será sempre dada à travessia dos veículos VLT.

Nos cruzamentos com as vias principais os veículos VLT terão que aguardar a liberação do ciclo de abertura / fechamento da sinalização das vias rodoviárias para cruzá-las.

Os sinais utilizados para sinalização dos veículos VLT serão diferentes dos utilizados na sinalização viária local.

### **2.1.4.1. Cruzamentos com as Vias Secundárias**

Nos cruzamentos com as vias secundárias, a aproximação do veículo VLT requisitará automaticamente prioridade para sua passagem, através de interfaces (contatos secos) dos *loops* com o equipamento de gestão do cruzamento, que então analisará essa informação para comandar o fechamento dos sinais das vias rodoviárias (ruas ou avenidas) e os das travessias dos pedestres, se necessário, e a abertura dos sinais da Rede VLT, priorizando a passagem desse veículo. O equipamento de gestão do tráfego viário, dentro do possível, compatibilizará a programação do (s) cruzamento (s) com a priorização de passagem para os veículos VLT.

Logo após a passagem do veículo VLT pelo cruzamento, o equipamento de gestão do cruzamento, receberá automaticamente essa informação, através de outra interface (contato seco), de outro *loop*, localizado após o cruzamento, e poderá comandar o fechamento dos sinais da Rede VLT e a abertura dos sinais das vias rodoviárias, liberando assim a passagem aos veículos rodoviários e as travessias aos pedestres e, dentro do possível, compatibilizando essas operações com a programação da sinalização viária do cruzamento.

## *VLT do Rio*

Caso um segundo veículo VLT se aproxime do cruzamento, antes que se complete o ciclo de abertura dos sinais das vias rodoviárias, e após a passagem do primeiro veículo VLT, ele ficará retido até que se complete o tempo do ciclo de abertura dos sinais viários, quando então será restabelecida a prioridade de passagem para os veículos VLT.

Caso o segundo veículo VLT se aproxime do cruzamento, após ter sido completado o tempo do ciclo de abertura dos sinais viários, será garantida a prioridade à sua passagem.

### **2.1.4.2. Cruzamentos com Vias Prioritárias**

Nos cruzamentos com as vias prioritárias (exemplo: cruzamento das avenidas Rio Branco com a Presidente Vargas) não será dada prioridade automática à passagem do veículo VLT que ficará retido até que se complete o tempo de ciclo de abertura dos sinais viários, quando então o equipamento de gestão do cruzamento fechará os sinais (no exemplo da avenida Presidente Vargas) que impedirão a passagem dos veículos rodoviários e as travessias dos pedestres e abrirão os sinais da Rede VLT (no exemplo da avenida Rio Branco), liberando a passagem do veículo VLT.

Após a passagem do veículo do VLT pelo cruzamento, o equipamento de gestão do cruzamento receberá automaticamente (através de um contato seco do loop localizado após o cruzamento) a autorização para que possa, caso o ciclo programado se conclua, comandar a abertura da sinalização viária e permitir a travessia dos veículos rodoviários e as travessias dos pedestres (no exemplo da avenida Presidente Vargas) e o fechamento da sinalização da Rede VLT (no exemplo, da avenida Rio Branco). Essa operação também só será realizada após ser completado o tempo do ciclo de fechamento / abertura dos sinais previstos (no exemplo os da sinalização viária do cruzamento entre as avenidas Presidente Vargas e Rio Branco).

### **2.1.4.3. Observações Complementares sobre os Cruzamentos**

Deverá ser garantida a operação normal dos cruzamentos, nas seguintes situações:

## *VLT do Rio*

### **Cruzamentos próximos a uma saída de estação:**

Se uma intersecção, com uma via secundária, for muito próxima da saída de uma estação, os detectores (loops) de veículos VLT deverão ser posicionados, de forma a garantir que a prioridade do VLT na intersecção já esteja disponível quando o VLT partir da estação.

### **Dois cruzamentos próximos:**

Quando existirem duas intersecções, com vias secundárias, muito próximas essas intersecções deverão estar conectadas de forma a garantir a prioridade de passagem de um VLT em ambas as intersecções ao mesmo tempo.

### **Dois veículos VLT cruzando uma intersecção em sentidos opostos:**

Quando existirem dois veículos VLT que irão cruzar uma mesma intersecção, com via secundária, em sentidos opostos, praticamente ao mesmo tempo (por exemplo, quando já existir a permissão de passagem dada ao primeiro VLT e durante esta permissão um segundo VLT se aproximar em sentido oposto), a prioridade de passagem deverá ser estendida até que o segundo VLT cruze e saia totalmente da intersecção.

### **Dois veículos VLT muito próximos um do outro e seguindo na mesma direção:**

Quando existirem dois veículos VLT muito próximos que irão cruzar uma intersecção no mesmo sentido, com via secundária, deverá ser garantido que apenas um VLT entre na intersecção por vez, sem que seja estendida a prioridade de passagem do primeiro ao segundo VLT. Deverá ser garantido que o segundo VLT deverá aguardar que o primeiro VLT tenha cruzado totalmente a intersecção para que então seja analisado o pedido de prioridade para o seu cruzamento.

### **Intersecções próximas a uma região de manobra, controlada pelo equipamento IXL (intertravamento) de sinalização metro-ferroviária:**

Numa região de manobras controlada por um IXL, deverá ser garantido que a prioridade de passagem em uma intersecção, com via secundária, só será dada ao veículo VLT, se a rota após a intersecção estiver estabelecida.

## *VLT do Rio*

Os equipamentos de gestão dos cruzamentos deverão ser fornecidos pela Concessionária da Rede VLT. Os equipamentos de gestão dos cruzamentos deverão permitir suas integrações aos sistemas de gestão viária, tanto da área do Porto Maravilha, bem como da Área Central de Negócios.

Os equipamentos de gestão dos cruzamentos deverão ser fornecidos pela Concessionária, com protocolos de comunicação utilizados ou que permitam a compatibilização, mediante uma interface com os protocolos atualmente utilizados pelos sistemas de gestão viária dessas duas áreas.

Através desses protocolos de comunicação os fornecedores desses dois sistemas de gestão viária poderão integrar os seus equipamentos de gestão dos cruzamentos aos equipamentos e programas que permitam a supervisão, o comando e o controle do tráfego viário dessas áreas através de seus respectivos centros de controles de tráfego.

### **2.2. SISTEMA DE CONTROLE CENTRALIZADO**

#### **2.2.1. Introdução**

O Sistema de Controle Centralizado (**SCC**), responsável pela supervisão, controle e aquisição de dados (**SCADA**) da Rede VLT, permitirá aos controladores do Centro de Controle Operacional (**CCO**) a execução, no mínimo, das seguintes funções:

- gerenciamento da circulação dos veículos VLT;
- gerenciamento dos status dos sistemas e equipamentos integrantes do veículo VLT;
- gerenciamento do sistema de alimentação de energia elétrica;
- gerenciamento dos sistemas eletromecânicos auxiliares;
- gerenciamento dos sistemas de telecomunicações;
- gerenciamento dos sistemas eletrônicos auxiliares;
- gerenciamento do sistema de controle de acesso;
- gerenciamento da manutenção;
- gestão dos alarmes e eventos;
- armazenamento de dados operacionais e de desempenho;



## *VLT do Rio*

- elaboração de relatórios operacionais.

O **SCC** (SCADA) terá um equipamento completo de gerenciamento, incluindo dois servidores redundantes (*ativo-ativo / hot-stand-by*), terminal de vídeo, *mouse*, teclado, outros dispositivos de IHM (interface homem - máquina), impressora e os programas necessários para oferecer os recursos de gestão, configuração e supervisão de maneira integrada e organizada da circulação dos veículos VLT e dos *status* de todos os equipamentos integrantes da Rede VLT, e que será instalado na sala técnica do CCO.

Esse gerenciamento permitirá aos controladores do CCO, também a troca (recebimento ou transmissão) de dados, ordens e informações com os condutores e os veículos VLT e com todos os equipamentos integrantes da Rede VLT.

Esse gerenciamento será disponibilizado nas estações de trabalho (IHM), dos controladores do CCO, integrantes do **SCC** (SCADA).

O CCO para gerenciamento da operação dos veículos, equipamentos e sistemas integrantes da Rede do VLT terá, no mínimo, as seguintes estações de trabalho:

- dois postos de controle da circulação dos veículos VLT e dos sistemas de energia, telecomunicações, auxiliares e controle de acesso, etc.;
- um posto de supervisão;
- um posto de engenharia;
- um posto de manutenção.

O **SCC** (SCADA) terá os seguintes equipamentos e instalações principais:

- 2 (dois) servidores ativo / ativo (*hot stand by*);
- 1 (uma) rede estruturada local do CCO, redundante e com topologia em estrela, em cabos de cobre trançado CAT 6;
- 2 (duas) estações de trabalho (IHM), para cada um dos postos acima;
- *softwares* de gestão, de interface e integração do SCADA com os sistemas, equipamentos e veículos integrantes da Rede VLT.

## VLT do Rio

Os equipamentos que comporão o **SCC** estarão interligados através da rede redundante local do CCO, que será, no mínimo, *Fast Ethernet* (100 Mbits), em arquitetura cliente/servidor, para permitir a centralização do controle da operação da Rede VLT, a partir do CCO.

Cada estação de trabalho se conectará, em termos lógicos, aos servidores dos demais sistemas (exemplos: SCADA, CFTV e Controle de Acesso, etc.).

A rede local do CCO será interligada aos *switches* redundantes, de elevada confiabilidade e disponibilidade e de grande capacidade de endereçamento de mensagens, do **STD**, integrante dos Sistemas de Telecomunicações.

A comunicação / integração do **SCC** (SCADA) com os sistemas, equipamentos das estações / paradas e instalações fixas (exemplo: subestação), ao longo da Rede VLT, será realizada pelos servidores do **STD**, dualizados e montados em configuração ativo / ativo (*hot stand by*), além das funções de gestão da comunicação de dados centralizada (Unidades Centrais - UCs).

Os servidores do **SCC** (SCADA) estarão interconectados no CCO, através da rede estruturada local aos *switches* do STD e, através do *backbone* de fibras óticas do **STD**, que será implantado ao longo de todo o traçado da Rede VLT aos *switches* (Unidades Remotas – URs), localizadas nas estações / paradas, subestações e no Centro Integrado de Operação e Manutenção (CIOM), e que permitirão ao CCO, o envio de comandos ou mensagens para as instalações fixas da Rede VLT e bem como o recebimento dos dados e informações técnicas operacionais de desempenho dos mesmos.

As comunicações entre as UCs e as URs serão realizadas através dos canais em alta velocidade (*backbone* em *Gigabit Ethernet*, no mínimo, em 10 Gbits) disponibilizados pela rede em cabos de fibras óticas do **STD**.

Os servidores do **SCC** (SCADA) serão montados em gabinetes (*rack* de 19", fechado) instalados na sala técnica do CCO.

Para armazenamento de todos os dados, alarmes, eventos, etc., deverá ser implantado um servidor dedicado a essa função (*storage*), com capacidade de armazenamento de dados dos últimos 60 dias.



## *VLT do Rio*

As estações de trabalho obedecerão a critérios que garantirão requisitos de robustez e de ergonomia, em total conformidade com a NR-17, do Ministério do Trabalho.

As duas estações de trabalho previstas em cada posto de trabalho, comporão uma IHM. Cada IHM terá, portanto, dois conjuntos de equipamentos (terminal de vídeo, teclado, e mouse) e uma impressora e serão suportadas por computadores de alta capacidade de processamento e armazenamento.

### **2.2.2. Arquitetura do SCC**

O **SCC** será configurado segundo uma arquitetura que garanta os requisitos de capacidade, conectividade, modularidade e desempenho, e que permitam ainda a futura evolução do sistema.

O **SCC** (SCADA) deverá ser bastante flexível em termos operacionais, e permitir que qualquer uma de suas estações de trabalho instaladas no CCO possa realizar todas as funções previstas para o CCO.

O **SCC** (SCADA) será configurado para permitir que os controladores do CCO comandem e controlem a movimentação dos veículos no pátio, através inclusive da transferência dos veículos entre a linha corrida e o pátio, e qual via do pátio o veículo deverá ocupar.

As estações de trabalho do **SCC** (SCADA) estarão ligadas aos servidores de tal forma que a falhas ou retirada de operação de uma delas não comprometa o funcionamento da rede e do sistema.

### **2.2.3. Gestão da Circulação dos Veículos VLT**

O gerenciamento da gestão da circulação dos veículos VLT, permitirá aos controladores do CCO também a troca (recebimento ou transmissão) de dados, ordens e informações com os condutores e os veículos VLT. Essa troca de dados será realizada pelo do Sistema de Apoio à Operação (**SAO**) através do Sistema de Comunicações Móveis (Rádio Tetra).

## VLT do Rio

Esse gerenciamento implicará ainda na supervisão, pelos controladores do CCO, do **SSF** das zonas de manobras e de via única com circulação nos dois sentidos.

Esse gerenciamento será disponibilizado nas estações de trabalho (IHM) dos controladores do CCO, integrantes do **SCC** (SCADA).

Os controladores do CCO poderão programar o percurso de cada veículo VLT e informar aos condutores a viagem que deverá ser cumprida.

Essa gestão permitirá a regulação das linhas e atualização dos horários das viagens, os condutores de serviços, a realização de serviços parciais, as partidas dos veículos e a ocupação das vias, inclusive as dos terminais e dos pátios de manutenção e estacionamento, e gerenciar todas as anomalias nos serviços.

O gerenciamento garantirá, no mínimo, as seguintes funcionalidades ao CCO:

- recepção das indicações dos intertravamentos – **IXL** da sinalização ferroviária (estados e alarmes);
- recepção das indicações dos alarmes e estados da sinalização viária, se necessário;
- exibição do status e alarmes dos equipamentos;
- posicionamento dos veículos ao longo da Rede VLT;
- envio de mensagens em forma de dados;
- recepção dos dados dos equipamentos de validação e auditoria da bilhetagem, instalados a bordo dos veículos;
- recepção de alguns dados dos equipamentos instalados a bordo dos veículos.

O CCO receberá o *status* e o monitoramento dos comandos realizados pelos equipamentos de intertravamento – **IXL**, tais como:

- estado (aberto/fechado) dos sinais ferroviários do VLT, na via (vertical, horizontal, inclinado para a direita, inclinado para a esquerda);
- estado de ocupação das zonas de intertravamento;
- status da posição das agulhas dos travessões (normal ou reverso);
- estado da rota (memorizada, estabelecida);
- modo de comando das máquinas de chave dos AMV (local ou à distância);
- alarmes dos equipamentos de intertravamento indicando falhas em sua operação;

## *VLT do Rio*

- alarmes de ultrapassagem do tempo limite de detecção da posição de uma máquina de chave.

### **2.2.4. Gerenciamento dos Sistemas e Equipamentos Integrantes do Veículo VLT**

Os veículos VLT serão equipados com sistemas embarcados e alguns poderão ser supervisionados, à distância, pelos controladores do CCO, através do **SAO** e do **SCM** (Rádio Tetra).

O computador de bordo dos veículos VLT controlará os equipamentos e sistemas operacionais dos mesmos, e enviará ao CCO, os dados selecionados em tempo real para permitir suas supervisões.

Os veículos serão equipados com dois conjuntos, formados por rádio móvel e antena, em cada cabine. Será através do **SCM** que serão trocados os dados e ordens (transmissão e recepção) entre o CCO e os veículos.

No mínimo, os seguintes dados e ordens serão trocados entre o CCO e os veículos, alguns em tempo real:

- alarmes de falhas ocorridas em equipamentos dos veículos;
- dados de eventos selecionados para controle;
- mensagens de áudio para os passageiros utilizando o sistema de sonorização interno dos veículos (*Public Adress System - PAS*);
- informações aos passageiros através dos painéis de mensagens variáveis ou de monitores de vídeo dos veículos (*Public Information System - PIS*);
- transmissão da hora padrão, que será utilizada em toda a Rede VLT;
- transmissão dos dados de validação dos bilhetes/cartões nos validadores instalados a bordo e dos equipamentos de auditoria dos acessos dos usuários aos veículos.

### **2.2.5. Gerenciamento do Sistema de Alimentação de Energia Elétrica**

O Sistema de Alimentação de Energia Elétrica (**SEE**) será controlado ou comandado à distância pelos controladores do CCO, através do **SCC** (SCADA).

## *VLT do Rio*

O **SCC** permitirá que aos controladores do CCO, a supervisão e os comandos, em tempo real, de, no mínimo, das seguintes funções do SEE:

- sistema alimentador em corrente alternada;
- energia de tração;
- comando de distribuição de energia de baixa tensão das subestações e estações / paradas;
- sistema de alimentação de emergência.

A supervisão do **SSE**, pelo CCO, compreenderá, no mínimo, a:

- monitoração e comando dos equipamentos de manobra das subestações de corrente alternada;
- monitoração de medidas analógicas da tensão das alimentações em corrente alternada e corrente contínua;
- monitoração da temperatura dos transformadores de potência;
- monitoração e comando remoto do fornecimento de 750 Vcc;
- monitoração e comando remoto da distribuição de 750 Vcc;
- monitoração dos equipamentos de baixa tensão;
- monitoração dos equipamentos de automatismo das subestações (Controladores Lógicos Programáveis - CLPs) e das comunicações de dados com os equipamentos;
- monitoração do sistema de detecção e combate a incêndio, ventilação e intrusão.

Os CLPs das subestações deverão operar nos seguintes modos de comando:

- modo local: os comandos podem ser acionados pelos técnicos da manutenção a partir do painel do CLP local da subestação;
- modo manual: os comandos podem ser acionados pelos técnicos da manutenção, somente a partir dos comandos localizados nos próprios equipamentos;
- modo remoto: os comandos podem ser acionados pelos controladores do CCO, a partir de suas estações de trabalho integrante do SCADA.

As IHMs destinadas aos postos de controle do CCO poderão visualizar e comandar os equipamentos de manobra (disjuntores, contadores, seccionadoras, etc.) dos circuitos de tração. Essas IHMs disporão ainda do recurso de um gráfico analítico com os valores

## *VLT do Rio*

analógicos das potências e energias consumidas pelo **SEE**, permitindo aos controladores do CCO, monitorar o consumo imediato, sua tendência e compará-lo com o valor esperado registrado no sistema, baseado no planejamento operacional e no histórico do último ano da operação.

### **2.2.6. Gerenciamento dos Sistemas Auxiliares Eletromecânicos e Eletrônicos, de Telecomunicações e de Controle de Acesso**

Os sistemas auxiliares eletromecânicos e eletrônicos, o sistema de telecomunicações e o sistema de controle de acesso serão supervisionados, à distância, pelos controladores do CCO, através do **SCC** (SCADA).

Os estados, os comandos, os alarmes provenientes dos equipamentos desses sistemas, localizados ao longo das vias ou nos pátios de manutenção ou de estacionamento, e permitirá que o CCO receba as informações referentes aos seus equipamentos.

A supervisão desses sistemas, pelo CCO, compreenderá, dentre outras, as seguintes atividades:

- supervisão dos equipamentos;
- supervisão das suas medidas analógicas (tensão, corrente, temperatura, frequência, etc.);
- monitoração dos equipamentos de automatismo das estações / paradas (CLPs) e das comunicações de dados com os equipamentos.

Os CLPs das estações / paradas deverão operar nos seguintes modos de comando:

- modo local: os comandos ou controles podem ser acionados pelos técnicos da manutenção a partir do painel do CLP local da estação / parada;
- modo manual: os comandos ou controles podem ser acionados pelos técnicos da manutenção somente, se existentes e localizados nos próprios equipamentos;
- modo remoto: os comandos ou controles podem ser acionados pelos controladores do CCO a partir de suas estações de trabalho integrante do **SCC** (SCADA).

### 2.2.7. Gestão de Acessos dos Usuários do SCC

O **SCC** (SCADA) terá uma função de gestão de acesso dos seus usuários, baseada em senhas que qualificarão quais as funções cada usuário está autorizado a executar, e em quais estações de trabalho.

Esta função deverá suportar a criação de diversos tipos de usuários, com perfis específicos de utilização do sistema. Existirão, no mínimo, os seguintes perfis de usuários:

- administrador do **SCC**:

Será o responsável pelas seguintes funções:

- definir o perfil e status de cada posto de trabalho;
- cadastrar os diversos usuários, que indicará o *status* de operação do mesmo com relação ao **SCC**;
- realizar todas as funções para as quais o **SCC** estiver programado;
- introduzir quaisquer alterações nos *softwares* **SCC**;
- administrar o banco de dados e o *backup* do **SCC**.

A função de administração deverá também garantir que um usuário só possa utilizar apenas uma estação de trabalho por vez, sendo necessária a desconexão de uma estação em que estiver trabalhando antes que possa conectar-se a outra estação de trabalho do **SCC**.

- supervisores e controladores do CCO:

Os usuários deste perfil poderão visualizar os estados dos equipamentos, enviarem comandos e efetuar o reconhecimento de alarmes referentes aos demais.

Observa-se que com relação aos controladores, eles executarão em seus turnos de trabalho, todas as funções determinadas para o posto do CCO em que estejam atuando.

- técnicos autorizados da engenharia / manutenção:

## *VLT do Rio*

Os usuários deste perfil poderão somente visualizar os estados dos equipamentos dos diversos sistemas e equipamentos controlados pelo **SCC**, e consultar o histórico das falhas e eventos ocorridos nos mesmos.

A visualização de alarmes, eventos e do estado de todos os sistemas e equipamentos controlados / gerenciados pelo **SCC** poderão ser disponibilizadas a outros usuários, que, no entanto, deverão ser cadastrados no **SCC**, recebendo senha de acesso que limitará os seus direitos.

### **2.2.8. Gestão de Alarmes**

Um alarme obrigará o controlador do CCO a dar ciência de que recebeu a informação, independente da atividade que ele estiver realizando. Esse alarme chegará às estações de trabalho dos controladores, de forma sonora e visual piscante. O alarme sonoro só será interrompido após o controlador realizar o comando de que recebeu o aviso que ficará então somente visual, mas fixo em sua tela.

Uma lista de alarmes que não tenham sido solucionados deverá ser exibida, de forma permanente, numa janela nas estações de trabalho dos controladores do CCO pelo **SCC**. O controlador do CCO poderá definir filtros, para destacar algumas informações, com relação a um ou alguns alarmes.

Os alarmes terão três níveis de gravidade:

- Nível 2 - gravidade máxima: os alarmes serão gerados, a partir de eventos que tenham impacto muito importante na integridade do sistema e, que possam provocar sérios danos à operação normal da Rede VLT;
- Nível 1 - gravidade média: os alarmes serão gerados por falhas cujo impacto imediato sobre o desempenho do sistema e sobre a operação normal da Rede VLT seja pequeno;
- Nível 0 - gravidade baixa: os alarmes deverão ser gerados quando houver modificação no estado de variáveis ou parâmetros de um sistema, mas cujo impacto na operação normal da Rede VLT seja nulo.

Os estados possíveis de gerenciamento dos alarmes pelos controladores do CCO serão:

## VLT do Rio

- não reconhecido e ativo: neste caso, a causa do alarme é real e o problema que o causou ainda não recebeu ciência pelo controlador do CCO. O alarme ficará em exibição na estação de trabalho do CCO com indicação de que não foi reconhecido pelo controlador;
- reconhecido e ativo: neste caso, a causa do alarme é real, porém já foi reconhecido pelo controlador. O alarme ficará em exibição com indicação de já foi reconhecido pelo controlador;
- não reconhecido e inativo: neste caso, a causa do alarme já não é mais válida, o problema já foi corrigido. O alarme continuará em exibição até que o controlador do CCO confirme que o problema foi sanado;
- reconhecido e inativo: neste caso, a causa do alarme já não é mais válida, o problema já foi corrigido e o controlador do CCO já confirmou que já tomou conhecimento que o problema foi sanado. O alarme não será mais apresentado na estação de trabalho do controlador do CCO.

### 2.2.9. Armazenamento de Dados

O **SCC** (SCADA) deverá permitir armazenar dados históricos de alarmes e eventos, a fim de permitir a realização de uma análise *off-line*. Estes dados deverão estar disponibilizados em qualquer estação de trabalho do **SCC** conectada ao servidor.

A capacidade de armazenamento de dados do sistema deverá ser, no mínimo, de 60 dias de operação e o **SCC** deverá permitir que esses dados possam ser armazenados em mídias externas.

### 2.2.10. Reprodução de Dados da Operação

A função de reprodução de dados da operação deve permitir a visualização de uma sequência de operações passadas, em uma ordem cronológica, utilizando o servidor e uma estação de trabalho do CCO. Todos os eventos armazenados pela função de *play-back*, nos servidores do **SCC**, durante a operação normal, deverão ser passíveis de serem reproduzidos e exibidos numa estação de trabalho do CCO.

A função de reprodução de dados da operação deverá ser aplicável às funções do gerenciamento dos sistemas, controle da circulação e dos *status* dos veículos VLT, etc.

## *VLT do Rio*

A capacidade mínima de armazenamento de dados deverá ser, no mínimo, de 60 dias de operação e permitir que esses dados possam ser armazenados em mídias externas. Após esse prazo deverá existir um sistema de arquivamento com memória extraível, inviolável, que mantenha os dados por um prazo de 5 anos.

### **2.2.11. Controles de Engenharia / Manutenção**

O **SCC** (SCADA) possibilitará à equipe de engenharia / manutenção as seguintes funcionalidades:

- acesso a todos os alarmes ativos no **SCC**;
- acesso a todos os eventos do **SCC**;
- visualização de todas as funções do subsistema **SCC**;
- gerenciamento de contas de usuários;
- acesso ao sistema de armazenamento de dados históricos.

O **SCC** (SCADA) deverá utilizar protocolos de comunicações compatíveis com os previstos no **STD**.

## **2.3. SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES**

### **2.3.1. Sistema de Transmissão de Dados**

#### **2.3.1.1. Introdução**

O Sistema de Transmissão de Dados (**STD**) terá como objetivo prover um meio de comunicação eficiente e eficaz, capaz de interligar todas as áreas atendidas pela Rede VLT, disponibilizando canais de comunicação de voz, dados e imagens aos sistemas listados a seguir, considerados usuários do mesmo, que desse modo poderão ser supervisionados e controlados pelo **SCC** (SCADA), do CCO:

## VLT do Rio

- Controle da Circulação dos Veículos VLT - **SCC**;
- Sistema de Comunicação Móvel (Radiocomunicações) - **SCM**;
- Sistema de Comunicação Fixa (Telefonia) - **SCF**;
- Sistema de Controle Centralizado (SCADA) - **SCC**;
- Sistema de Monitoração Eletrônica (CFTV) - **SME**;
- Sistema Multimídia - **SMM**;
- Sistema de Controle de Acesso - **SAC**;
- Sistema de Energia Elétrica – **SEE**.

O **STD**, devido à elevada importância operacional e funcional da Rede VLT, deverá ter elevados índices de confiabilidade e disponibilidade, mesmo operando em ambientes extremamente desfavoráveis, do ponto de vista de interferências de natureza eletromagnética, ao qual estará submetido (partida de motores de tração, correntes de retorno, equipamentos micro – processados, etc.).

O **STD** utilizará, como meio físico, uma rede convergente de comunicações de dados, redundante, em anel, que utilizará cabo de fibras óticas para garantir a sua imunidade contra ruídos de natureza eletromagnética, fenômenos da natureza (raios), e sobretensões oriundas de sistema de energia elétrica próprio do VLT e de terceiros.

A configuração do **STD** para atender as características e exigências de cada um dos sistemas a serem supervisionados, utilizará uma rede redundante do tipo *Gigabit Ethernet*, em anel, que permitirá também a utilização de fibras exclusivas para outros sistemas. Essas fibras exclusivas poderão ser utilizadas, por exemplo, por sistemas que exijam alta confiabilidade e disponibilidade como o sistema de sinalização viária e ferroviária, desde que se justifique essa necessidade.

O **STD** utilizará uma rede *Gigabit Ethernet* redundante, em 10 *Gigabytes*, com topologia em anel, através de um cabo, com 24 fibras óticas.

Os *switches* a serem utilizados nos diversos nós de acesso a essa rede empregarão o protocolo *Hiper Ring*, que permitam a gestão de, no mínimo, 50 nós e tempo de convergência menor que 0,3 segundos para sua reconfiguração, nos casos de ruptura de algum dos enlaces do **STD**.

## *VLT do Rio*

Esses *switches*, de acesso à rede, deverão oferecer suporte, no mínimo, nos níveis 2 e 3 do modelo OSI, e utilizarão políticas de qualidade - QoS e de classe de serviço - COS, e terão redundância nos seus principais módulos (fonte de alimentação, processamento, gerenciamento, etc.), que serão *hot swap*.

As interfaces ópticas desses *switches* com o *up-link* serão compatíveis com as distâncias dos enlaces, tipo das fibras ópticas utilizadas e a velocidade de transmissão definida.

Para alcançar as taxas de disponibilidade e confiabilidade necessárias ao **STD** e minimizar as consequências de eventuais falhas, será utilizada uma rede com topologia em anel, com redundância de fibras.

### **2.3.1.2. Normas, Siglas e Abreviaturas**

A seguir estão listadas as principais siglas e abreviaturas utilizadas neste tópico:

- VLT – Veículo Leve sobre Trilhos.
- ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações;
- CCO - Centro de Controle Operacional;
- IHM - Interface Homem Máquina;
- STD - Sistema de Transmissão de Dados;
- SCF - Sistema de Comunicações Fixa;
- SMM - Sistema Multimídia;
- SSN - Sistema de Sinalização Viária e Ferroviária;
- SCL- Sistema de Controle Local;
- SCM – Sistema de Comunicação Móvel;
- SCC – Sistema de Comando Centralizado;
- SME – Sistema de Monitoração Eletrônica (CFTV);
- SAC – Sistema de Arrecadação e Controle de Acesso;
- SEE – Sistema de Energia Elétrica;
- VLAN – Rede Local Virtual.

A seguir estão listadas as principais normas adotadas neste tópico:

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;

## *VLТ do Rio*

- *ANSI / IEEE / EIA / TIA Standards – American National Standards Institution / Institute of Electrical and Electronic Engineering / Electronic Industries Association / telecommunications Industry Association;*
- *APTA Standard - American Public Transit Association;*
- *IEC Standards - International Electrotechnical Commission;*
- *ISO Standards – International Standards Organization;*
- *ITU Standards –International Telecommunications Union;*
- *MIL Standards - Military Standards;*
- *CEN/CENELEC/ETSI Standards – European Committee for Standardization / European Committee for Electrotechnical Standardization / European Telecommunications Standards Institute.*

### **2.3.1.3. Nós de Acesso do CIOM**

Os equipamentos ativos do Centro Integrado de Operação e Manutenção – CIOM, da Concessionária, serão constituídos por *switches* com capacidade para operar nas camadas superiores do modelo OSI, e apresentarão possibilidade de expansão através do acréscimo de módulos ou empilhamento de equipamentos. Serão utilizados *switches*, do tipo chassi, com redundância, no mínimo, em seus principais módulos (fonte, ventilação, processadores, etc).

Os usuários do **STD** no CIOM serão agrupados em redes locais virtuais – VLANs, conforme abaixo:

- VLAN de interface de comunicação com o **SCC**;
- VLAN dos sistemas de telecomunicações do CCO;
- VLAN de manutenção;
- VLAN da rede de informática administrativa / gerencial;
- VLAN com outros usuários.

Requisitos gerais dos *switches* de acesso a serem utilizados no CIOM, da Concessionária:

- não apresentar bloqueio interno, possuírem reserva de largura de banda interna de pelo menos 50%, para futuras expansões da largura de banda ocupada no momento da

## *VLT do Rio*

instalação, que será calculada pela soma das larguras das bandas das suas portas, *uplink's* e enlaces secundários;

- possuir características *wire-speed*;
- ser capaz de realizar o gerenciamento da largura de banda (limitação de taxa bidirecional) e realizar priorização de tráfego;
- implementar LANs virtuais (VLANs);
- garantir as latências necessárias para todas as aplicações de áudio, vídeo e dados que serão utilizadas;
- no mínimo 24 portas, sendo 20 para 10/100 *BaseT* e 4 *Base1000 (GigaEthernet)*;
- grande flexibilidade de uso de pacotes de protocolos.

Os *switches*, utilizados no CCO, da Concessionária, serão alimentados por até 5 horas, em caso de falta de energia, por um equipamento de alimentação de emergência (*no-break*).

No CIOM serão instalados *switches* secundários para ampliação do número de portas disponíveis às suas redes internas.

### **2.3.1.4. Nós de Acesso das Estações, Paradas e Subestações**

Nas estações, nas paradas, nas subestações retificadoras e em outras instalações fixas serão instalados equipamentos ativos redundantes (*switches*), com as seguintes características:

- portas para interligar as redes locais, que poderão ter segmentos *Fast-Ethernet*, *Giga Ethernet*, e LAN Virtuais (VLAN), com reconhecimento automático das suas taxas de transmissão;
- operação nos níveis do modelo OSI;
- *up-link* para interface com a rede de cabo com fibras ópticas *Gigabit Ethernet*;
- implementação de políticas de qualidade - QoS e de classe de serviço – COS.

Os diversos sistemas dessas instalações que farão uso do **STD** constituirão redes virtuais (VLAN), proporcionando transparência e maior segurança nas suas aplicações.

Nas estações, os diversos sistemas serão agrupados em redes locais virtuais (VLAN) como:

## VLT do Rio

- VLAN do sistema de comunicações fixas;
- VLAN do sistema de comunicações móveis;
- VLAN do sistema de sinalização viária;
- VLAN do sistema de sinalização ferroviária;
- VLAN do sistema de arrecadação e controle de acesso;
- VLAN do sistema de monitoração eletrônica / CFTV;
- VLAN do sistema de multimídia;
- VLAN de outras utilizações.

Esses *switches* remotos, localizados nas estações, nas paradas, nas subestações e em outras instalações fixas serão alimentados, por até 1 hora, em caso de falta de energia, por um equipamento de alimentação de emergência (*no-break*).

Requisitos gerais dos switches de acesso das estações, paradas, subestações e em outras instalações fixas:

- não apresentar bloqueio interno;
- serem dotados de largura de banda interna reserva, de pelo menos, 50% para futuras expansões da largura de banda ocupada no momento da instalação, calculada a partir da soma das larguras de banda das portas, *up-link* e enlaces secundários iniciais;
- possuir características *wire-speed*;
- implementar LAN virtuais (VLAN);
- garantir as latências necessárias para todas as aplicações de áudio, vídeo e dados;
- ter, no mínimo, 24 portas, sendo 20 para 10/100 Base T, e 4 Base1000 (GigaEthernet);
- grande flexibilidade de uso de pacotes de protocolos.

### 2.3.1.5. Cabos de Fibra Óptica

Para alcançar as taxas de disponibilidade e confiabilidade, necessárias ao **STD**, e minimizar as consequências de eventuais falhas, será utilizada uma rede com topologia em anel, com redundância de fibras.

Será utilizado cabo de fibras ópticas, com no mínimo 24 (vinte e quatro) fibras, que percorrerão toda a extensão da Rede VLT, em redes de dutos laterais às vias. Esse cabo entrará em cada estação, subestação e em outras instalações fixas, onde um distribuidor

## *VLT do Rio*

óptico (DIO), agrupado com um bastidor de emenda óptica (BEO), terão 25% das suas fibras abertas para permitir ligações e eventuais manobras através de cordões ópticos, e as outras 75% das fibras fundidas para dar continuidade.

Para aumentar a confiabilidade da rede, as fibras abertas e as fundidas do cabo serão intercaladas, em sequencia, em cada instalação fixa sendo, por exemplo, abertas as fibras 1, 2, 3, 4, 5, e 6, e fundidas as fibras 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 e 24 na instalação fixa 1, e na instalação física 2, sequencial, serão abertas as fibras 7, 8, 9, 10, 11 e 12, e fundidas as 1, 2, 3, 4, 5, 6, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 e 24, assim sucessivamente.

Para garantir a eficiência e a confiabilidade do **STD**, o cabo de fibras ópticas terão características construtivas que deverão, no mínimo, atender as normas e recomendações da TELEBRÁS.

O módulo emissor utilizará diodos laser com potências adequadas aos serviços do enlace. A operação do laser será monitorada quanto ao valor nominal da corrente de polarização, gerando um alarme no caso de aumento excessivo da potência óptica emitida, que deverá manter um nível constante.

Por razões de segurança o módulo emissor terá circuitos que protegerão as pessoas envolvidas na manutenção e na operação quanto à exposição às radiações, nos casos de corte automático ou ausência de sinal e limitação da potência.

O módulo receptor terá um conversor óptico - elétrico PIN-FET, e os alarmes associados a ele informarão caso o nível de sinal seja baixo ou ausente.

As conexões entre os equipamentos dos diversos sistemas e o **STD**, nas estações / paradas e subestações serão executadas através de redes estruturadas.

Os DIO e os BEO nas estações / paradas, subestações e em outras instalações fixas farão as conexões necessárias ao cabo de fibras ópticas do **STD**, entre os *switches* e as redes locais das mesmas, inclusive com outros sistemas que vierem a ser implementados, no futuro.

Deverão ser utilizados bastidores de 19 polegadas nos DIO e BEO, segundo os requisitos da norma ANSI/TIA/EIA-568 B.2 DRAFT 7.

## VLT do Rio

Serão utilizados na distribuição interna das estações / paradas e subestações cabos secundários, de pares trançados de cobre, do tipo UTP, CAT 6, segundo requisitos da norma ANSI/TIA/EIA-568 B.2 DRAFT 7, com conectores RJ-45 em ambas as extremidades. Essas conexões serão em estrela.

As tomadas a serem utilizadas nas redes secundárias estruturadas, das instalações fixas, serão todas do tipo RJ-45, CAT 6, segundo requisitos da norma ANSI/TIA/EIA-568 B.2 DRAFT 7, independente de sua utilização para dados, imagens ou voz.

### 2.3.1.6. Gerenciamento do Sistema

O STD terá um completo sistema de gerenciamento, incluindo dois servidores redundantes, ativo-ativo / hot-stand-by, terminal de vídeo, mouse, teclado, impressora e os softwares necessários para oferecer os recursos de gestão, configuração e supervisão de maneira integrada e organizada.

O gerenciamento do sistema permitirá a detecção de problemas de forma precisa, realizando o isolamento das falhas e apresentando ao administrador da rede o ponto em que ocorreram, para permitir a eliminação da parada.

O gerenciamento do sistema permitirá:

- a completa e total visualização e controle da rede, com acesso às informações de quedas de linhas, otimização de rotas e configuração de todos os switches, *hubs*, pontos de acesso e demais componentes da rede local;
- a detecção de problemas de forma precisa, por *software* de autodiagnose, isolando as falhas e apresentando ao administrador da rede, a localização da mesma, para minimizar os riscos de paradas não programadas, e permitir a adoção de ações pró-ativas;
- a adoção de hierarquias de acesso, com senhas individuais e funcionais dos usuários, impedirá que intervenções não autorizadas sejam executadas;
- as hierarquias de acesso e suas senhas serão determinadas, para que os perfis dos usuários sejam checados instantaneamente, antes dos seus acessos ao **STD**. Qualquer desvio no perfil identificado irá gerar alarmes, e serão convenientemente bloqueados pelos módulos de segurança da rede;

## *VLT do Rio*

- os programas de gerenciamento e os aplicativos críticos de segurança terão esquemas de segurança adicionais, tais como criptografia de dados, VPN, etc.;
- o gerenciamento completo de equipamentos de diferentes fabricantes e tecnologias;
- o acompanhamento da performance da rede, para permitir a inclusão de novas funções ou ampliações, em função dos problemas observados;
- o controle e o monitoramento, em tempo real, informando o nível de ocupação, a disponibilidade e confiabilidade dos meios e recursos distribuídos pelas estações, subestações e em outras instalações fixas, e pelos usuários finais;
- a manutenção do ambiente de comunicação com a disponibilidade e confiabilidade compatíveis com as necessidades de cada sistema usuário;
- a utilização do protocolo SNMP, com acréscimo de sistemas de autenticação e criptografia do SNMP-V3 e RMON (todos os grupos). As MIB dos equipamentos serão fornecidas pelos fabricantes de cada equipamento usuário;
- a geração de relatórios de configuração, desempenho, falhas e outras informações de operação e manutenção pertinentes.

### **2.3.1.7. Protocolos e Padrões**

Compatibilidade com protocolos de rede e padrões normatizados:

- IEEE 802.3 10BASE-T (ISO/IEC 8802 3, *Clause 14*);
- IEEE 802.3u 100BASE-TX (ISO/IEC 8802-3, *Clause 25*);
- IEEE 802.3u *Autosensing* (ISO/IEC 8802-3, *Clause 28*);
- IEEE 802.3x (*Flow control on the Gigabit uplink port*);
- IEEE 802.1p (*Prioritizing*);
- IEEE 802.1Q (*VLAN tagging*);
- IEEE 802.3z (*Gigabit*);
- IEEE 802.1D (*Spanning Tree Protocol*);
- IEEE 802.1d *MAC Bridges*;
- IEEE 802.3ad (*Static*);
- IETF *DiffServ*;

#### **Suporte RFC:**

- RFC 791 (IP);

## *VLT do Rio*

- RFC 792 (ICMP);
- RFC 793 (TCP);
- RFC 783 (TFTP);
- RFC 826 (ARP);
- RFC 768 (UDP);
- RFC 854 (TELNET);
- RFC 951 (*Bootp*);
- RFC 2236 (IGMPv2);
- RFC 1112 (IGMPv1);
- RFC 1945 (HTTP v1.0);
- RFC 2138 (RADIUS);
- RFC 1573 (IF-MIB);
- RFC 894 (*IP over Ethernet*);
- RFC 2674 (Q MIB);
- RFC 2030 (*Simple NTP*);
- RFC 1213 (MIB-II);
- RFC 1493 (*Bridge MIB*);
- RFC 2863 (*Interfaces Group MIB*);
- RFC 2665 (*Ethernet MIB*);
- RFC 2737 (*Entity MIBv2*);
- RFC 2819 (RMON MIB);
- RFC 1757 (RMON);
- RFC 1271 (RMON);
- RFC 1157 (SNMP);
- RFC 2748 (COPS);
- RFC 2940 (*COPS Clients*);
- RFC 3084 (*COPS Provisioning*);
- RFC 2570 (SNMPv3);
- RFC 2571 (*SNMP Frameworks*);
- RFC 2572 (*SNMP Message Processing*);
- RFC 2573 (*SNMPv3 Applications*);
- RFC 2574 (SNMPv3 USM);
- RFC 2575 (SNMPv3 VACM);
- RFC 2576 (SNMPv3);



## *VLT do Rio*

### **2.3.2. Sistema de Comunicações Fixas**

#### **2.3.2.1. Introdução**

O Sistema de Comunicações Fixas (**SCF**) atenderá tanto suas necessidades de telefonia administrativa como operacional.

A telefonia administrativa servirá as comunicações internas e externas das diversas unidades administrativas e operativas da estrutura organizacional da Concessionária.

A telefonia operacional atenderá somente às necessidades de comunicação internas da área operacional do VLT.

#### **2.3.2.2. Siglas e Abreviaturas**

A seguir são listadas as siglas e abreviaturas adotadas no presente tópico:

- VLT – Veículo Leve sobre Trilhos;
- ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações;
- CCO - Centro de Controle Operacional;
- IHM - Interface Homem-Máquina;
- STD - Sistema de Transmissão de Dados;
- SCF - Sistema de Comunicações Fixa;
- SMM - Sistema Multimídia.

#### **2.3.2.3. Normas**

A seguir são listadas as normas referenciadas no presente tópico:

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- ANSI / IEEE / EIA / TIA *Standards* –*American National Standards Institution / Institute of Electrical and Electronic Engineering / Electronic Industries Association / Telecommunications Industry Association;*

## *VLT do Rio*

- *APTA Standard - American Public Transit Association;*
- *IEC Standards - International Electrotechnical Commission;*
- *ISO Standards – International Standards Organization;*
- *ITU Standards –International Telecommunications Union;*
- *MIL Standards - Military Standards;*
- *CEN/CENELEC/ETSI Standards –European Committee for Standardization / European Committee for Electrotechnical Standardization / European Telecommunications Standards Institute.*

### **2.3.2.4. Configuração do SCF**

O **SCF**, com tecnologia de voz sobre IP (VOIP) utilizará uma central telefônica privada, a ser instalada na sala técnica do CCO. Esta central desempenhará também a função de *gateway* de voz IP, para permitir a comunicação dos ramais da telefonia operacional localizados no CCO, no CIOM, nas estações / paradas, nos pátios de estacionamentos e subestações ao longo da Rede VLT.

A central telefônica privada diferenciará os ramais administrativos dos ramais operacionais através do seu plano de numeração, que será programável.

A central telefônica terá sua matriz de comutação temporal digital, constituída por dois PABX IP (servidores) redundantes, em configuração ativo - ativo/*hot-stand-by*, e operará sob o controle e supervisão de um Programa Armazenado (CPA-T) avançado, com protocolo que permita interconexão RDSI.

Em cada estação / paradas, subestação e em outras instalações fixas será instalada uma interface / *gateway* de voz ligado ao **STD**, através de uma porta *Fast-Ethernet* 10/100 Mbits. Estes equipamentos terão capacidade mínima para receber até 8 (oito) aparelhos telefônicos analógicos convencionais ou digitais. O número de acessos simultâneos através desses *gateways* será, no mínimo, de dois.

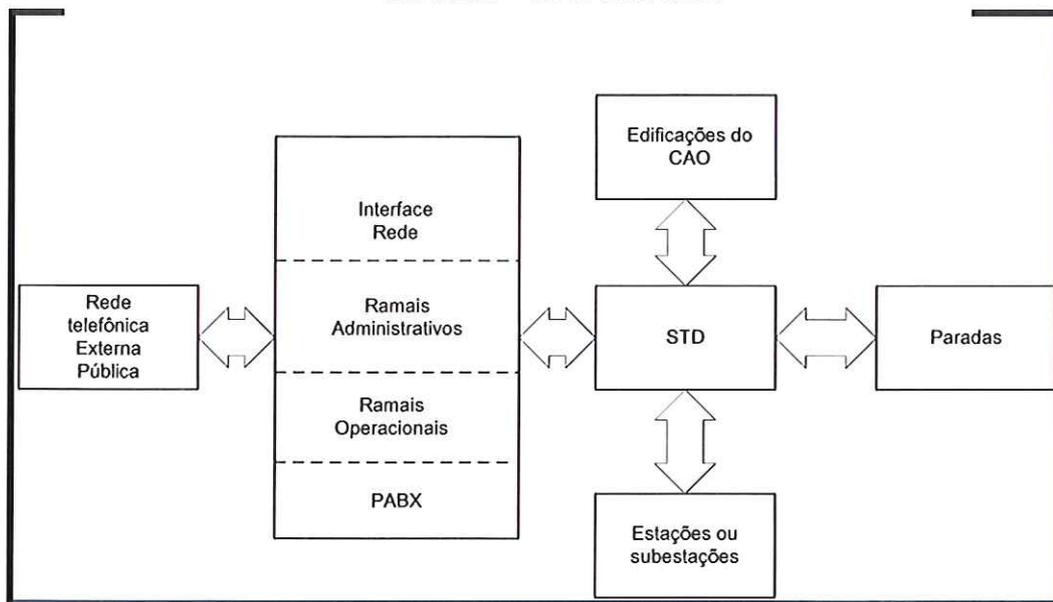
O **SCF** permitirá a comunicação de qualquer ramal telefônico operacional com qualquer outro ramal operacional. As ligações dos ramais operacionais com ramais administrativos só serão permitidas em ramais especiais programados para utilizar esse recurso, porém não será possível a realização de ligações desses ramais operacionais com a rede pública.



## VLT do Rio

Alguns ramais administrativos selecionados poderão fazer chamadas para os ramais operacionais, para isso a central telefônica terá que permitir este recurso.

2.3.2.4.1 – Rede telefônica



### 2.3.2.5. *Telefonia Administrativa*

Será parte integrante da telefonia administrativa todos os ramais instalados na área de administração da Concessionária, e alguns ramais localizados nas áreas de operação e da manutenção. Estes ramais serão interligados à central telefônica através de redes estruturadas de distribuição e poderão ser analógicos ou digitais.

A possibilidade de comunicação com a rede pública só será programada nos ramais cuja categoria será liberada para uso deste recurso.

### 2.3.2.6. *Telefonia Operacional*

Os ramais da telefonia operacional só serão instalados nos locais diretamente envolvidos com a operação da Rede VLT, tais como o CCO, o CIOM, as estações / paradas e subestações, etc.

## *VLT do Rio*

O CCO possui características especiais quanto às suas necessidades de comunicação, e terá conexões rápidas e gerenciáveis, para isso serão utilizados ramais digitais com teclas de funções adicionais em cada console de operação. Cada um desses aparelhos digitais, será acessado por dois ramais operacionais e dois ramais administrativos, e terão teclas adicionais programadas para chamadas diretas às estações, subestações, e aos outros consoles do CCO. Também serão incluídos serviços de linha direta (*Hot-line*) para Polícia, Corpo de Bombeiro e Centro de Despacho de Carga da Concessionária de Energia Elétrica Local, Centro de Controle do Rio, etc.

### **2.3.2.7. Central Telefônica**

Para atender as necessidades de comunicações de forma integrada, a central telefônica atenderá aos seguintes requisitos:

- permitir a instalação de módulos descentralizados, operando-os como uma central única;
- possuir estrutura modular, para permitir pelo menos 200 portas;
- possibilitar a integração de voz, texto e dados atendendo aos requisitos da RDSI – Rede Digital de Serviços Integrados;
- ter recursos de comutação temporal livre de bloqueio interno;
- possuir servidor para gerenciamento e para fins de manutenção, que permita a reconfiguração total do sistema, medição de tráfego e a monitoração das informações de autodiagnostico, e acesso remoto para manutenção;
- possuir servidor de tarifação dedicado;
- permitir discagem direta aos ramais;
- possibilitar a instalação de correio de voz;
- possuir conjunto retificador/bateria com autonomia para alimentação de no mínimo 5 horas;
- permitir a manutenção da programação mesmo na ausência de alimentação elétrica;
- possuir no mínimo os seguintes recursos: conferência via telefone, transferência, discagem rápida, captura de chamadas, chamada de retorno automático, sistema chefe/secretária, consulta interna e externa, desvio de chamada, espera, retenção de chamada, cancelador de eco, música em espera para transferência de chamada, controle de autenticação de usuário, conferência via telefone, opção de não perturbe, agrupamento com possibilidade de multiconferência interna aos mesmos, e um mínimo de quatro categorias de ramais programáveis;

## *VLT do Rio*

- ter redundância em todos os módulos vitais;
- possuir gateway de voz IP com capacidade, mínima, de 40 ligações simultâneas.

Todos os equipamentos utilizados serão baseados na tecnologia CPA digital temporal, normalizados pelo ITU-TSS, atendendo aos requisitos de integração com os sistemas a serem instalados com a rede pública e com os equipamentos decorrentes da ampliação da rede, com protocolos e interfaces padronizados que oferecerão no mínimo, os recursos disponíveis nos protocolos padronizados pelo ITU-TSS e pela ANATEL.

O **SCF** terá flexibilidade para integrar-se com equipamentos de diversos fabricantes, para possibilitar a ampliação da rede de comunicações com os seguintes protocolos: CTI, TAPI, JTAPI, PRI-QSIG, RTB, GSM, DECT.

Em cada estação / parada será instalado dois ramais IP dentro do armário técnico da mesma com conexão de chamada por *hot-line*.

Serão instalados telefones IP *hot-line*, nos armários técnicos ao longo das vias (exemplo: armários de controle da sinalização) com proteção antivandalismo para comunicação de emergência com o CCO. Esses telefones terão grau de proteção IP 66, suportar temperatura de até 60° graus, invólucro de alumino pintado, gancho em resina de alto impacto (*cycoloy* ou similar) com cabo em aço inox. O MTBF desse equipamento deverá ser maior que 50.000 horas.

Em cada subestação serão instalados dois ramais com aparelhos telefônicos.

A ligação da central telefônica com a rede pública será através de 2 enlaces digitais de 2 Mbits (30 canais), com recurso de discagem direta a ramal (DDR) e troncos analógicos. A seleção de rotas de saída e da operadora de longa distância poderá ser programada com o objetivo de escolha da menor tarifa para cada tipo de ligação (local, DDD, DDI, Celular, etc.).

O dimensionamento mínimo dessa central telefônica será:

- número de ramais analógicos: 200;
- número de ramais digitais: 20;
- enlaces 2 Mbits: 2;
- capacidade do *gateway* de voz: 60 conversações simultâneas.

## *VLТ do Rio*

Nos telefones dos diretores e gerentes serão instaladas linhas diretas, de uso individual e exclusivo dos mesmos, além dos ramais operacionais e administrativos.

Será uma central telefônica, já homologada pela ANATEL, que atenda aos requisitos da RDSI, sendo, ainda, capaz de interligar-se a outras centrais através de protocolos padronizados (exemplo: Q-sig) de interligação suportada por seu equipamento e que permitirá o uso de serviços transparentes.

O **SCF** será configurado para garantir os índices de disponibilidade e confiabilidade das comunicações de voz e dados. Todos os equipamentos, módulos e interfaces vitais serão duplicados e configurados em *hot-stand-by*.

Serão considerados equipamentos ou módulos vitais, no mínimo, os seguintes componentes:

- unidade de processamento central (CPU);
- módulos de comunicação;
- geradores de sinais;
- fontes de alimentação.

### **2.3.2.8. Servidor de Gerenciamento do SCF**

Existirá um servidor de gerenciamento e supervisão, na sala técnica do CCO, que terá serviços de autodiagnose e administrará de forma completa, sem a necessidade de pessoal habilitado no local, as seguintes características:

- permitir a incorporação das evoluções e aperfeiçoamentos de seu *software* e a integração de novos recursos, sem a necessidade de alteração do *hardware*;
- gerenciar o sistema e a utilização dos recursos disponíveis, de forma rápida e segura. A tarefa de gerenciar será simples com o uso dos variados recursos disponíveis no *software* residente, que permitirá a reprogramação dos dados dos usuários, *check-up* completo e acesso aos recursos operacionais e de planejamento da central;
- proteção contra alteração de dados vitais por pessoas não autorizadas;

## *VLT do Rio*

- sistema de autodiagnose, que detectará automaticamente as anomalias, identificando os componentes avariados e alertando os responsáveis pela manutenção;
- o *software* e o *hardware* disporão de meios de proteção dos programas e dados alteráveis, que estarão armazenados na memória, contra interrupções na alimentação de energia, através da reprogramação automática, quando a alimentação de energia for restabelecida.

Todo e qualquer acesso ao servidor de gerenciamento só poderá ser realizado através de senhas.

### **2.3.2.9. Servidor de Tarifação do SCF**

O sistema terá um servidor de tarifação para tratar informações essenciais à administração como bilhetagem das chamadas de saída, medição de tráfego, relatórios, contabilidade de custos dos gastos em telefonia, programação de troncos de menor tarifa, etc.

Todo e qualquer acesso ao servidor de tarifação só poderá ser realizado através de senhas.

### **2.3.2.10. Equipamentos de Interface / Gateway de Voz**

Os equipamentos de interface / *gateway* de voz que serão instalados nas estações / paradas e subestações, terão facilidades tais como:

- chassis com tamanho máximo de 3U, modular, com possibilidade de integrar módulos de outros sistemas (exemplo: multimídia, monitoramento eletrônico, etc.);
- conferência via telefone;
- transferência de chamada;
- espera;
- desvio;
- retenção de chamada;
- possibilitar a comunicação de voz baseada em redes de pacote conforme as especificações H.323;
- codificador de voz padrão G. 711 64 kbps, sem compressão;
- operar com um plano de numeração com 4 dígitos.

Os protocolos utilizados serão compatíveis com os protocolos utilizados no **STD**.

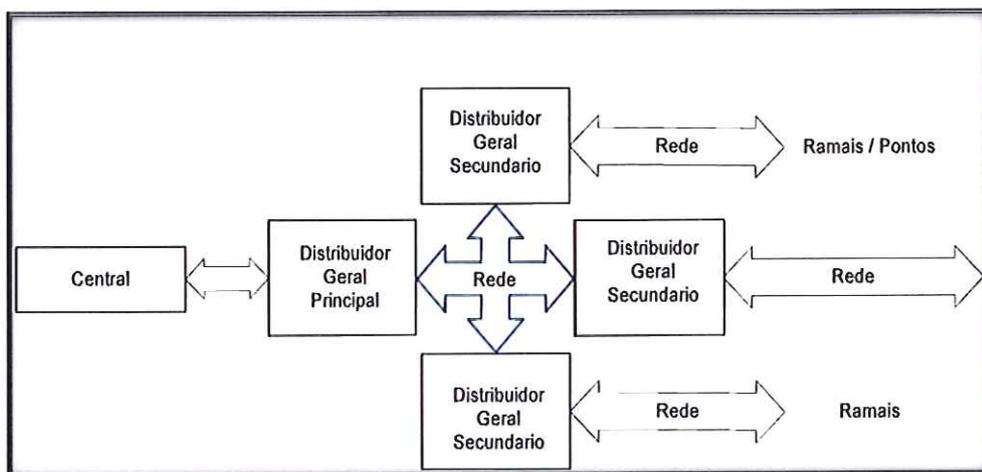
### 2.3.2.11. Rede Telefônica

No CIOM será implantada uma rede telefônica constituída por um distribuidor geral principal (DGP), localizado o mais próximo possível da central telefônica, uma rede primária de cabos interligando o DGP aos distribuidores gerais secundários (DGS) internos as edificações, e redes de cabos secundárias estruturada, que servirão tanto à telefonia como à informática, dentro das edificações.

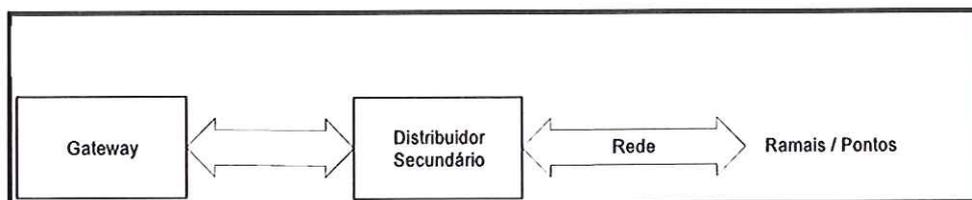
A Figura 2.3.2.11.1, a seguir apresenta o diagrama de blocos desta rede.

Nas estações e/ou nas subestações, os ramais/pontos de informática serão distribuídos a partir dos gateways por redes internas estruturadas constituída à partir de distribuidores secundários (DS). A Figura 2.3.2.11.2, a seguir, apresenta um esboço destas redes.

2.3.2.11.1 – Rede Telefônica do Centro Integrado - CAO



2.3.2.11.2 – Rede secundária estruturada das estações e/ou subestações



## *VLT do Rio*

### **2.3.2.12. Alimentação Elétrica dos Equipamentos**

A central telefônica privada, que será instalada na sala técnica do CCO, será alimentada por um conjunto retificador/carregador de bateria, de acordo com os requisitos da TELEBRAS, com autonomia, mínima, de 5 horas. A bateria deverá ser do tipo chumbo-ácido selada.

Os *gateways* IP das estações e subestações serão alimentados pelos seus *no-breaks* que deverão garantir energia para, no mínimo, 2 horas.

### **2.3.2.13. Tipos de Aparelhos Telefônicos**

Poderão ser utilizados os seguintes tipos de aparelhos telefônicos:

- telefones IP para os escritórios;
- telefones IP com carcaça antivandalismo para uso externo;
- telefones IP software (*softphone*).

### **2.3.2.14. Protocolos de Comunicações**

O SCF deverá atender, no mínimo, aos seguintes padrões de comunicações:

#### **Codecs:**

- ADPCM;
- G.711 (*A-Law & i-Law*);
- G.722;
- G.723.1 (*pass through*);
- G.726;
- G.729;
- GSM;
- iLBC;
- Linear;
- LPC-10;
- Speex.

## *VLT do Rio*

### **Protocolos IP:**

- H.323;
- SIP v2 (*Session Initiation Protocol*);
- MGCP (*Media Gateway Control Protocol*).

### **Protocolos e Interfaces TDM:**

- FXS;
- FXO;
- GSM;
- DECT;
- BRI;
- PRI: 4ESS; DMS100; EUROISDN; QSIG; Lucent 5E; National ISDN2; NFAS.

### **Serviços IP:**

- Serviço DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*);
- Serviço TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*);
- Serviço DNS (*Domain Name Service*);
- Autenticação: PAP/CHAP;
- Encriptação MD5 - *Digest*;
- QoS;
- SNMP (*Simple Network Management Protocol*).

### **2.3.3. Sistema de Comunicação Móveis**

#### **2.3.3.1. Introdução**

O Sistema de Comunicações Móveis (**SCM**) utilizará a tecnologia conhecida como "Rádio Troncalizado", no padrão Tetra, para garantir as comunicações de voz e dados entre as equipes de manutenção, de operação, os condutores dos veículos VLT e auxiliares ferroviários, os veículos rodoviários, e as equipes do CCO, ao longo de toda a Rede VLT,

## *VLT do Rio*

inclusive no CIOM, e também as comunicações de dados entre os veículos VLT e os controladores do CCO.

A necessidade de assegurar aos técnicos das áreas citadas comunicações independentes, de voz e dados, para atendimento de suas atividades será garantida pela segmentação do **SCM**, em quatro grupos operacionais:

- Grupo 1 – veículos VLT e veículos ferroviários auxiliares com o CCO;
- Grupo 2 – equipes de manutenção com o CCO;
- Grupo 3 – equipes de segurança e operação com o CCO;
- Grupo 4 – Terra – Trem (veículo) para assegurar a localização dos veículos VLT, ao longo da via, e envio de dados de falhas e eventos ocorridos nos mesmos.

O sistema deverá garantir a comunicação de voz e dados em 99% do tempo, e em 100% da área delimitada pela distância de 0,5 km para cada lado do eixo do traçado do VLT e do entorno do CIOM.

As taxas de disponibilidade mínima em cada uma desses quatro grupos deverão ser, no mínimo, as seguintes:

- 99,99% da área de cobertura;
- 99,99% no tempo.

A relação sinal/ruído dessas redes, em condições normais de operação, não poderá ser inferior a 25 dBs.

O sistema deverá assegurar a operação contínua, mesmo com queda máxima admissível no sinal de saída de 10% da potência nominal do transmissor.

As especificações dos transceptores deverão obedecer as normas da EIA (*Electronic Industry Association*) e os testes em fábrica deverão ser realizados de acordo com as normas RS-152B e RS 204C da EIA para as estações móveis dos veículos VLT e ferroviários auxiliares de apoio operacional.

## *VLT do Rio*

### **2.3.3.2. Grupo 1 - Comunicações CCO - Veículos VLT**

Os equipamentos do Grupo 1 do **SCM** permitirão as comunicações de voz entre os condutores dos veículos VLT e dos veículos auxiliares ferroviários com os controladores do CCO.

Esse grupo terá uma estação base central, localizada no CCO e, se necessário, uma estação repetidora, o que será definido na fase de projeto executivo do **SCM**, para garantir cobertura em todo o traçado do VLT, e estações móveis instaladas nas cabines de condução dos veículos VLT e auxiliares ferroviários, e por estações fixas, instaladas nos postos de controle do CCO.

As comunicações dessa rede serão sigilosas, ou seja, apenas o veículo VLT ou o ferroviário auxiliar envolvido manterá contato com o CCO, quando estará habilitado a receber ou transmitir mensagens, permanecendo os demais veículos com os seus receptores bloqueados. Nessa rede não será permitida a comunicação entre as estações móveis dos veículos.

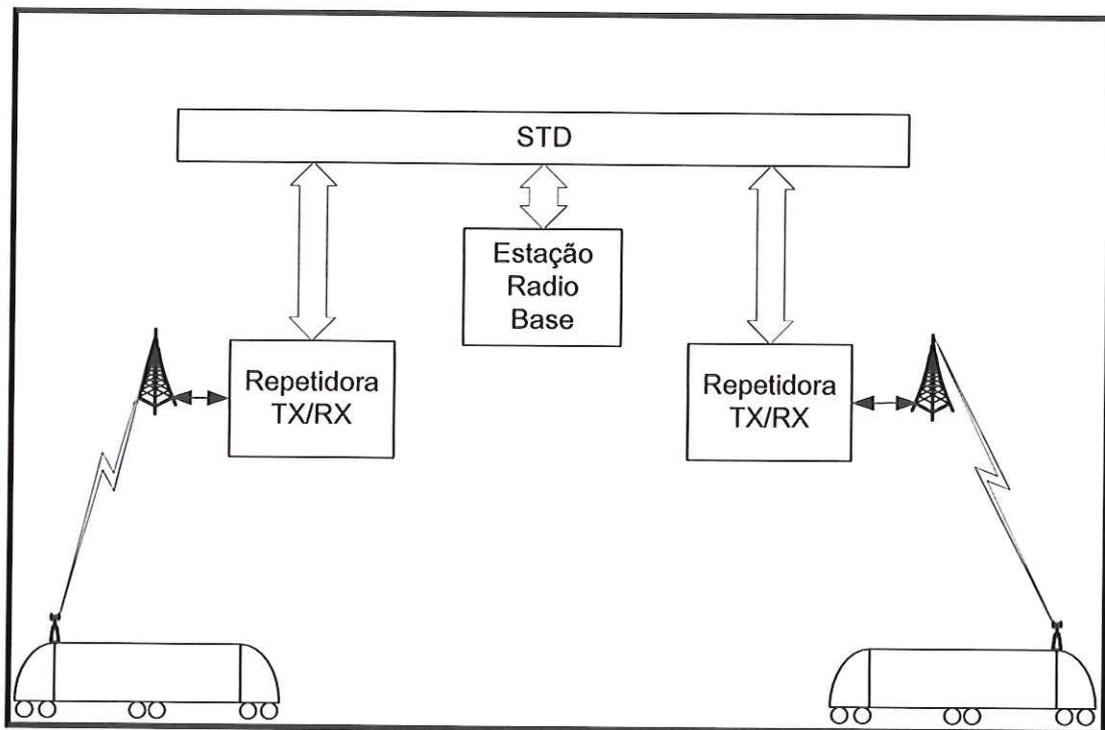
Cada estação móvel terá identificação própria, que será acionada pelos controladores do CCO para início de uma comunicação. Caso a chamada seja iniciada pelo veículo, sua identificação será mostrada na console do controlador do CCO, o que evitará possíveis falhas de interpretação quanto à origem da mensagem, o que poderia causar um acidente. Essas identificações serão alfanuméricas, com mnemônicos de fácil memorização.

As estações móveis dos veículos deverão ter sinalização luminosa de canal ocupado quando houver uma comunicação em andamento entre o controlador do CCO e outro veículo.

## VLT do Rio

A figura simplificada, a seguir, representa o diagrama em blocos simplificado dessa rede:

2.3.3.2.1 – Diagrama de blocos do grupo dos veículos VLT



De acordo com o diagrama de blocos foi considerado que a comunicação entre a estação rádio base central e a estação repetidora, se necessária, será realizada através do **STD** ou através de enlaces de rádio, caso o melhor ponto de cobertura dessa repetidora não seja atendido pelo **STD**. Essa premissa deverá ser confirmada durante o desenvolvimento do projeto executivo do sistema.

Os principais equipamentos e características do Grupo 1 estão descritas a seguir:

### Estação rádio base central e estação repetidora:

A estação rádio base será localizada na sala técnica do CCO e interligada aos consoles dos controladores do CCO, através do **STD**.

Todos os equipamentos da estação rádio base central e da repetidora, se necessária, serão redundantes (ativo – ativo/ *hot-stand-by*). Nas falhas na alimentação normal de energia nas estações, elas deverão ser alimentadas por equipamentos no-break, localizados junto às

## VLT do Rio

mesmas, cuja autonomia será, no mínimo, de cinco horas.

A estação rádio base central, localizada no CCO, será responsável pela transmissão/recepção das mensagens de áudio trocadas entre o CCO e os veículos, em toda a extensão da Rede VLT.

As principais características técnicas das estações de rádio base serão as seguintes:

- consoles dos controladores do CCO:

Junto à estação de trabalho dos controladores do CCO existirá uma console de operação com uma unidade de chamada seletiva que permitirá:

- identificação da estação móvel chamada pelo operador;
- realização de chamada individual;
- realização de chamadas gerais ou parciais restritas a um grupo (exemplo a todos os condutores de uma única linha operacional) ou ainda uma chamada de emergência geral a todos os veículos;
- interface de saída para gravação, pois todas as comunicações desse grupo no gravador do CCO;
- supervisão do estado de funcionamento dos equipamentos do grupo e dos seus alarmes.

Além da unidade de chamada seletiva, essa console terá os seguintes dispositivos:

- controle de volume e silenciador;
  - microfone conjugado com alto-falante, do tipo *head set*.
- transceptor:
    - faixa de frequência: mínima de 450 a 470 MHz;
    - modo de operação: semi-duplex;
    - número de canais: cinco no mínimo, programáveis;
    - geração de frequências por elo fechado em fase (PLL);
    - programação de frequências através de memória EEPROM;

## VLT do Rio

- tolerância de frequência:  $\pm 5$  PPM, na faixa de temperatura de  $0^{\circ}$  C a  $+50^{\circ}$ C, com variação de  $\pm 15\%$  na tensão de alimentação;
  - impedância de saída/entrada na antena: 50 ohms;
  - potência de transmissão: 45 W, programável;
  - tolerância da potência de transmissão  $\pm 10\%$ ;
  - distorção harmônica de áudio  $\leq 5\%$ , com tom de 1 kHz e desvio de pico de  $\pm 3,0$  kHz;
  - rejeição de sinais indesejados: Sinais espúrios  $\geq 70$  dB;
  - frequência da imagem  $\geq 70$  dB;
  - sensibilidade: melhor que 0,30 micros volts (EIA SINAD);
  - seletividade: melhor que 60 dB a 20 kHz e 12 dB SINAD;
  - potência de saída de áudio:  $> 3$  W;
  - código da estação programável.
- sistema irradiante:

Como a transmissão/recepção dessa estação rádio base é para atender uma área externa ela terá um sistema irradiante constituído por uma torre e uma antena com diagrama de irradiação onidirecional.

### Estações móveis dos veículos:

Os veículos VLT e os ferroviários auxiliares terão em cada um em suas cabinas de condução, uma estação de rádio móvel constituída por um transceptor, uma unidade de operação (IHM) e um sistema irradiante (antena).

Essas estações serão equipadas ainda com uma unidade de chamada seletiva que bloqueará a recepção, caso a chamada do CCO não for endereçada à mesma, e que a liberará nos casos das chamadas em grupo gerais ou de emergência, e nas seletivas dirigidas à mesma.

Quando uma estação móvel fizer uma chamada, o código programado da mesma será enviado à estação rádio base central do CCO, que identificará a mesma.

Os transceptores das estações móveis serão programados para operar em qualquer um dos quatro grupos do **SCM**, sendo a seleção realizada no console (IHM) da mesma pelo condutor do veículo.

## VLT do Rio

As principais características técnicas dos equipamentos das estações móveis são:

- transceptor:
  - faixa de frequência mínima de 450 a 470 MHz;
  - modo de operação: semi-duplex;
  - número de canais cinco no mínimo e programáveis;
  - geração de frequências por elo fechado em fase (PLL);
  - programação de frequências através de memória EEPROM;
  - tolerância de frequência:  $\pm 5$  PPM, na faixa de temperatura de 0° C a +50°C, com variação de  $\pm 15\%$  na tensão de alimentação;
  - impedância de saída/entrada na antena 50 ohms;
  - potência de transmissão 45 W, programável;
  - tolerância da potência de transmissão:  $\pm 10\%$ ;
  - distorção harmônica de áudio:  $\leq 5\%$ , com tom de 1 kHz e desvio de pico de  $\pm 3,0$  kHz;
  - rejeição de sinais indesejados: sinais espúrios:  $\geq 70$  dB;
  - frequência da imagem:  $\geq 70$  dB;
  - sensibilidade: melhor que 0,30 micros volts (EIA SINAD);
  - seletividade: melhor que 60 dB a 20 kHz e 12 dB SINAD;
  - potência de saída de áudio:  $> 3$  W;
  - código da estação programável.
  
- console dos veículos (IHM):

Será instalado no painel de operação do veículo, integrada aos outros dispositivos do mesmo e terá os seguintes dispositivos:

- controle de seleção de grupo;
- controle de volume e silenciador;
- acionamento do microfone através de pedal;
- microfone tipo pescoço de ganso;
- alto falante.

## *VLT do Rio*

- antena:
  - características construtivas que suportem a lavagem dos veículos VLT em máquina automática;
  - diagrama de irradiação onidirecional;

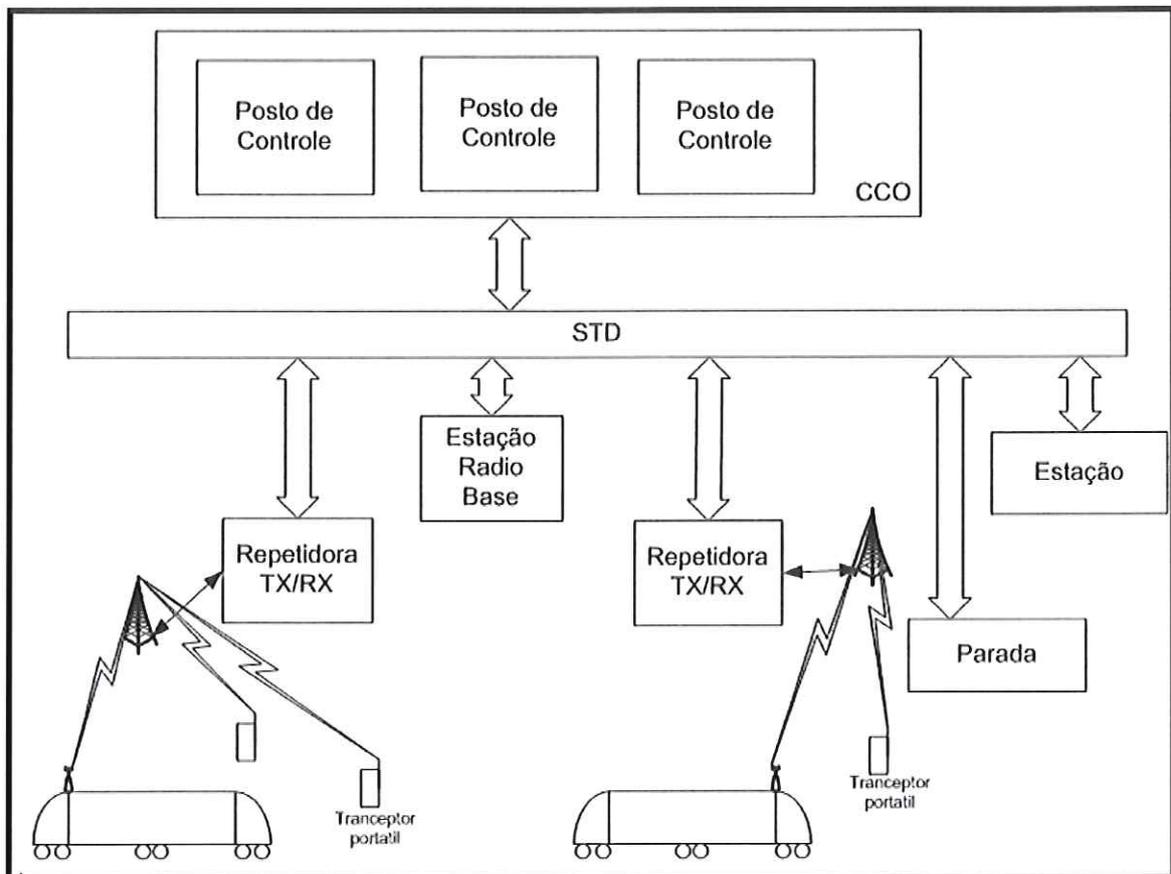
### **2.3.3.3. Grupo 2 - Comunicações CCO - Equipes de Manutenção e 3 - Equipes de Operação e Segurança**

Os equipamentos do **SCM** desses grupos permitirão as comunicações entre as equipes de manutenção, as equipes de segurança e operação, os postos de controle das mesmas, e os controladores do CCO.

Cada um desses grupos será composto por uma estação base central, localizada no CCO, e uma estação repetidora, se necessário o que será definido na fase de projeto executivo, para cobertura de todo o traçado do VLT, por estações móveis instaladas nos veículos rodoviários, de apoio às mesmas, por rádios portáteis, de uso dos técnicos dessas equipes, e por estações fixas, instaladas nos consoles dos postos de controle dessas equipes.

As comunicações nestas redes caracterizam-se por serem abertas, ou seja, as conversações entre duas estações de um grupo serão acompanhadas por todas as demais do mesmo grupo. A figura abaixo apresenta o diagrama em blocos desses grupos.

2.3.3.3.1 – Diagrama de blocos dos grupos de manutenção e de segurança e operação



A estação repetidora, se necessário, será localizada no mesmo local da estação repetidora da rede dos veículos VLT.

Em caso de falha na rede Terra-Trens, a rede de manutenção ou a rede da operação passará a atender à comunicação entre os controladores do CCO e os veículos VLT, bastando para isso que, nesses veículos e nos postos de controle do CCO, selecionem e passem a operar a rede Terra-Trens na frequência de uma dessas duas redes. Todas as conversações destas redes serão gravadas.

Os principais equipamentos e características dos Grupos 2 e 3, estão detalhados a seguir:

**Estação central de rádio base e estação repetidora:**

A estação rádio base central localizada na sala técnica do CCO e a estação repetidora, se necessária, promoverão a interface entre a transmissão dos dados / informações dos

## VLT do Rio

veículos VLT e os consoles dos controladores do CCO.

Todos os equipamentos da estação rádio base central e da estação repetidora, serão redundantes (ativo – ativo/ *hot-stand-by*), e nas falhas de sua alimentação normal de energia, serão alimentados pelos mesmos equipamentos de *no-break* do Grupo 1, cujas autonomias serão, no mínimo, de cinco horas.

As principais características técnica das estações de rádio base serão as seguintes:

- consoles dos controladores do CCO:

A estação de trabalho dos controladores do CCO através da mesma console de operação do Grupo 1, utilizando sua unidade de chamada seletiva, permitirá:

- realização de chamadas gerais de emergência geral a todos os profissionais das equipes do grupo;
- interface de saída para gravação, pois todas as comunicações desse grupo serão gravadas no gravador do CCO;
- supervisão do estado de funcionamento dos equipamentos do grupo e dos seus alarmes.

Além da unidade de chamada esses consoles terão os seguintes dispositivos:

- controle de volume e silenciador;
  - microfone conjugado com alto-falante do tipo *head set*.
- transmissor/receptor:
    - faixa de frequência 450 a 470 MHz;
    - modo de operação: semi-duplex;
    - número de canais 5 (mínimo), programáveis;
    - separação entre canais programáveis;
    - geração de frequências por elo fechado em fase (PLL);
    - programação de frequências através de memória EEPROM;
    - tolerância de frequência:  $\pm 5$  PPM, na faixa de temperatura de 0° C a +50°C, com variação de  $\pm 15\%$  na tensão de alimentação;

## VLT do Rio

- impedância de saída/entrada de antena 50 ohm;
  - potência de transmissão 45 W;
  - tolerância da potência de transmissão  $\pm 10\%$ ;
  - distorção harmônica de áudio  $\leq 5\%$ , com tom de 1 kHz e desvio de pico de  $\pm 3,0$  kHz;
  - rejeição de sinais indesejados: espúrios:  $\geq 70$  dB;
  - frequência da imagem  $\geq 70$  dB;
  - sensibilidade melhor que 0,30 micro volts (EIA SINAD);
  - seletividade melhor que 60 dB a 20 K Hz e 12 dB SINAD;
  - potência de saída de áudio  $> 3$  W;
  - código da estação programável;
  - interface com sistema de transmissão a 4 fios;
  - sensibilidade: melhor que 0,35 micro volts (EIA SINAD);
  - seletividade: melhor que 60 dB a 20 K Hz e 12 dB SINAD.
- sistema irradiante e abrigo – torre e antena
    - deverão ser dimensionados para total cobertura do percurso do VLT;
    - compartilhamento das torres e abrigos com o Grupo 1.

### Estações móveis dos veículos de apoio:

- transceptor:
  - faixa de frequência mínima dev450 a 470 MHz;
  - modo de operação: semi-duplex;
  - número de canais cinco no mínimo, programáveis;
  - geração de frequências por elo fechado em fase (PLL);
  - programação de frequências através de memória EEPROM;
  - tolerância de frequência:  $\pm 5$  PPM, na faixa de temperatura de 0° C a +50°C, com variação de  $\pm 15\%$  na tensão de alimentação;
  - impedância de saída/entrada na antena: 50 ohms;
  - potência de transmissão: 45 W, programável;
  - tolerância da potência de transmissão:  $\pm 10\%$ ;
  - distorção harmônica de áudio  $\leq 5\%$ , com tom de 1 kHz e desvio de pico de  $\pm 3,0$  kHz;
  - rejeição de sinais indesejados: sinais espúrios:  $\geq 70$  dB;

## VLT do Rio

- frequência da imagem  $\geq 70$  dB;
  - sensibilidade: melhor que 0,30 micros volts (EIA SINAD);
  - seletividade: melhor que 60 dB a 20 kHz e 12 dB SINAD;
  - potência de saída de áudio  $> 3$  W;
  - código da estação programável.
- IHM dos veículos rodoviários de apoio:

Instalação no painel de operação dos veículos rodoviários, integrada com outros dispositivos dos mesmos e terço:

- antena com características construtivas que suportem a lavagem dos veículos e diagrama de irradiação onidirecional;
- terminal de vídeo com os dados que estarão sendo transmitidas aos controladores do CCO.

Estimando um ciclo de operação do transceptor portátil, onde 5% do tempo seja usado para transmissão, 5% na recepção e 90% em *stand-by*, as baterias desses transceptores portáteis deverão suportar, no mínimo, cinco horas de operação nesse ciclo.

### **2.3.3.4. Grupo 4 – Comunicação Terra – Trem (Veículo)**

O Grupo 4 – Comunicação Terra - Trem proporcionará comunicações entre os veículos VLT e o CCO para o controle do posicionamento dos mesmos ao longo de todas as suas linhas operacionais da Rede VLT.

Será composto por uma estação base central, localizada no CCO, e uma estação repetidora, se necessária o que será definido na fase de projeto executivo, para cobertura de todo o traçado do VLT, por estações móveis, instaladas nos veículos VLT e por estações fixas instaladas nos postos dos controladores do CCO.

As comunicações desse grupo permitirão o controle dos posicionamentos de todos os veículos VLT ao longo da Rede VLT, inclusive no CIOM. Esse grupo será utilizado exclusivamente para transmitir aos controladores do CCO o posicionamento, os eventos e as falhas ocorridas nesses veículos.

## VLT do Rio

Cada estação móvel, localizada nos veículos VLT, terá uma identificação que será transmitida ao CCO, juntamente com o seu posicionamento, captado do seu tacógrafo, e que será corrigido / ajustado quando o veículo cruzar uma das balizas (*tags* passivos) corretivas, que serão implantadas em média a cada 2.000 (dois mil) metros, nas entrevistas, ao longo de cada uma das vias, automaticamente quando o veículo passar pelas mesmas. As identificações dos veículos e dessas balizas serão alfanuméricas.

A transmissão das informações contidas nas balizas aos veículos VLT será através de rádio frequência (RF), de forma semelhante a utilizadas nos *tags* adotados pelos veículos rodoviários, nos sistemas de pedágios automáticos nas rodovias. Com essa finalidade os veículos VLT terão antenas para transmissão/captação de RF que conterão os dados / informações codificados.

As balizas serão passivas e os transceptores/receptores localizados nos veículos VLT serão de baixa potência. As antenas serão instaladas na parte inferior dos veículos VLT.

Os sinais codificados captados das balizas pelas antenas serão enviados aos transceptores dos rádios móveis, instalados nas cabines de condução dos veículos VLT, que os transmitirá ao CCO, informando o seu posicionamento.

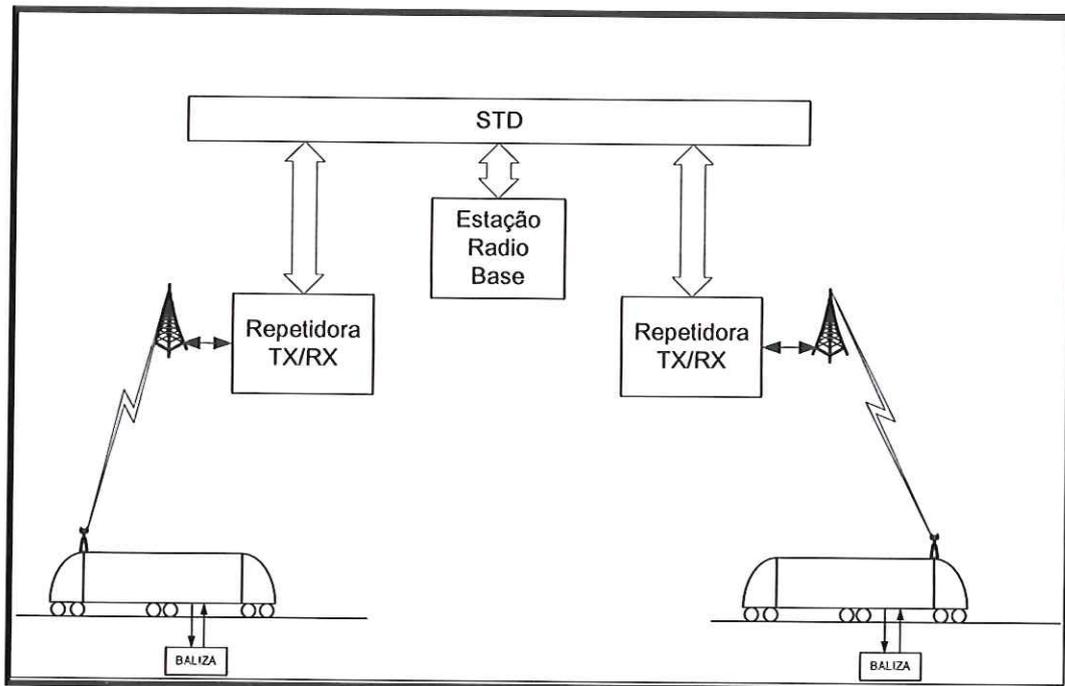
A informação da posição de cada veículo VLT ao chegar ao CCO será tratada por um *software*, integrante do **SSC**, e indicará aos controladores do CCO, onde se encontra cada veículo VLT, permitindo assim não só que eles conheçam a localização de cada veículo, mas que também possam regular as diversas linhas.



## VLT do Rio

A figura simplificada abaixo representa o diagrama em blocos desse grupo:

2.3.3.4.1 – Diagrama de blocos do grupo 4 posicionamento dos veículos VLT



Os principais equipamentos e características da rede Terra-Trem serão:

### **Estação central de rádio base e estação repetidora:**

A estação rádio base central, localizada na sala técnica do CCO e a estação repetidora, se necessária, promoverão a interface entre a transmissão de informações pelos veículos VLT e os consoles dos controladores do CCO.

Todos os equipamentos da estação rádio base central serão redundantes, (ativo – ativo/ *hot-stand-by*), e nas falhas de sua alimentação normal de energia, serão alimentados pelo mesmo equipamento *no-break* que alimentará os outros grupos, e cuja autonomia será, no mínimo, de cinco horas.

- transmissor/receptor:
  - faixa de frequência 450 a 470 MHz;
  - modo de operação: semi-duplex;

## VLT do Rio

- número de canais 5 (mínimo), programáveis;
  - separação entre canais programáveis.;
  - geração de frequências por elo fechado em fase (PLL);
  - programação de frequências através de memória EEPROM;
  - tolerância de frequência:  $\pm 5$  PPM, na faixa de temperatura de 0° C a +50°C, com variação de  $\pm 15\%$  na tensão de alimentação;
  - impedância de saída/entrada de antena 50 ohm;
  - potência de transmissão 45 W;
  - tolerância da potência de transmissão  $\pm 10\%$ ;
  - distorção harmônica de áudio  $\leq 5\%$ , com tom de 1 kHz e desvio de pico de  $\pm 3,0$  kHz;
  - rejeição de sinais indesejados: espúrios:  $\geq 70$  dB;
  - frequência da imagem  $\geq 70$  dB;
  - sensibilidade melhor que 0,30 micros volts (EIA SINAD);
  - seletividade melhor que 60 dB a 20 K Hz e 12 dB SINAD;
  - potência de saída de áudio  $> 3$  W;
  - código da estação programável;
  - interface com sistema de transmissão a 4 fios;
  - sensibilidade: melhor que 0,35 micros volts (EIA SINAD).
  - seletividade: melhor que 60 dB a 20 K Hz e 12 dB SINAD.
- sistema irradiante e abrigo – torre e antena
    - deverão ser dimensionados para total cobertura do percurso do VLT;
    - compartilhamento das torres e abrigos com os demais grupos.

### Consoles de operação do CCO:

Serão as mesmas estações de trabalhos utilizadas pelos controladores do CCO e permitirão:

- identificação dos veículos VLT, através dos dados dos seus tacógrafos dos mesmos e as correções impostas pelas balizas, a linha em que os mesmos estiverem operando;
- supervisão do estado de funcionamento dos equipamentos da rede, e de seus alarmes.

## VLT do Rio

### Estações móveis dos veículos:

- transceptor:
  - faixa de frequência mínima de 450 a 470 MHz;
  - modo de operação: semi-duplex;
  - número de canais cinco no mínimo e programáveis;
  - geração de frequências por elo fechado em fase (PLL);
  - programação de frequências através de memória EEPROM;
  - tolerância de frequência:  $\pm 5$  PPM, na faixa de temperatura de 0° C a +50°C, com variação de  $\pm 15\%$  na tensão de alimentação;
  - impedância de saída/entrada na antena 50 ohms;
  - potência de transmissão 45 W, programável;
  - tolerância da potência de transmissão:  $\pm 10\%$ ;
  - distorção harmônica de áudio:  $\leq 5\%$ , com tom de 1 kHz e desvio de pico de  $\pm 3,0$  kHz;
  - rejeição de sinais indesejados: sinais espúrios:  $\geq 70$  dB;
  - frequência da imagem:  $\geq 70$  dB;
  - sensibilidade: melhor que 0,30 micros volts (EIA SINAD);
  - seletividade: melhor que 60 dB a 20 kHz e 12 dB SINAD;
  - potência de saída de áudio:  $> 3$  W
  - código da estação programável.

- console (IHM) dos veículos VLT

Instalação no painel de operação do veículo, integrada aos outros dispositivos.

- terminal de vídeo com as informações que estarão sendo transmitidas aos controladores do CCO.

- antena:

- características construtivas que suportem a lavagem dos veículos VLT em máquina automática;
- diagrama de irradiação onidirecional.

## *VLT do Rio*

Observação: a comunicação de dados entre o CCO e os veículos VLT ocorrerá a uma taxa mínima de 2,4 kbps.

### **2.3.3.5. Sistema de Gerenciamento**

Para o gerenciamento e supervisão dos quatro grupos de comunicações, das estações rádios bases centrais, das estações repetidoras (caso necessário), das estações de rádio fixas e móveis, de seus *status*, das suas falhas e desempenhos através de rotinas de autodiagnose, serão disponibilizados informações e dados aos postos de controle do CCO.

Essas informações e dados, juntamente com os registros históricos e gravações das comunicações dos grupos, serão tratadas pelos servidores de gerenciamento do **SCM** e constituirão relatórios específicos.

Através de um terminal (constituído por teclado, monitor de vídeo, *mouse*, alto-falantes e microfone), junto aos servidores de gerenciamento do **SCM**, que serão instalados na sala técnica do CCO, os técnicos da manutenção e os administradores do sistema poderão acessar esses dados para fins de testes, análise de desempenho e determinação das falhas e suas causas.

A diagnose dos equipamentos será completa, com o registro das informações que indicarão o motivo e a localização das falhas, que serão apresentadas em tempo real nos consoles dos controladores do CCO.

O *software* de diagnose e análise de desempenho do **SCM** disponibilizará as seguintes informações:

- relatórios de alarme e status dos equipamentos;
- recurso para ligar ou desligar os canais isoladamente;
- ajustes de parâmetros de temporização;
- relatórios das atividades dos canais;
- registro de hora, tempo e data para gravação dos eventos e de suas durações;
- armazenamento e recuperação de mensagens de diagnóstico;
- identificação dos terminais dos usuários por programação e externamente através de *notebook*;



## *VLT do Rio*

- possibilidade de comandar através do terminal de supervisão, a desabilitação ou a habilitação das estações do sistema.

Observa-se que os postos de controle do CCO receberão essas informações em suas estações de trabalho, integrantes do SCC/CCO que terão teclado, monitor de vídeo, *mouse* e impressora.

### **2.3.3.6. Homologação**

A obtenção das frequências necessárias à operação do **SCM**, e a geração da documentação necessária à sua homologação junto à ANATEL e demais órgãos regulamentadores, vigentes na época da implantação da Rede VLT, serão de responsabilidade da Concessionária. As frequências do **SCM** serão de uso exclusivo da Rede VLT.

As homologações, licenças e registros de todos os equipamentos junto à ANATEL serão de responsabilidade da Concessionária, que deverá mantê-los atualizados.

### **2.3.3.7. Dimensionamento do Sistema de Transmissão**

O sistema de transmissão deverá ser dimensionado para garantir a cobertura em todas as áreas operacionais, inclusive no centro de manutenção, sem zona de sombra.

### **2.3.3.8. Interfaces com Outros Sistemas**

O SCM deverá possuir interfaces com os sistemas citados a seguir:

#### **Interface com o gravador de áudio:**

As comunicações de todos os grupos serão gravadas no SGA, do CCO, que terá uma interface com essa funcionalidade.

#### **Interface com os consoles dos postos de controle do CCO:**

## *VLT do Rio*

A instalação dos equipamentos dos consoles do **SCM** nos postos de controle do CCO será compatível com o mobiliário dos mesmos, inclusive quanto a ergonomia.

### **Interferências eletromagnéticas com outros sistemas:**

Todos os equipamentos, materiais e instalações do **SCM** deverão ser imunes a qualquer tipo de interferência elétrica, magnética e eletromagnética e não deverão gerar essas interferências em outros sistemas do VLT ou de terceiros.

### **Interligação entre as estações de radio bases centrais e repetidoras:**

O **SCM** utilizará canais ou fibras do **STD**, para interligar as estações rádio bases centrais com as estações repetidoras, caso essas venham a ser necessárias.

Caso as estações repetidoras forem localizadas num ponto não atendido pelo **STD**, suas interligações com as estações rádio bases centrais serão realizadas através de enlaces de rádio.

### **Interface nos veículos VLT:**

Os equipamentos dos veículos VLT utilizarão o espaço físico deixado para esta função pelo fabricante dos mesmos.

As interfaces elétricas com o sistema de controle dos veículos utilizarão protocolos padronizados pelas normas EIA e IEC.

#### **2.3.3.9. Compatibilidade com os Protocolos de Comunicações com o STD**

O **SCM** deverá utilizar protocolos de comunicações compatíveis com os previstos no **STD**.



## *VLT do Rio*

### **2.3.4. Sistema de Gravação de Voz**

#### **2.3.4.1. Características Gerais**

O Sistema de Gravação de Voz (**SGV**) deverá permitir gravar ininterruptamente, durante 24 horas por dia, todas as comunicações de voz que envolva o gerenciamento direto do tráfego na Rede VLT.

Serão gravadas, no mínimo, as seguintes comunicações:

#### **Do sistema de comunicações móveis – SCM:**

- Grupo 1 – comunicações de voz entre os veículos VLT e os veículos ferroviários auxiliares com o CCO;
- Grupo 2 – comunicações de voz entre as equipes de manutenção e o CCO;
- Grupo 3 – comunicações de voz entre as equipes de operação e segurança e o CCO;
- Grupo 4 – comunicações de envio de dados de localização, de falhas e eventos ocorridos com os veículos VLT para o CCO.

#### **Do sistema de comunicações fixas – SCF:**

- todas as comunicações dos ramais telefônicos dos controladores do CCO.

O **SGV** deverá armazenar as gravações de forma digital, em disco rígido, com capacidade mínima para 60 dias de gravação. Deverá também ser utilizado outra mídia de armazenamento para arquivo externo.

O **SGV** deverá apresentar redundância ativo-ativo (*hot-stand-by*) de *hardware* através de disco rígido espelhado dual.

#### **2.3.4.2. Especificações Básicas**

O **SGV** deverá possuir as seguintes especificações básicas:

## *VLT do Rio*

- mecanismo que permita a reprodução das mensagens gravadas a qualquer momento, sem interferência com os canais que estiverem sendo gravados;
- gravação de, pelo menos, vinte canais simultaneamente;
- canal de auto-supervisão;
- canal *stand-by*, para comutação automática, em caso de defeito em qualquer outro canal;
- controle de ganho automático;
- programa para gravação automática;
- sinalização visual e sonora em caso de falha;
- permitir gravação por contato de gancho e voz;
- permitir procedimentos de sincronização externa;
- possuir circuito de proteção de entrada;
- ser alimentado em emergência que garanta continuidade de gravação no caso de falta de alimentação principal.

### **2.3.4.3. Reprodução das Mensagens**

A reprodução das mensagens gravadas deverá permitir as seguintes funcionalidades:

- recurso de pesquisa, através de procura das informações pela data e hora determinadas;
- controle de ganho automático;
- reprodução repetida, permitindo a repetição curta de palavras ou sentenças, durante a mesma;
- exibir uma distorção inferior a 5% (segundo e terceiro harmônicos em modulação completa);
- permitir apagamento de fitas;
- possuir circuito de proteção de entrada;
- possuir recurso de leitura rápida, que permita passar sem reproduzir partes não importantes da gravação, durante a reprodução.

### **2.3.4.4. Biblioteca de Recursos**

O **SGV** deverá dispor de uma biblioteca de recursos, que permita:



## *VLT do Rio*

- todos os registros de chamada deverão ser arquivados em banco de dados relacional no estado da arte. O navegador deverá permitir a procura pelo canal referenciado por nome, hora/data, duração, identidade do chamador, identidade do número chamado, ANI, DTMF;
- deverá permitir que sejam ouvidos ou monitorados ao vivo até 8 canais simultaneamente. Poderá ser criados arquivos WAV de uma única chamada ou de todas as chamadas relativas a um determinado incidente.

### **2.3.4.5. Múltiplos Níveis de Senha**

O administrador do **SGV** pode criar múltiplos perfis de usuários para gerenciar permissões de acesso, mediante identidade do usuário e de sua senha de acesso.

### **2.3.4.6. Recursos Operacionais**

O **SGV** deverá dispor de recursos operacionais que permitam:

- misturar canais analógicos e digitais no mesmo equipamento;
- facilidade de reprodução instantânea (os últimos minutos) padrão;
- monitoração ao vivo ou reprodução simultânea de até 8 canais;
- as chamadas poderão ser etiquetadas;
- mostrador de linha de tempo com visualização multicanal e controle de zoom;
- hora/data em áudio para gravação;
- gravação por demanda;
- gravação e reprodução simultânea a partir do disco rígido ou da media removível;
- cartões de entrada de detecção DTMF e CLID para inclusão no arquivo de dados;
- procura e filtragem dos arquivos por meio de parâmetros definidos pelo usuário;
- arquivo protegido contra gravação ou reformatação acidental.

### **2.3.4.7. Características dos Canais**

Os canais devem possuir as seguintes características:

## *VLT do Rio*

- taxas de compressão: 13,3, 16, 32 ou 64 kbit/s;
- resposta em frequência: 200 a 3400 Hz;
- relação sinal ruído: - 50 dBs;
- diafonia: - 60 dBs;
- AGC: 24 dBs;
- impedância: > 10 K ohm.

### **2.3.4.8. Características de Ativação das Gravações**

As ativações devem possuir as seguintes características:

- VOX;
- Fora de Gancho;
- Contínua;
- Comando Externo.

### **2.3.4.9. Interfaces**

O **SGV** deve apresentar as seguintes interfaces:

- analógicas:
  - telefone analógico, rádio, qualquer outra fonte de áudio;
  - bip – interno selecionável por canal.
- digitais:
  - telefones digitais.
- redes:
  - protocolo *Ethernet*: 100 Mb/s;
  - discada: TCP/IP.

## *VLT do Rio*

### **2.3.4.10. Compatibilidade com os Protocolos de Comunicações com o STD**

O sistema de gravação de voz – **SGV** deverá utilizar protocolos de comunicações compatíveis com os previstos no **STD**.

### 3. ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS DOS SISTEMAS ELETRÔNICOS AUXILIARES

Os sistemas eletrônicos auxiliares são compostos pelo Sistema de Monitoração Eletrônica, pelo Sistema de Detecção e Extinção Automática de Incêndio e pelo Sistema de Multimídia.

#### 3.1. SISTEMA DE MONITORAÇÃO ELETRÔNICA

##### 3.1.1. Introdução

A utilização de um Sistema de Monitoração Eletrônica (**SME**) é uma ferramenta de grande importância para a segurança pessoal, operacional e patrimonial nos sistemas de transportes públicos, contribuindo de modo importante com a minimização dos atos de vandalismo e delitos, permitindo ao CCO a visão real de trechos ou pontos notáveis desses sistemas.

O **SME** que será implantado nas paradas, estações de integração, e em pontos notáveis (exemplos: cruzamentos, manobras, pátios de estacionamento, centro de manutenção, etc.), com o objetivo de transmitir as imagens captadas em câmeras, espalhadas ao longo das vias, aos postos de controle do CCO.

A operação do SME deve ser efetuada através de rede IP. O conceito do sistema é uma solução para o controle de centralização, operação, monitoramento e manutenção de infraestrutura de câmaras de circuito fechado de televisão (CFTV), tudo através de uma rede TCP / IP.

As imagens serão armazenadas em DVD/R nas estações/paradas e no CCO, por períodos de, no mínimo, de 7 (sete) dias. Nos casos de incidentes ou acidentes, as imagens dos mesmos, se captadas, deverão permanecer gravadas e disponíveis no CCO durante, no mínimo, por 30 (trinta) dias, e transferidas a outros meios digitais de armazenamento, para permitir posteriores análises e comprovações. Para isso, os gravadores deverão possuir interface para que as imagens sejam externadas (gravador de DVD e porta USB) em caso de necessidade. A gravação em mídia externa das imagens não deve interferir na gravação normal do DVR.

## VLT do Rio

A arquitetura do sistema deve ser aberta, modular e escalável, que permita o crescimento do número de câmaras IP, displays e decodificadores, capacidade de gravação, e sua integração com sistemas de terceiros (alarmes, sonorização, controle de acesso, etc.).

O sistema deve funcionar como uma grande matriz de vídeo virtual, ao vivo e gravadas, podendo ser enviadas simultaneamente ou visto de qualquer ponto da rede, seja de LAN, WAN e Wi-Fi (multiusuário). Como característica própria, se faz necessário que o sistema tenha capacidade de gravação a partir de câmeras digitais, com possibilidade de gravação local diferente do formato de visualização no CCO (grava em baixa qualidade e se visualiza no CCO em alta qualidade e vice versa).

O sistema deverá executar, de maneira simultânea, as seguintes tarefas:

- visualização – vídeo ao vivo em tempo real nos equipamentos locais e clientes;
- gravação – captura de vídeo em tempo real e gravação em um *storage* local e remoto através da rede;
- execução – executar vídeo ao vivo e gravados nos equipamentos locais e clientes;
- transmissão – transmitir vídeo ao vivo e gravado a clientes remotos, via vídeo *streamed*;
- salvar – salvar as informações do sistema e vídeos gravados.

A solução deve ser robusta e tolerante a falhas. Os *encoders* / gravadores devem conseguir trabalhar de forma autônoma, enquanto os servidores centrais que residem no CCO tem a sua própria redundância e tolerância a falhas.

O sistema de monitoramento eletrônico também deverá separar a visualização das câmeras por localização (como plataforma, paradas, terminais, acessos, áreas publicas).

O sistema deve ser comumente instalado em ambientes para coexistir com os sistemas normais de segurança, processos automatizados e de coleta de dados, havendo integração lógica e física necessárias para a comunicação com sistemas como o **SCC/CCO** e **STD**.

Os gravadores devem manter as imagens armazenadas por um período, mínimo, de 7 (sete) dias e interface para que as imagens sejam externadas ( gravador de DVD e porta USB) em caso de necessidade. A gravação em mídia externa das imagens não deve interferir na gravação normal do DVR.

## VLT do Rio

Deverão ser utilizadas câmeras coloridas fixas, com ou sem comando de zoom, e móveis com PTZ (controle dos ângulos verticais e horizontais e zoom) que poderão ser comandadas à distância pelo CCO. A critério da Concessionária, as câmaras poderão ter dispositivos inteligentes de detecção de movimentos ou alterações de configuração que, nesses casos, emitam alarmes nas estações de trabalho do CCO.

### 3.1.2. Equipamentos do CCO

O SME deverá dispor dos seguintes equipamentos no CCO:

- 04 (quatro) estações de trabalho formadas por computador, terminal de vídeo SVGA de 21 polegadas, teclado e mouse, uma para cada controlador do CCO, que permitirão a seleção e o controle das câmeras, para visualização das imagens atualizadas e das gravadas. Essas estações de trabalho não fazem parte do SME, pois integram o **SCC**;
- 04 (quatro) monitores de vídeo LED de, no mínimo, 70 polegadas, um para cada uma das estações de trabalho do CCO;
- sistema completo de gerenciamento e gravação composto por 02 (dois) servidores, redundantes (*ativo-ativo/hot-stand-by*), terminal de vídeo, *mouse*, teclado, impressora e os *softwares* necessários para oferecer os recursos de gestão, configuração e supervisão de maneira integrada e organizada.

### 3.1.3. Equipamentos das Estações de Integração / Paradas

O SME deverá dispor dos seguintes equipamentos nas estações / paradas:

- 1 (um) servidor / gravador digital de vídeo (DVD/R) para gravação para até 16 (dezesesseis) câmaras, em *rack* modular integrado com os equipamentos locais dos demais sistemas;
- câmeras fixas ou móveis, distribuídas estrategicamente.

A finalidade do **SME** será permitir a visualização e monitoração das principais áreas da Rede VLT (estações / paradas, zonas de manobras, pátios de estacionamento, cruzamentos, etc.) pelo CCO.



## *VLT do Rio*

As câmeras do **SME** serão instaladas estrategicamente e ligadas a servidores / gravadores digitais (DVD/R) localizados nas estações / paradas. Os sinais provenientes dessas câmeras serão também enviados, pelos servidores / gravadores digitais das estações / paradas (DVD/R), ao CCO, através do **STD**.

No CCO, essas imagens e informações/dados serão tratadas pelos servidores de gerenciamento / gravação do **SME**, que serão instalados na sala técnica do CCO, e que estarão interligados aos *switches* do **STD**, através da rede estruturada redundante *Fast Ethernet*, do CCO, que integrará o **STD**.

### **3.1.4. Operação do SME a partir do CCO**

Das suas estações de trabalho, integrantes do **SCC**, os controladores do CCO poderão controlar, selecionar e visualizar as imagens das câmaras instaladas ao longo da Rede VLT, através de suas interfaces com os servidores / gravadores do **SME**.

Através dessas estações de trabalho, utilizando interfaces das mesmas com os servidores de gerenciamento / gravação do **SME**, será possível aos controladores do CCO configurarem a visualização das câmeras, de qualquer sítio ao longo das linhas do VLT, no monitor de LED que servirá a sua estação de trabalho com as seguintes configurações: 8 ou 4 imagens de câmeras diferentes, ou numa tela cheia com a imagem de uma única câmera.

O CCO, através das estações de trabalho de seus controladores, poderá acessar qualquer imagem de qualquer câmara de qualquer estação/ parada, zonas de manobra, pátio de estacionamento, cruzamento, etc. A exibição destas imagens nos monitores será na forma de janelas, onde cada janela corresponderá a uma câmera identificada com o nome de sua localização.

A exibição das imagens nos monitores poderá ser feita de forma sequencial com 1, 4, ou 8 imagens, provenientes de câmaras diversas e de várias locais de modo fixo ou cíclico. Observe-se que no modo fixo, o monitor apresentará sempre a(s) mesma(s) imagem(ens) selecionada(s) durante todo o tempo, e no cíclico o monitor apresentará as imagens selecionadas durante um determinado período de tempo programável (de 2 a 10 segundos).

## VLT do Rio

Independentemente da forma de observação, as imagens de todas as câmeras selecionadas pelo CCO das estações/paradas sempre serão gravados no disco rígido dos servidores / gravadores de gerenciamento. A capacidade desses discos e o algoritmo de compactação permitirão a gravação, no mínimo, dos últimos 15 (quinze) dias de operação no CCO.

Após esse prazo deverá existir um sistema de arquivamento com memória extraível, inviolável, que mantenha nos prazos legais.

Se necessário, os controladores do CCO, poderão rever as imagens, de qualquer câmera ou grupo, utilizando um *software* de busca, integrante do sistema de gerenciamento, do **SME** registrando a data, hora ou período (semana, mês e ano), e/ou selecionando um tipo de evento (alarme ou de incidente) que serão codificados.

Para atender aos requisitos de segurança operacional, o *software* de captura das imagens do **SME** permitirá a seleção dos usuários em grupos, atribuindo-lhes privilégios e cadastrando-os, assim eles poderão acessar ao mesmo, por senhas individualizadas, que indicarão seus *status* de acesso.

As senhas determinarão qual o tipo de acesso às imagens, se as imagens ao vivo e/ou às gravadas, bem como as operações que o usuário cadastrado poderá executar no sistema.

### 3.1.5. Câmeras a Serem Implantadas

As seguintes quantidades de câmeras deverão ser instaladas, em cada local ao longo da Rede VLT:

- estações de integração / paradas – 02 câmeras por plataforma;
- cruzamentos em ruas secundárias – 02 câmeras;
- cruzamentos em ruas principais ou com avenidas – de 04 a 06 câmeras;
- áreas de estacionamento – de 4 a 8 câmeras;
- estações de integração – 02 a 04 câmeras em cada área de acesso público.

O **SME** permitirá a visualização das imagens com os seguintes objetivos em função da localização das mesmas:

## *VLT do Rio*

- plataformas das estações, paradas e terminais:

Observar os embarques e os desembarques nos veículos e as movimentações dos usuários nas mesmas.

- acessos em áreas públicas em estações ou terminais:

Observar a circulação das pessoas nessas áreas.

### **3.1.6. Características Técnicas Principais do SME**

#### **3.1.6.1. Estações de Trabalho**

As mesmas estações de trabalho dos controladores do CCO serão as fornecidas pelo **SCC**, e através delas será possível acessar, através do *software* aplicativo do **SME** que terá padrão de mercado e operará em ambiente *Windows*, na sua versão mais atualizada, imagem de qualquer câmera do **SME**.

A partir das suas estações de trabalho os controladores do CCO poderão acessar todo o menu de operação do SME, e configurar a apresentação que desejar das imagens nos seus monitores.

Existirão 3 (três) níveis de acesso na operação do SME, sendo o primeiro nível, o de parametrização (administrador do sistema), onde será implantada a programação, os *status* estabelecidos, a configuração de todos os equipamentos e componentes do **SME**, suas integrações com os demais sistemas, e a matriz de vídeo.

O segundo nível será o de configuração (supervisores do CCO), onde serão definidos ou alterados os programas e os sequenciamentos das imagens, que serão estabelecidos em consonância com os aspectos de segurança, e os de operação das estações de trabalho.

O terceiro nível será o de operação (controladores do CCO), este nível terá acesso a todos os recursos operacionais do sistema, exceto aos de parametrização e configuração.

### 3.1.6.2. Softwares

Os equipamentos do **SME** serão fornecidos com seus respectivos *softwares* e manuais de operação, instalação e interface e licenças legais, para permitirem os serviços de manutenção, operação, análise, gerenciamento, otimizações, alterações e adequações operacionais estabelecidas.

O *software* aplicativo do **SME** representará, por meio de interfaces gráficas, o quadro sinóptico das localizações das câmeras e equipamentos principais, do **SME** indicando seus *status* operacionais em tempo real.

O **SME** terá ainda um *software* de autodiagnose que permitirá a identificação das falhas ocorridas e as suas causas. Estes eventos, com as causas diagnosticadas, serão apresentados nas estações de trabalho dos controladores do CCO e nos servidores / gravadores das estações e do CCO, e que permitirão acesso por terminais portáteis aos técnicos da manutenção.

O *software* de gerenciamento do **SME** deverá permitir a parametrização e configuração total do sistema, incluindo todos os sítios ao longo da Rede VLT, onde houver câmeras, e do CCO.

### 3.1.6.3. Servidores / Gravadores do CCO

Os servidores e/ou gravadores deverão apresentar, no mínimo, as seguintes características:

- modos de gravação contínuos programável;
- busca indexada por data, hora, mês, ano, evento (alarme ou comando);
- possibilidade de externar eventos (imagens gravadas) em mídia externa;
- proteção contra alteração das imagens gravadas por meio de marca d' água;
- *backup* automático de imagens gravadas local ou remotamente;
- detecção de movimento inteligente via programa ou sensores externos;
- horário configurável para gravação, alarme, sensores, reles e *backup*;
- controle de câmeras PTZ local ou remotamente, incluindo *preset*;
- buscar de imagens gravadas, rápida e inteligente por data / hora / mês / ano, câmera, evento;

## *VL*T do Rio

- armazenamento com redundância e possibilidade de configuração de RAID 1 até RAID 10;
- ser modular e permitir integração com os equipamentos dos demais subsistemas (**SCF**, **SMM**), permitindo montagem em *rack* de 19 polegadas.

### **3.1.6.4. Câmeras de Vídeo**

As câmeras deverão ser fabricadas com protocolo IP nativo e compressão incorporada, sendo vedada a utilização de *encoder* em separado. Todo o conjunto incluindo câmera, caixa de proteção, lente, fonte de alimentação e suporte para fixação deverão constituir um único item, ou poderão ser itens separados desde que sejam fornecidos por um mesmo fabricante, garantindo assim a compatibilidade entre cada peça.

As câmeras deverão ser baseadas em componentes padrões e tecnologia de ponta, utilizando protocolos abertos e publicados para integração em aplicações de terceiros, além de atenderem ao padrão *Onvif*, e apresentar as características detalhadas a seguir:

#### **Câmera Tipo A:**

Estas câmeras deverão ser utilizadas no monitoramento das estações (uso interno). Deverão possuir alta definição, tipo fixa, *day and night*, com lente varifocal, auto-iris. Deve atender às seguintes características mínimas:

- possuir sensor de imagem CMOS de 1/2.7 polegadas;
- possuir resolução de 1920x1080 (2 Megapixel Full HD);
- exibir uma imagem com taxa de 60 frames por segundo na resolução 1280x720 e 30 frames por segundo na resolução 1920x1080;
- operar a 30 frames em todos os formatos de compressão.
- possuir lente varifocal auto-iris de 3~9mm;
- possuir balanço de branco (AWB) automático e manual;
- possuir controle de ganho (AGC) automático e manual;
- possuir compensação de luz de fundo (BLC);
- possuir amplo alcance dinâmico (WDR);
- possuir assistente de foco;

## VLТ do Rio

- possuir máscara de privacidade.
- possuir obturador automático 1/5 a 1/32.000 segundo;
- possuir infravermelho integrado;
- possuir filtro de ir removível;
- alternar automaticamente, manualmente ou sob pré-definição entre o modo colorido e monocromático em função do nível de luminosidade incidente na câmera (*day/night*);
- fornecer imagens com 0.57 lux em modo colorido, 0.08 lux em modo preto e branco e 0 lux com infravermelho ativo;
- suportar os seguintes protocolos e aplicações: FTP, HTTP, HTTPS, QoS, CoS, SNMP, 802.1X, TCP/IP, IPv4, IPv6, DHCP, NTP, PPPoE, DNS, DDNS, RTSP, RTP, RTCP, UPnP, IGMP, SMTP;
- permitir até 10 acessos simultâneos;
- permitir filtros de IP, restringindo o acesso a endereços IP pré-definidos;
- deverá permitir a configuração do endereço IP *Multicast* e porta UDP para cada um dos fluxos de transmissão de imagens;
- possuir compressão H.264, MJPEG e MPEG4;
- possuir sistema de transmissão de fluxos de vídeo simultâneos e independentes, onde possa ser configurado, em cada fluxo, a taxa de bits e os quadros por segundo (QPS);
- prover o controle de tráfego da rede, limitando em um valor selecionável a largura de banda máxima;
- possuir controle dinâmico da taxa de frames para gravação. Havendo detecção de movimento ou acionamento de alarme, a taxa de frames se elevará automaticamente para um valor pré-ajustado;
- permitir a definição de quais áreas da imagem serão transmitidas para o stream de visualização, ao invés da imagem por completo (recorte de imagens);
- permitir a criação de perfis de detecção de movimento, com ajuste de 3 (três) áreas de detecção, com diferentes níveis de sensibilidade e de acordo com o tamanho do objeto a ser identificado;
- possuir o recurso, ou tecnologia similar, de detecção de sabotagem, para que a câmera possa tomar alguma ação em caso de redirecionamento, pintura *spray*, mudança de foco e obstrução da lente;
- possuir funções integradas de eventos, que poderão ser acionados por detecção de movimento, entrada de alarme, reinício do sistema, detecção de sabotagem ou manualmente;
- permitir a notificação de eventos através dos protocolos HTTP, SMTP ou FTP;



## VLT do Rio

- possuir 01 (uma) entrada e 01 (uma) saída de alarme;
- possuir suporte a áudio bidirecional, e operar com as seguintes compressões: MPEG-4 AAC, GSM-AMR, G711;
- possuir saída de áudio e entrada para microfone externo (áudio bidirecional);
- permitir o uso de cartão micro SD/SDHC, para que a câmera realize gravações locais em casos de perda de comunicação com o servidor;
- possuir interface de rede 10/100 Mbps *Ethernet*, RJ-45;
- permitir monitoramento das imagens através de dispositivos móveis, como por exemplo, aparelhos celulares e *tablet* PCs;
- suportar o recurso e-PTZ, simulando o controle *Pan/Tilt/Zoom* em câmeras IP *Megapixel* fixas;
- possuir interface RS-485 para integração com panoramizadores;
- possuir servidor web incorporado com acesso por usuário e senha, permitindo visualização das imagens e alteração de configurações sem a necessidade de *software* adicional;
- permitir a alimentação da câmera com fontes 12VDC, 24VAC e via 802.3af PoE;
- possuir caixa de proteção IP66 integrada, preparada para ambientes externos com protetor solar removível;
- operar em ambientes com temperaturas de -20 a 50°C, 90% de umidade;
- possuir as seguintes certificações: CE, LVD, FCC, VCCI, C-Tick;

### **Câmera Tipo B:**

Essas câmeras deverão ser utilizadas no monitoramento das estações (uso externo) e estacionamento. Deverão possuir alta definição, tipo *dome*, com lente fixa e caixa de proteção integrada, tendo esta proteção para ambientes externos (IP 67) e antivandalismo (IK 10). Deve atender às seguintes características mínimas:

- possuir sensor de imagem CMOS de 1/2.7 polegadas;
- possuir resolução de 1920x1080 pixels a 30 frames por segundo (Full HD) em todas as compressões;
- possuir lente fixa de 2.8mm;
- possuir controle de ganho (AGC) automático e manual;
- possuir compensação de luz de fundo (BLC);
- possuir amplo alcance dinâmico (WDR);