

## VLT do Rio

- suportar máscara de privacidade;
- possuir obturador automático 1/5 a 1/32.000 segundo;
- fornecer imagens com sensibilidade de 0.3 lux;
- 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, MPEG4 e MJPEG;
- possuir sistema de transmissão de fluxos de vídeo simultâneos e independentes, onde possa ser configurado em cada fluxo a taxa de bits e 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 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 o recurso, ou tecnologia similar, de alarme de temperatura, para que a câmera possa tomar alguma ação caso alcance sua temperatura máxima de funcionamento;
- possuir funções integradas de eventos, que poderão ser acionados por detecção de movimento, entrada de alarme, reinício do sistema, detecção de sabotagem, alarme de temperatura ou manualmente;
- permitir a notificação de eventos através dos protocolos HTTP, SMTP ou FTP;
- possuir 01 (uma) entrada de alarme para integração com sensores externos;
- possuir entrada de áudio, e operar com as seguintes compressões: MPEG-4 AAC, GSM-AMR, G711;
- possuir entrada para microfone externo;

## *VLT do Rio*

- 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 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 via PoE 802.3af;
- operar em ambientes com temperaturas de -25 a 50°C, 90% de umidade;
- permitir o ajuste vertical (*tilt*) do ângulo da câmera, de 0 a 90°;
- possuir caixa de proteção integrada, preparada para ambientes externos (IP 67) e possuir proteção antivandalismo (IK 10);
- estar em conformidade com padrão EM 50155 (instalações em veículos ferroviários);
- possuir as seguintes certificações: CE, LVD, FCC, VCCI, C-Tick.

### **Câmera Tipo C:**

Essas câmeras deverão ser utilizadas no estacionamento e cruzamento de ruas e avenidas. Será uma câmera móvel, tipo *Speed Dome*, *day/night* para ambiente externo. Deve ser fornecido suporte para fixação e caixa de proteção. Deve ainda atender as seguintes características mínimas:

- possuir sensor de imagem Sony 1/3 polegadas CMOS Full HD;
- possuir lente auto-iris e varifocal de 4.7 a 94 mm, F1.6 (w) F3.5 (t);
- deverá ter sensibilidade de iluminação de 0.01 lux em preto e branco (50IRE);
- possuir resolução de 1920x1080 pixels (Full HD);
- exibir uma imagem com taxa de 60 *frames* por segundo na resolução 1280x720 e 30 *frames* por segundo na resolução 1920x1080;
- possuir ângulo de rotação panorâmica (*PAN range*) igual a 360° graus contínuos;
- possuir velocidade de rotação panorâmica (*PAN speed*) igual a 0.1° ~ 300°/segundo;
- possuir ângulo de rotação de declive (*TILT range*) igual a 0° ~ 90°;
- possuir velocidade de rotação de declive (*TILT speed*) igual a 0.1° ~ 120°/segundo;

## VLT do Rio

- possuir obturador automático 1/4 a 1/10.000 segundo;
- possuir zoom óptico igual a 20X e digital de 12X;
- possuir filtro de IR removível para função *day/night*;
- alternar automaticamente, manualmente ou sob pré-definição, entre o modo colorido e monocromático em função do nível de luminosidade incidente na câmera (*day/night*);
- possuir compensação de luz de fundo (BLC);
- possuir controle automático de ganho (AGC);
- possuir balanço automático de branco (AWB);
- possuir amplo alcance dinâmico (WDR);
- possuir estabilizador automático de imagem (EIS);
- possuir máscaras de privacidade 3D;
- permitir a criação de três áreas de detecção de movimento independentes, com ajuste de diferentes níveis de sensibilidade e de acordo com o tamanho do objeto a ser identificado;
- possuir 4 (quatro) entradas digitais para alarmes e 1 (uma) saída digital;
- possuir compressão H.264, MPEG4 e MJPEG, com *streams* simultâneos;
- prover o controle de tráfego da rede, limitando em um valor selecionável a largura de banda máxima;
- atender às seguintes certificações: CE, LVD, FCC, VCCI, C-Tick;
- possuir caixa de proteção IP 66, pronta para uso externo;
- permitir o uso de cartão SD/SDHC; para que a câmera realize gravações locais em casos de perda de comunicação com o servidor;
- 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 monitoramento das imagens através de dispositivos móveis, como por exemplo aparelhos celulares e *tablet* PCs;
- operar com as seguintes compressões: MPEG-4 AAC, GSM-AMR, G711;
- possuir saída de áudio e entrada para microfone externo (áudio bidirecional);
- permitir até 10 acessos simultâneos;
- possuir interface de rede 10/100/1000 Mbps *Gigabit Ethernet*, RJ-45;
- permitir a alimentação da câmara com fonte 24 Vac e via 802.3at PoE;
- operar em ambientes com temperaturas de -40 a 55°C, 90% de umidade.

## *VLT do Rio*

### **Câmera Tipo D**

Essas câmeras deverão ser utilizadas no cruzamento de ruas e avenidas. Deverão possuir alta definição, tipo dome, com lente varifocal e caixa de proteção integrada, com proteção para ambientes externos (IP 66) e anti-vandalismo (IK 10). Deve possuir as seguintes características técnicas mínimas:

- possuir sensor de imagem CMOS 1/2.7 polegadas;
- possuir resolução de 1920x1080 pixels (*Full HD*) a 30 frames por segundo em todas as compressões;
- possuir compressão H.264, MPEG4 e MJPEG;
- possuir lente varifocal auto-íris de 3 a 9mm;
- permitir o ajuste remoto do foco da lente. A interface da câmera deverá possuir um assistente, de modo o foco possa ser ajustado automaticamente para seu melhor nível, ou de acordo com a configuração do usuário;
- 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);
- alternar entre o modo dia e modo noite automaticamente em função do nível de luminosidade incidente na câmera, manualmente ou sob pré-definição de horário (*day/night*);
- possuir filtro de infravermelho removível;
- suportar máscara de privacidade;
- possuir obturador automático 1/5 a 1/32.000 segundo;
- fornecer imagens com sensibilidade de 0.08 lux em modo colorido e 0.001 lux em modo preto e branco.

#### **3.1.7. Características da Alimentação Elétrica**

A alimentação elétrica dos equipamentos do **SME** será a partir da rede de BT (baixa tensão) locais e de equipamentos *no-breaks* redundantes, ativo-ativo/ *hot stand by* que serão instalados nesses locais.

A alimentação elétrica será em corrente alternada com as seguintes características:

## VLT do Rio

- 220 Vca  $\pm$  5%, 60 Hz  $\pm$  1%;
- baterias dos *no-breaks*: 95 a 135 Vcc.

O tempo máximo de transferência entre o *no-break* e a rede de BT das estações e do CCO será de 1/4 de ciclo.

Os equipamentos do **SME** que necessitarem de fonte ininterrupta de energia, com tensões e características diferentes das acima previstas, terão fontes auxiliares, com o menor número de módulos possível, para o fornecimento dessas tensões. Exemplo: se para alimentar um equipamento for necessário uma fonte de 48 Vcc, será utilizado um conversor AC-DC ligado diretamente à tensão alternada proveniente do *no-break*.

Estarão disponíveis pontos de aterramento em barras chatas, para conexão dos equipamentos eletrônicos integrantes do **SME**, localizados nas estações e no CCO, com resistência de terra menor ou igual a 5 ohms, e onde também serão conectadas as proteções contra sobretensões e surtos dos equipamentos integrantes do **SME**.

Os equipamentos do **SME** atenderão as prescrições da norma NBR 5410, da ABNT, em especial as referentes às proteções contra choques elétricos, curtos circuitos, sobrecorrentes, sobretensões e subtensões, fuga para terra, seccionamentos e comandos independentes das existentes nas suas alimentações elétricas, acessibilidade aos seus componentes, condições de alimentação e de instalação dos seus equipamentos.

O projeto de proteção deverá considerar também a existência de uma corrente residual no sistema de proteção contra descargas atmosféricas de 20 kA para os equipamentos instalados nas salas técnicas ou operacionais, e de 40 kA para os equipamentos instalados em regiões não abrigadas. As descargas eletrostáticas, os surtos devido às manobras no sistema de baixa tensão e no sistema de tração dos veículos VLT, também deverão ser consideradas no projeto.

A proteção contra descargas atmosféricas e oriundas de manobras também deverá ser instalada nos circuitos de controle, nas redes estruturadas de dados, e nas antenas para prevenir danos aos seus equipamentos e componentes.



## *VLT do Rio*

Os cabos metálicos que entrarem ou saírem das estações, ou CCO e nas instalações fixas serão protegidos através de aterramento, blocos de proteção e centelhadores dimensionados para cada aplicação.

Todas as interfaces com o **STD**, suas redes e interfaces, serão isoladas e protegidas eletricamente através de dispositivos de supressão de surto de tensão, sem prejuízo das taxas de transferência das informações e dados.

O **SME** não utilizará nenhum modo de proteção que possa provocar curto-circuito com a alimentação elétrica e com outras instalações nas salas técnicas das estações e do CCO.

Os equipamentos que comporão o **SME** terão seus aterramentos equalizados, de acordo com as normas NBR 5419 e NBR 5410 da ABNT. Os *loops* de corrente serão evitados, e todas as ligações serão feitas de forma radial, com o menor caminho até a barra de aterramento. As conexões elétricas entre as malhas de terra e as barras de aterramento serão feitas por conectores aparafusados ou por conexões exotérmicas, e serão tomadas precauções especiais para evitar que as tintas das pinturas, ou os processos de proteção metálica venham a prejudicar o aterramento causando aumento na resistência ôhmica.

Nos pontos de contato metálico serão providenciadas proteções contra a corrosão eletrolítica.

Os condutores de aterramento e equipotencialização terão capas de proteção e isolamento nas cores verde e amarelo, de acordo com as normas da ABNT.

Os equipamentos do **SME** não causarão interferências eletromagnéticas prejudiciais a qualquer outro equipamento ou sistema, e suportarão quaisquer interferências normais nas linhas de metrô, e que poderiam causar funcionamentos indesejados.

Como poderá haver longos paralelismos entre os cabos dos sistemas de telecomunicações e os cabos de energia (corrente alternada e corrente contínua), e interferências de motores elétricos, retificadores, do sistema de sinalização, dos conversores / inversores, etc., serão previstas blindagens nos cabos e equipamentos do **SME**, garantindo que o seu funcionamento não será afetado por estas interferências.

### **3.1.8. Condições Ambientais**

Os limites extremos das condições ambientais das estações, vias, pátios e CCO, deverão atender temperatura ambiente variando entre (-) 10°C e (+) 45°C, podendo atingir temperaturas de (+) 70°C internamente nos equipamentos do **SME** e nos seus módulos de alimentação.

A umidade relativa poderá variar entre 15% e 95%, nessas condições os equipamentos do **SME** e os seus módulos de alimentação, deverão operar por até dez (10) horas contínuas, sem perda de suas funções.

As plataformas estarão sujeitos a lavagens periódicas com jatos d'água, e os equipamentos do **SME** serão protegidos contra respingos e umidade associados a estas lavagens.

Haverá poeira em suspensão, tanto nas salas técnicas quanto nas áreas públicas das estações e do CCO, por isso os equipamentos do **SME** serão protegidos contra a penetração da mesma.

Os equipamentos elétricos que serão instalados em áreas externas, como nos pátios e vias, estarão sujeitos às intempéries, e deverão ter seus invólucros protegidos conforme a norma NBR-6146 da ABNT.

Nas vias e estações de integração os equipamentos e acessórios estarão sujeitos a vibrações oriundas do tráfego de trens e dos veículos ferroviários auxiliares, e deverão, portanto atender aos requisitos de resistência à vibração, de acordo com a norma NBR-5390 da ABNT.

### **3.1.9. Ergonomia dos Equipamentos**

Os monitores de vídeo do **SME** terão as seguintes características:

- permitirão o ajuste de luminosidade adaptando o equipamento à iluminação do ambiente, para proporcionar correta visibilidade ao operador;
- terão proteção de tela anti-reflexiva;
- exibirão as informações ao operador de forma ordenada e não congestionada;

## *VLT do Rio*

- exibirão os comandos de maneira seqüencial para não exigir movimentos repetitivos do operador;
- exibirão os comandos utilizando-se preferencialmente ícones ao invés de letras e números;
- destacarão e identificarão os comandos que exijam rápida ação do operador com cores padronizadas;
- inibirão a cintilação das imagens exibidas;
- tornarão clara a diferença entre as cores dos comandos, utilizando até sete cores diferentes por tela.

### **3.1.10. 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*;
- 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*.

## **3.2. SISTEMA DE DETECÇÃO E EXTINÇÃO AUTOMÁTICA DE INCÊNDIO**

### **3.2.1. Detecção de Incêndio**

A detecção de incêndio nas instalações da Rede VLT, onde se fizer necessário, utilizará os seguintes equipamentos:

## VLT do Rio

- central de detecção de incêndio;
- detectores de fumaça;
- detectores termo-velocimétricos.

A detecção de incêndio será baseada na compartimentação e no grau de risco de cada área a ser protegida, com a utilização de detectores de variação do gradiente temperatura e de presença de fumaça nos ambientes protegidos.

A compartimentação implicará no fechamento das passagens de cabos, dutos, etc. entre compartimentos, a fim de evitar a propagação da chama e conter a fumaça no ambiente onde possa ocorrer um sinistro.

Os painéis centrais de alarmes de incêndio serão instalados nas salas de supervisão das instalações protegidas e receberão os dados operacionais, alarmes de fogo e as avarias dos equipamentos do sistema enviando-os aos agentes de serviço, e "IHM" dos controladores do CCO, através do **SCC** e das redes estruturadas locais, integrantes do **STD**.

Os painéis centrais de alarme de incêndio serão interligados às redes estruturadas locais das instalações, através de porta *Fast-Ethernet* (100 Mbits) dos *switches* do **STD** utilizando o protocolo de comunicação TCP/IP. Estas conexões serão feitas através de cabos de cobre de par trançados UTP, categoria 6, e conectores RJ – 45.

Nas salas técnicas serão instalados equipamentos de combate automático a incêndios, com atuação imediata, alarmes sonoros e visuais com disparo ou de gás.

Um aspecto que exigirá atenção especial será o uso de materiais especiais nas construções, sistemas, equipamentos, veículos e mobiliários, que devem ser não comburentes, retardantes a chama, e não emissores de fumaça.

Os materiais de escritório e limpeza, e o lixo deverão receber cuidados especiais quanto aos locais de armazenagem, com a utilização de menores estoques possíveis.

Em hipótese alguma deverá ser permitido pela Concessionária o uso de fumo tanto pelos usuários, como pelos seus empregados ou das suas contratadas nos veículos VLT.

## *VLT do Rio*

Será adotado como critério de projeto instalar o sistema de detecção automática de incêndio, associado à cobertura superficial de proteção contra fogo nos cabos de energia, de acordo com características construtivas e específicas das instalações.

Os laços, na sua maioria, abrangerão áreas com diversas classificações, algumas de difícil acesso ou separadas por grandes distâncias (por exemplo: casa de máquinas de elevadores, poços de bombas, etc.) o que dificulta a imediata identificação do local. Por este motivo o painel central de alarme será capaz de receber, interpretar e transmitir informações de identificação de subsetores da área abrangida pelo laço respectivo.

O sistema de detecção e combate a incêndio a ser instalado na Rede VLT deverá obedecer aos requisitos básicos abaixo listados:

- os serviços de implantação do sistema, os materiais, dispositivos e equipamentos a serem empregados, deverão obedecer as Normas da ABNT e a Regulamentação do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro;
- os serviços deverão ser executados por profissionais habilitados, empregando a melhor técnica, de modo que o sistema venha a satisfazer plenamente as condições de segurança, operação e durabilidade;
- o sistema será definido de acordo com os diversos ambientes das instalações, que serão agrupados nas quatro seguintes classificações, determinadas de acordo com o comportamento da fumaça:
  - áreas com baixa velocidade de ar: detecção pontual;
  - áreas com média velocidade de ar: detecção por sucção;
  - áreas com alta velocidade de ar: detecção por sucção associado com a cobertura superficial de proteção contra fogo para os cabos de energia, (passivação);
  - áreas com dificuldade de acesso para combater o incêndio: cobertura superficial de cabos de energia (passivação), e a compartimentação dos ambientes em substituição a detecção de incêndio.
- o sistema deverá utilizar protocolo aberto de comunicação, que permitam futura expansão, e interligação com outros modos de supervisão que possam vir a ser instalados.

## VLT do Rio

A seguir apresenta-se as características principais do sistema de detecção e extinção de incêndio:

### Equipamentos principais:

- painel central de alarme central, microprocessado completo com *softwares* operacional, de instalação e de programação que permita executar alterações de *layout* e ampliações de áreas protegidas;
- quadro sinótico;
- baterias e respectiva estante, caso seja montada fora do painel;
- retificador e carregador de baterias;
- detectores ópticos pontuais de fumaça;
- detectores ópticos de fumaça por sucção;
- bases de fixação dos detectores;
- placas de fixação das bases dos detectores;
- alarmes áudio visuais;
- acionadores manuais;
- fiação do sistema;
- tubulação e acessórios para sucção de fumaça;
- bicos captadores para sucção de fumaça.

### Alimentação do painel central de alarmes:

A alimentação elétrica do painel central de alarmes será suprida em  $220 / 127 \pm 10 \% Vca$ , em  $60 \pm 5 \% Hz$ .

A alimentação elétrica da fonte de alimentação do painel central de alarmes será em  $220 / 127 Vca$ , através de dois circuitos redundantes, com potência suficiente para que cada um deles alimentar sozinho todo o sistema.

Nos casos de necessidade de comutação entre os circuitos, haverá uma sinalização de defeito, porém não deverá acarretar na interrupção do fornecimento de energia, e nem indicações de alarmes falsos ou perda de memória.

Durante a comutação dos circuitos, o painel central de alarmes manter-se-á alimentado pelas baterias.

## *VLТ do Rio*

Os circuitos de alimentação terão capacidade para fornecer energia à todos os circuitos internos e aos componentes externos do sistema de detecção de incêndio, e ao carregamento em flutuação da bateria. O processo de carga das baterias irá assegurar, no mínimo, 80% da sua capacidade em 10 horas.

A autonomia da bateria será de 24 (vinte e quatro) horas para suportar o funcionamento do sistema em regime de supervisão e de 30 (trinta) minutos em regime de alarme de incêndio, com acionamento simultâneo de todas as indicações sonoras e visuais externas à central de alarmes.

A fonte interna do painel suportará o perfeito funcionamento do sistema sem as baterias. A fonte será protegida por fusíveis contra sobrecarga.

As baterias de emergência alimentarão automaticamente o painel central de alarmes, quando houver falta da alimentação normal, em corrente alternada.

Em condições normais de operação, o conjunto de baterias permanecerá em regime de carga flutuante, por meio da fonte de alimentação.

A fonte terá um controle, que sinalizará separadamente a interrupção da alimentação normal, e do valor de sua tensão fora dos limites determinados.

### **Comunicação externa ao painel central de alarmes:**

Estes painéis terão a capacidade de transmitir, no mínimo, os seguintes eventos e informações:

- funcionamento normal;
- avaria geral do painel;
- avaria na alimentação;
- avaria em laço;
- incêndio em laço.

**Cobertura superficial de proteção contra fogo para cabos (passivação):**

Nas áreas classificadas como áreas com alta velocidade do ar ou com dificuldade de acesso para combate ao fogo será implantada, além do sistema de detecção automática, a cobertura superficial de proteção contra fogo nos cabos de energia (passivação), formando uma camada isolante, que retardará o aquecimento, e conseqüentemente, a queima da isolação do cabo, evitando a propagação de um incêndio. Nestas áreas também serão fechadas as passagens de cabos para outros ambientes.

A eficácia contra fogo dos produtos de fechamento das passagens de cabos e para cobertura superficial de proteção contra fogo nos cabos de energia deverá ser comprovada por laudo técnico de entidade nacional, de notório reconhecimento tecnológico no assunto.

**Normas, recomendações e especificações:**

- o sistema funcionará com distorção harmônica de até 20% na sua alimentação, e suportará períodos transitórios rápidos que poderão surgir na rede de alimentação ou nos cabos de controle, de acordo com a norma IEC-1000-4-4;
- os equipamentos e todas as partes do sistema serão adequadamente aterrados.

As matérias primas, equipamentos, dispositivos, e componentes, deverão obedecer as seguintes normas e recomendações:

- NBR-9441 da ABNT, de execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio;
- NBR-11836 para detectores automáticos de fumaça usados na proteção contra incêndio;
- NBR 9441 da ABNT para cabos de controle para detecção de incêndio;
- da SUSEP - Superintendência de Seguros Privados;
- do IRB Instituto de Resseguros do Brasil;
- do NFPA *National Fire Protection Association*.

**Componentes elétricos da detecção de incêndio:**

- condutores elétricos para a detecção de incêndio:

Deverão atender as especificações técnicas das normas da ABNT, e deverão dispor de uma reserva mínima de 10% do número de condutores.

## *VLT do Rio*

- identificação dos condutores:

Todos os cabos ou chicotes existentes nos equipamentos ou entre unidades de um mesmo equipamento serão identificados por anéis com códigos de cores ou alfa numérico, em etiquetas permanentes, colocadas próximo aos terminais de cada condutor.

### **Conexões:**

- os cabos e chicotes de fios terão terminais para conectores múltiplos, blocos terminais ou régua de terminais, com identificação do terminal, pino ou dispositivo de conexão;
- cada régua ou bloco de terminais terão uma reserva mínima de 20% do número total de terminais utilizados. Não será empregado mais do que dois condutores numa única terminação;
- os conectores dos cabos, circuitos impressos e dos conjuntos modulares de encaixe (*plug-in*) serão resistentes ao desgaste e à deterioração provocada pelas condições ambientais, e não deverão sofrer fadiga ou oxidação devido a estas condições;
- os cabos e conexões, e as suas conexões no equipamento, serão protegidas contra danos provocados pela remoção de unidades de encaixe, que será efetuada com o equipamento ligado.

### **Descrição geral operacional da detecção de incêndio:**

A detecção será monitorada pelo painel central de alarmes que atenderá todas as características específicas para a proteção das instalações e o registro de todos os eventos ocorridos.

Qualquer evento que venha a ocorrer nas áreas supervisionadas acionará simultaneamente sensores paralelos, e os seus sinais serão também enviados ao painel central de alarmes que registrará o evento: fogo ou avaria. Estas informações do painel central de alarmes serão repetidas nos quadros sinóticas, com ativação de alarmes sonoros.

**Características construtivas do painel de alarmes:**

- O painel central de alarmes da detecção de incêndio atenderá os requisitos da norma NBR 9441 –Execução de Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio, e aos seguintes requisitos:
- construção em estrutura rígida, com grau de proteção de acordo com as condições ambientais do local da instalação, em atendimento as normas da ABNT: NBR 6146 se for metálico, e a NBR 7007;
- facilitar as suas manutenções, que serão executadas sem que haja necessidade de sua remoção do local de instalação;
- acesso aos instrumentos, controles, componentes e bornes de ligação, somente pela face frontal. Acessos adicionais serão previstos para garantir espaço para sua manutenção;
- face frontal protegida contra operações acidentais ou dolosas, impedindo o acesso de pessoal não autorizado ao manuseio dos instrumentos e controles, permitindo, no entanto, a leitura das indicações visuais existentes na mesma, sem necessidade de abertura da porta;
- possuir compartimento adequado para o alojamento das baterias, caso estas sejam integradas ao painel central de alarmes;
- possuir meios para identificação dos circuitos de detecção, indicando a respectiva área ou local em emergência, possibilitando assim o fácil entendimento do pessoal da supervisão e intervenção, mesmo que não esteja familiarizado com a edificação;
- dimensões compatíveis com a quantidade de circuitos de detecção, alarmes e auxiliares, inclusive com previsão para ampliações da sua capacidade de no mínimo 20%;
- o invólucro da central de alarmes se for metálico terá proteção galvânica ou revestimento anticorrosivo antes da pintura de acabamento final;
- terá borne para seu aterramento;
- todas as ligações entre a central de alarmes e os componentes externos serão executadas através de blocos e conectores apropriados, devidamente identificados. Exemplos: o tipo do circuito, a área atendida, a polaridade, a corrente máxima, etc.;
- terá em local visível e de fácil acesso, placa de identificação com o nome, endereço e telefone do fabricante, e o ano de fabricação, modelo e número de série;
- utilizará dispositivos de aviso e indicadores sonoros e visuais externos, e comandos auxiliares alimentados pela própria fonte ou baterias do painel central de alarmes, ou por fonte própria;
- a instalação de inibidores dos dispositivos de aviso sonoros no campo;

## *VLT do Rio*

- permitirá o desligamento de um ou mais circuitos de detecção, sinalizando tais eventos;
- permitirá a instalação de dispositivos manuais destinados ao acionamento de todos os alarmes sonoros, independente da indicação de incêndio ou defeito;
- as indicações de incêndio terão prioridade sobre as de defeito;
- as indicações visuais de incêndio, dos diferentes circuitos de detecção, serão memorizadas separadamente, e poderão permitir a inibição manual da indicação sonora de qualquer evento através de um botão;
- o *reset* da indicação visual de um alarme será memorizado de modo manual e separadamente para cada circuito da linha de detecção;
- as cores de indicação serão: VERMELHO para os alarmes, AMARELO para os defeitos e VERDE para funcionamento;
- os circuitos das linhas de detecção e alarme serão controlados indicando a interrupção ou curto-circuito das mesmas. Tais eventos serão sinalizados como defeitos;
- todos os circuitos das linhas de detecção e alarmes e dos circuitos auxiliares serão protegidos contra curto-circuito. Em caso de perda parcial da fiação pela ação do fogo, a central de alarmes deverá manter todos os circuitos não danificados em pleno funcionamento;
- o intervalo de tempo para a comunicação e sinalização de um defeito ou de um alarme, em qualquer ponto do sistema será no máximo de 1 minuto;
- será concebido de tal forma que qualquer falha num circuito de detecção ou de alarme não comprometa o funcionamento dos demais circuitos do sistema. Como a Central utilizará obrigatoriamente micro – processadores e existirá um sistema de *by-pass* entre os módulos de entrada e de saída dos alarmes e os dos circuitos auxiliares;
- o painel central de alarmes permitirá a simulação da atuação dos detectores por laço (ramal), para teste periódico do funcionamento do sistema, e durante a manutenção dos detectores de um laço, quando os demais deverão permanecer funcionando normalmente. Uma sinalização no painel deve indicar este serviço;
- terá indicação visual de ocorrência de incêndio, individual para cada circuito de detecção;
- terá indicação sonora e visual de incêndio;
- terá indicação visual de defeito, separada para cada circuito de detecção, de alarmes e de circuitos auxiliares;
- terá indicação sonora e visual de defeito geral;
- terá indicação sonora e visual geral de fuga a terra.
- terá dispositivo de inibição do dispositivo de indicação sonoro, que permitirá sua reativação para detecção de um novo evento;

## *VLT do Rio*

- terá dispositivo de teste, para dos indicadores luminosos e os sinalizadores acústicos;
- terá teste para cada entrada de linha, verificação da sinalização de alarme e dos defeitos (linha aberta ou em curto), processando os sinais até a sua saída. Para este teste todas as demais saídas de alarme e controle deverão ser bloqueadas, porém mantidas as suas sinalizações. Deverá ser instalado no painel central de alarmes um voltímetro e um amperímetro. O voltímetro indicará a tensão de serviço das baterias e o amperímetro quando acionado através de um botão pulsante, indicará a corrente dos laços e dessa forma o estado das baterias;
- terá os dizeres referentes ao funcionamento e às indicações em português;
- serão instalados no painel central de alarmes um voltímetro e um amperímetro, para indicar a tensão de serviço das baterias e o a corrente dos laços, que serão acionados através de botões pulsantes, para verificação do estado das baterias.

### **Fonte de alimentação:**

- a alimentação elétrica da fonte de alimentação do painel central de alarmes será em 220 / 127 Vca, através de dois circuitos redundantes, com potência suficiente para que cada um deles para alimentar sozinho todo o sistema;
- nos casos de necessidade de comutação entre os circuitos, haverá uma sinalização de defeito, porém não deverá acarretar na interrupção do fornecimento de energia, e nem indicações de alarmes falsos ou perda de memória;
- durante a comutação dos circuitos, o painel central de alarmes manter-se-á alimentado pelas suas baterias;
- os circuitos de alimentação terão capacidade para fornecer energia à todos os circuitos internos e aos componentes externos do sistema de detecção de incêndio, e ao carregamento em flutuação da bateria. O processo de carga das baterias irá assegurar no mínimo 80% da sua capacidade em 10 horas;
- a autonomia da bateria será de 24 (vinte e quatro) horas para suportar o funcionamento do sistema em regime de supervisão e de 30 (trinta) minutos em regime de alarme de incêndio, com acionamento simultâneo de todas as indicações sonoras e visuais externas à central;
- a fonte interna do painel suportará o perfeito funcionamento do sistema sem as baterias;
- a fonte será protegida por fusíveis contra sobrecarga;
- as baterias de emergência alimentarão automaticamente o painel central de alarmes, quando houver falta da alimentação normal, em corrente alternada;
- em condições normais de operação o conjunto de baterias permanecerá em regime de

## *VLТ do Rio*

carga flutuante, por meio da fonte de alimentação;

- a fonte terá um controle, que sinalizará separadamente a interrupção da alimentação normal, e do valor de sua tensão fora dos limites determinados.

### **Quadros sinóticos:**

Os quadros sinóticos da detecção de incêndio atenderão aos seguintes requisitos:

- construção em estrutura rígida, com grau de proteção de acordo com as condições ambientes do local de instalação, conforme a norma NBR 6146 da ABNT;
- construção que permitirá a manutenção no local de instalação, e a sua remoção através da utilização de blocos conectores ou tomadas múltiplas de interligação.
- acesso aos componentes e ligações somente pela face frontal;
- possuirá identificação dos circuitos e das respectivas áreas ou locais supervisionados;
- terá informações em letras com dimensões adequadas que permitam fácil visualização e leitura;
- os circuitos de interligação dos quadros sinóticos e do painel central de alarmes serão protegidos de tal maneira que, um curto-circuito em um circuito de um deles não prejudique a sinalização nos demais;
- utilizará dispositivos de sinalização sonoros e visuais;
- terá dispositivos diferentes para as indicações sonoras de incêndio e de defeito;
- as cores que serão utilizadas nas indicações visuais são: VERMELHO para alarme, AMARELO para defeito e VERDE para funcionamento. As indicações serão através de leds;
- o quadro sinótico será digital.

### **Detectores ópticos de fumaça (pontual e sucção):**

Os detectores de fumaça atenderão aos seguintes requisitos:

- Serão resistentes às mudanças de temperatura ambiente, não acarretando alarmes falsos, defeitos ou alteração da sensibilidade;
- Serão resistentes à umidade e a corrosão nos limites previstos na norma NBR 11836 da ABNT;
- A sua vida útil será no mínimo de 5 (cinco) anos, considerando as condições do ambiente.

## *VLT do Rio*

- Terá sensibilidade de 0,2 dB/m nos ensaios laboratoriais para as queimas do tipo TF2 (madeira) e TF5 (plástico PVC). Para outros tipos de queima a sensibilidade não será superior a 0,5 dB/m, dentro das limitações da Classe A, prevista na norma NBR 9441 da ABNT;
- Garantirão a detecção com velocidade do ar de até 5 m/s. Esse valor será comprovado por laudo técnico de entidade de notório reconhecimento tecnológico;
- Detectores de fumaça específicos de sucção apresentarão sensibilidade de 0,01dB/m a 0,05 dB/m nos ensaios laboratoriais, sendo este o valor máximo de alarme do detector. Estes valores deverão ser comprovados por laudo técnico de entidade de notório reconhecimento tecnológico;
- Terão identificação do seu fabricante, do tipo, da faixa ou parâmetros de atuação, do ano de fabricação, da vida útil, e da entidade homologadora, impressos em seu corpo;
- Terão indicação de alarme visual adequado, que operará automaticamente no caso de alarme, no próprio detector ou em sua base. Sua memória de alarme será desligada com a interrupção da tensão de sua linha de detecção;
- Os detectores terão identificação individual e exclusiva, de acordo com a localização da sua instalação.

### **Base suporte dos detectores:**

- todas as bases de suporte dos detectores serão aparentes, montadas sobre um adaptador com furos para passagem dos eletrodutos e dos cabos. Este adaptador será fixado diretamente nas lajes de concreto ou sobre as caixas de passagem de alumínio, quando sua instalação for aparente;
- terão encaixe fácil para permitir a substituição ou a manutenção dos detectores.

### **Acionadores manuais:**

Os acionadores manuais atenderão aos seguintes requisitos:

- serão confeccionados em carcaça rígida que impeça danos mecânicos aos dispositivos de acionamento, e terão sinalizações de alarme e funcionamento, de acordo com a NBR 11836 da ABNT. Caso a carcaças seja metálica, a isolação entre a fiação e a carcaça atenderá a norma 335 da IEC;
- terão instruções de operação impressas em português no próprio corpo, de forma clara e em lugar facilmente visível;

## ***VLT do Rio***

- terão dispositivos que dificultem o acionamento acidental, porém facilmente destrutíveis no caso de operação intencional;
- serão do tipo “Quebre o Vidro”, permitindo a identificação do acionador operado, permitindo que o “reset” seja feito no próprio acionador ou através da central de alarmes;
- terão vida útil, mínimo, de 5 (cinco) anos, para as condições dos ambientes onde serão instalados;
- terão locais para a sua identificação após sua instalação;
- terão facilidades para a realização de ensaios de funcionamento sem que haja necessidade de desmontagem.

### **Avisos sonoros e visuais:**

Os avisos sonoros e visuais atenderão os seguintes requisitos:

- terão característica de audibilidade e visibilidade compatíveis com o ambiente onde serão instalados, de modo a serem ouvidos e vistos a partir de qualquer ponto da área que estarão cobrindo;
- tais dispositivos serão alimentados pela central de alarmes;
- terão resistências mecânica, à umidade e à oxidação dos contatos elétricos, garantindo vida útil de 5 anos de acordo com as condições ambientais das áreas onde serão instalados;
- serão identificados após a sua instalação.

### **Circuitos de detecção de alarmes:**

Os circuitos do sistema atenderão aos seguintes requisitos:

- para a detecção, os circuitos serão de Classe A e terão proteção contra sobre tensão na central de alarme, para evitar falhas e alarmes falsos;
- os alarmes terão pelo menos dois circuitos independentes que atenderão as áreas com população permanente, ou adotarão a classe A;
- os cabos dos laços terão blindagem eletrostática interligada à central de alarmes, através do ponto de aterramento comum do sistema, não será permitida a utilização de vários pontos de aterramento nos distribuidores do sistema;
- os eletrodutos, plásticos ou metálicos, serão identificados com a inscrição “DI” na cor vermelha e por anéis na cor vermelha;

## VLT do Rio

- próximo aos detectores de incêndio terá a identificação do laço ao qual eles pertencem e os seus respectivos endereços;
- as caixas de passagem também terão suas tampas pintadas na cor vermelha;
- para as corretas sinalizações serão utilizadas as normas NBR 9441 e NBR 7195 da ABNT;
- a distância entre os cabos de força de 127 / 220 Vca e os eletrodutos que terão a fiação do sistema de detecção e alarme serão no mínimo de 20 (vinte) cm, para evitar interferências eletromagnéticas;
- os eletrodutos, cabos ou fios serão de uso exclusivo do sistema de detecção e alarme de incêndio;
- todas as passagens de eletrodutos serão seladas após instalação. as uniões entre os eletrodutos e os condutores ou caixas de passagem terão vedações internas, para diminuir a passagem de gases ou a formação de umidade por condensação interna;
- os detectores e sirenes serão instalados de maneira segura, e para resistirem aos impactos mecânicos (apoio acidental do pessoal da instalação, atividade de manutenção ou do combate a incêndio, etc.);
- as interligações entre os eletrodutos e quaisquer outros dispositivos deverão ser executadas através de eletrodutos rígidos ou flexíveis roscados em ambas as extremidades;
- as fixações dos condutores ou caixas de passagens serão executadas adequadamente nos tetos ou nas paredes, caso eles possuam componentes como sirenes, detectores, acionadores manuais, etc. serão fixados ao eletroduto para que possam suportar uma força de 75 kgf;
- a utilização de qualquer dispositivo de seccionamento ou bloqueio nos circuitos de detecção, de alarme e de comando auxiliar, ficará condicionada à existência de sinalização adequada na central;
- todas as interligações entre fiações e componentes serão executadas com terminais ou conectores apropriados. para facilitar a manutenção, sem desligar individualmente os fios dos terminais nos distribuidores, os circuitos serão separados eletricamente por conectores;
- não será permitida emenda de fios sem terminais apropriados, fora das caixas de passagem e em locais de difícil acesso;
- todos os circuitos serão identificados na central de alarme, e em todas as caixas de distribuição, indicando o tipo, o número da linha, a polaridade e a direção do sinal.

A disponibilidade (D) dos equipamentos da detecção de incêndio será no mínimo:  $D > 0,98$ .



## *VLT do Rio*

Os tempos médios entre falhas (MTBF) dos equipamentos de detecção de incêndio serão, no mínimo, de: 50.000 horas.

### **3.2.2. Extinguição Automática**

A extinção automática de incêndio tem como objetivo a extinção, por descarga automática do agente extintor, de um foco ainda em sua fase inicial nos ambientes onde exista a possibilidade de propagação rápida de fogo e/ou onde este fogo possa pôr em risco a operação da rede de VLT.

Deverão ser protegidos os seguintes ambientes:

- salas técnica e de controle do CCO e das estações;
- salas dos geradores de emergência acionados por motores abastecidos por óleo diesel;
- salas dos tanques de combustível diesel;
- subestações retificadoras.

O projeto deverá obedecer às seguintes normas:

- NFPA (*National Fire Protection Association*);
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas): NBR – 9441;
- Manual de Inspeção de Risco de Incêndio (Instituto de Resseguros do Brasil);
- Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIP) com suas resoluções complementares.

Antes da atuação da extinção as salas deverão ser evacuadas, mantidas estanques e serem isoladas por meio de *dampers* corta-fogo, a fim de evitar perdas do agente extintor.

#### **3.2.2.1. Descrição do Sistema**

A extinção automática deverá possuir dispositivo de segurança devido ao risco de asfixia durante sua atuação, pois o mesmo provoca inundação total do agente extintor (um gás composto de 52% de N - nitrogênio, 8% de CO<sub>2</sub> e 40% de Ar – argônio), no ambiente.

## *VLT do Rio*

Após a inundação do ambiente com esse gás, o mesmo ficará com 12,5% de oxigênio, o que é suficiente para apagar o incêndio e não danificar os componentes elétricos ou eletrônicos existentes nas instalações.

A detecção de incêndio deverá operar com laços cruzados de forma que a ativação de apenas um detector de uma área não seja suficiente para dar início ao processo de descarga do gás, para o que será necessária a ativação de outro detector de outra linha de detecção, da mesma área protegida.

O acionamento da extinção deverá acionar sinalizações, auditivas e visuais, com uma temporização suficiente para permitir a evacuação da sala.

Deverá ser possível a interrupção do processo caso o incêndio possa ser combatido com uso de extintores manuais ou outros meios adequados.

### **3.2.2.2. Equipamentos**

Para a extinção automática deverão ser instaladas duas baterias de cilindros do gás (principal e reserva), válvulas direcionais, válvulas de retenção, válvulas de segurança, válvulas de alívio, pressostatos ou comutadores de pressão para atuação em equipamentos elétricos, tubulações, difusores para injeção do gás e balança para pesagem dos cilindros.

A disponibilidade (D) dos equipamentos da extinção de incêndio será, no mínimo:  $D > 0,98$ .

Os tempos médios entre falhas (MTBF) dos equipamentos da extinção de incêndio serão, no mínimo, de: 50.000 horas.

## **3.3. SISTEMA MULTIMÍDIA**

As redes de transportes públicos sobre trilhos para orientação dos usuários, em suas estações e paradas, utilizam um Sistema Multimídia (SMM). Na Rede VLT esse sistema será constituído pelos seguintes sistemas: sonorização e cronometria / painéis de mensagens variáveis (PMV).

## *VLT do Rio*

### **3.3.1. Sistema de Sonorização**

O sistema de sonorização - SSN emitirá avisos aos usuários do VLT nas estações e paradas, a partir do CCO, que poderá emitir comunicações gerais (a todas as estações e paradas) ou seletivas (a uma ou a algumas estações e paradas). Essas comunicações constituem-se em uma ferramenta de grande utilidade operacional.

A difusão de mensagens pré-gravadas pelo CCO, para as estações de integração e paradas, é um recurso importante, pois, libera os controladores do CCO da locução das campanhas educativas e das mensagens rotineiras operacionais.

O SSN será composto por equipamentos principais, e serão instalados no CCO e nas estações / paradas.

O CCO supervisionará o estado e as informações referentes a falhas dos equipamentos de sonorização do CCO e das estações e paradas através de interfaces Homem/Máquina informações referentes a falhas e estados dos equipamentos do SSN.

O CCO terá os seguintes equipamentos principais:

- uma console com microfone, para emissão de mensagens, e um alto-falante, para verificação da mensagem que está sendo emitida, em cada posto de controle ou de supervisão no CCO;
- dois servidores completos para controle de todos os equipamentos dos sistemas de sonorização, gravação e transmissão das mensagens pré-gravadas;
- os circuitos de pré-amplificação e amplificação de áudio, para condicionamento dos sinais de acordo com a qualidade sonora necessária à captação, reprodução e transmissão das mensagens.

Em cada uma das estações de integração e nas paradas, existirão os seguintes equipamentos:

- um CLP (controlador lógico programado), integrante do sistema SCADA, que controlara todos os equipamentos auxiliares das estações ou das paradas;
- um módulo pré-amplificador e de controle automático de ganho (CAG);
- um amplificador de potência;

## *VLT do Rio*

- os sonofletores, caixas acústicas para distribuição do som;
- uma unidade de supervisão da linha de saída do som.

As mensagens dos PMV das estações de integração serão ativadas ou automaticamente pelo sistema de sinalização e controle – **SSC** ou alternativamente pelos controladores ou supervisores do CCO, através de suas estações de trabalho, que fazem parte do **SCC**.

As operações de mudança no horário oficial (exemplo horário verão), e de restabelecimento da informação horária única, após uma falha ou ajustes necessários serão facilmente executadas pelo CCO.

### **3.3.2. Sistema de Cronometria e Painéis de Mensagens Variáveis**

O Sistema de Cronometria e Painéis de Mensagens Variáveis (**SCP**) será composto pelos subsistemas de cronometria e de painéis de mensagens variáveis.

A função da cronometria é de transmitir a hora padrão a todos os sistemas operacionais e auxiliares, áreas técnicas, aos profissionais e aos usuários do VLT.

A função dos painéis de mensagens variáveis é transmitir informações visuais operacionais aos usuários.

O **SCP** será composto pelos seguintes equipamentos principais, instalados no CCO e nas estações / paradas:

#### **No CCO:**

- uma central horária mestra principal, com recepção de sinal através de GPS, com antena inclusa, dotada de recursos de sincronismo para uma rede de relógios digitais e outros periféricos / sistemas que requeiram uma base de tempo de referência para sua operação, dentro de um padrão de sincronismo e comunicação definido que enviará sinal de Hora Padrão, para as estações/paradas, através do **STD**;
- um relógio escravo digital sincronizado, integrado em cada console de controle ou supervisão do CCO;



## *VLT do Rio*

- um relógio digital sincronizado de parede em cada uma das seguintes salas: técnica, de operação, e de reunião / solução de conflitos do CCO.

### **Nas estações e paradas:**

- um controlador lógico programado (CLP), integrante do sistema SCADA, que controlara todos os equipamentos auxiliares das estações ou das paradas;
- Um painel de mensagens variáveis (PMV), com dupla face em cada plataforma. Esses painéis nos trechos onde só exista uma única linha operacional informarão aos usuários o tempo de espera estimado para os próximos três veículos e, nos trechos com duas ou três linhas informarão os tempos de espera estimados para o próximo veículo de cada uma das mesmas;
- relógios digitais integrados em cada face dos PMV's nas plataformas.

As mensagens dos PMV's das estações / paradas serão ativadas automaticamente, através de interface com o sistema de sinalização e controle – SSC ou alternativamente pelos controladores ou supervisores do CCO, através de suas estações de trabalho, que integram **SCC**.

#### **4. SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA**

##### **4.1. INTRODUÇÃO**

Para operação da Fase 1 – Rede Prioritária do **Projeto VLT do Rio**, o Sistema de Alimentação Elétrica (**SAE**) apresenta as seguintes características principais:

- a potência total instalada será de 7,5 MVA, distribuída em 13 (treze) subestações, com potência nominal instalada de 1000 kVA cada, eletricamente equidistantes uma das outras ao longo da Rede de VLT. Eletricamente equidistantes significa que a resistência total ao movimento (resistência a tração) da linha deve ser distribuída o mais uniformemente possível entre as subestações. As potências (7,5 MVA e 1000 kVA) e o número/localização das subestações deverão ser validadas ou adaptadas após a simulação dos tráfegos de VLT;
- a queda de tensão máxima admitida na rede de tração será de 250 Vcc, ou seja, 33% da tensão nominal de alimentação dos trens (750 Vcc);
- a potência nominal estimada das subestações será de 1000 kVA, capaz de suportar todas as sobrecargas oriundas da operação dos veículos, cujas correntes de partidas são superiores à nominal.

O **SAE** para atendimento da Fase 1 – Rede Prioritária será constituído pelas seguintes instalações principais:

- um conjunto de 13 subestações, com uma potência nominal de 1.000 kVA cada e potência total instalada de 8,5 MVA;
- uma rede de distribuição, em anel, de média tensão em 13,2 kVCA;
- uma rede de distribuição para alimentação da tensão de tração, em 750 Vcc, aos veículos;
- uma rede de distribuição de baixa tensão em 380/220 Va e 125 Vcc para alimentação das paradas e estações.

A potência total estimada de 7,5 MVA será fornecida pela Light Serviços de Eletricidade SA, em média tensão em 13,2 kVca.

As especificações das instalações e dos equipamentos das subestações obedecerão às seguintes normas:

## VLT do Rio

- para tração (750 Vcc) a Norma 60.850 da IEC (*International Electrotechnical Commission*);
- para a média tensão (13,2 kVca) a Norma NBR 14039 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas);
- para as baixas tensões (380/220 Vca e 125 Vcc) a Norma NBR 5410, também da ABNT.

### 4.2. SUBESTAÇÕES

As treze subestações deverão estar localizadas, de preferência, junto às paradas / estações da Rede VLT, conforme apresentado esquematicamente no desenho a seguir. A quantidade (13 unidades), suas localizações e a potência das subestações (1000 kVA) deverão ser validadas ou adaptadas, após a simulação dos tráfegos do VLT.

As subestações necessitarão de áreas aproximadas de 78 m<sup>2</sup> (6,5m X 12m), e pé direito de 3,50 m, conforme *lay-out* referencial apresentado a seguir. Observa-se que o *lay-out* apresentado é somente indicativo, e poderá ser adotado ou modificado integralmente de acordo com as exigências dos equipamentos fornecidos.

As subestações terão ventilação natural por convecção, uma porta de acesso de pessoal, com dimensões mínimas de 2,10m de altura e 1,00m de largura, e um portão para acesso de equipamentos, com dimensões mínimas de 2,20m de altura e 1,40m de largura.

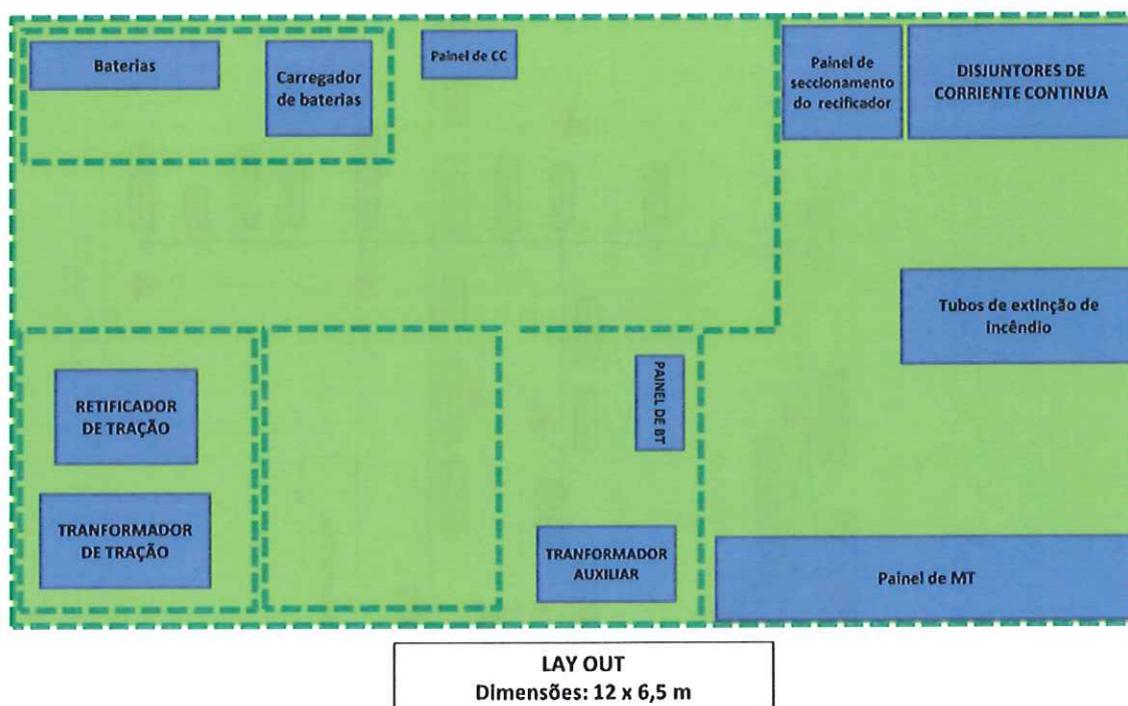
Em posição oposta ao portão de acesso dos equipamentos deverão ser fixados, no solo, dispositivos para tracionamento de equipamentos pesados.

Todas as esquadrias das subestações deverão ser metálicas resistentes ao fogo, por, no mínimo, 90 minutos, as portas e os portões externos deverão ter fechaduras de segurança de duplo contacto.

As subestações serão de dois tipos: principais / conversoras e conversoras.



#### 4.2.2 – Lay-Out



#### 4.2.1. Subestações Principais / Conversoras

A princípio, serão três subestações principais / conversoras, que serão alimentadas diretamente pela Light, em média tensão de 13,2 kVca. Suas localizações, inicialmente, foram propostas nos seguintes locais, que serão acordados durante o projeto executivo:

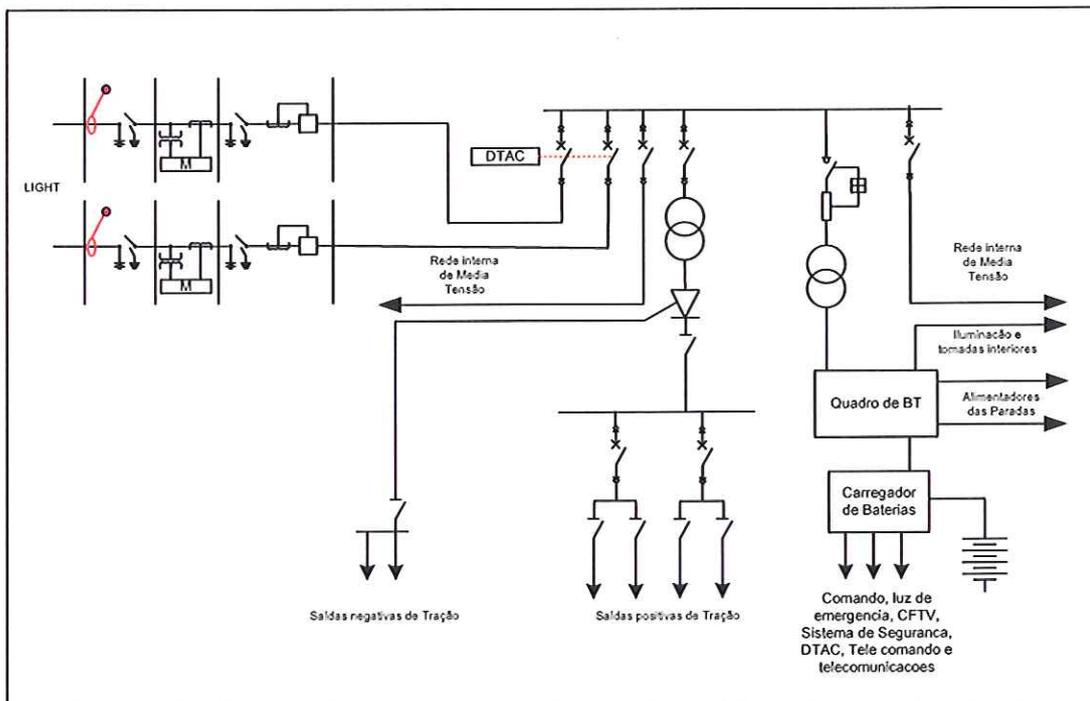
- próxima da parada Barão de Mauá (VLT), localizada nas proximidades da antiga estação de Barão de Mauá, da Estrada de Ferro Leopoldina;
- próxima da parada Camerino (VLT), localizada próxima a rua Camerino e da subestação Camerino da Light;
- próxima a praça Tiradentes / avenida Rio Branco.

Além de receberem as alimentações (13,2 kVca) da Light, as subestações principais / conversoras converterão a corrente alternada em corrente contínua de tração (750Vcc), para alimentação dos veículos VLT e a abaixarão para 380/220 Vca, para distribuição às paradas próximas às mesmas.

## VLT do Rio

Cada uma dessas subestações principais / conversoras, por questão de confiabilidade e segurança, será alimentada diretamente pela Light, através de dois circuitos de média tensão, independentes e exclusivos, em 13,2 kVca. A potência nominal de cada um desses circuitos da Light será de 3,75 MVA. Caso ocorra a perda de uma das três subestações e as outras duas permaneçam em serviço, as mesmas deverão alimentar toda a Rede VLT, na Fase 1 – Rede Prioritária, sem restrições operacionais. Ou seja, a perda simultânea de uma dessas três subestação e, simultaneamente, um circuito das outras duas subestações, oriundos das subestações da Light, não determinarão o estabelecimento de quaisquer restrições operacionais ao VLT, que permanecerá integralmente alimentado pelos circuitos da Light que permanecerem em operação.

### 4.2.1.1 – Unifilar das Subestações Principais



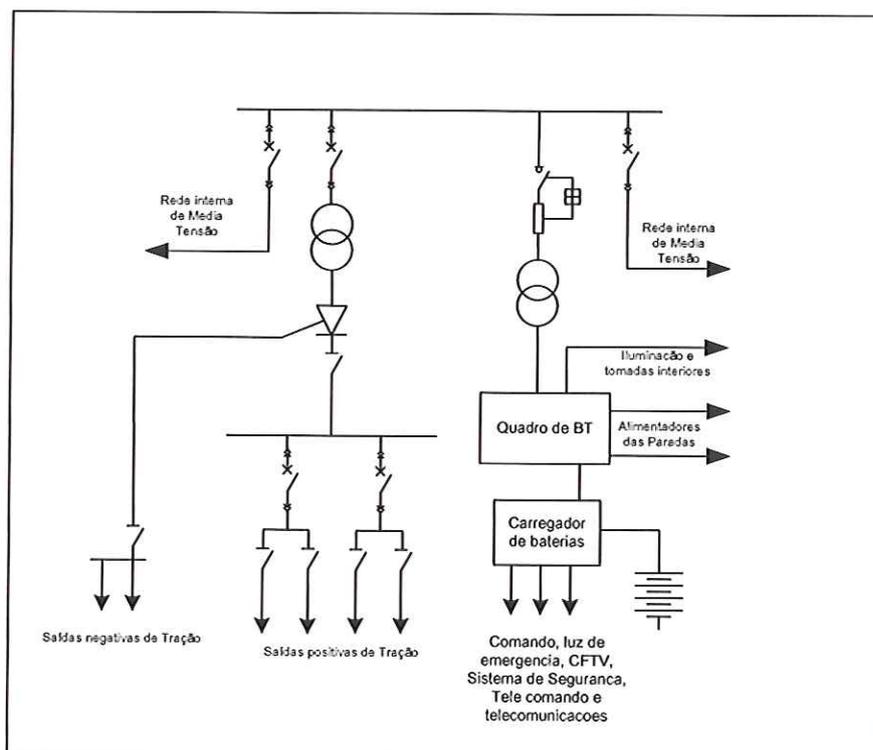
A partir dessas subestações principais, será implantado um anel de distribuição, de média tensão em 13,2 kVca. Esse anel será aberto em três pontos, de forma que cada uma das subestações principais alimentará um terço do anel. Caso uma das subestações principais saia de serviço, as outras duas passarão a alimentar o anel completo.

#### 4.2.2. Subestações Conversoras

As subestações conversoras, no total de 10 (dez) unidades, converterão a corrente alternada (13,2 KVca) em corrente contínua de tração (750Vcc), para alimentação dos veículos VLT, e a abaixarão para 380/220 Vca para distribuição às paradas próximas às mesmas.

Uma dessas dez subestações será implantada no CIOM (administração / operação / manutenção) que será construído em área hoje ocupada pela Vila Olímpica da Gamboa, no bairro Gamboa.

##### 4.2.2.1 – Unifilar das Subestações Conversoras



A partir das subestações principais será implantado um anel de distribuição em média tensão de 13,2 kVca, com capacidade nominal em toda sua extensão de 7,5 MVA, para alimentar as demais 10 (dez) subestações conversoras. Por questão de confiabilidade e segurança, esse anel poderá ser alimentado integralmente por somente duas das subestações principais, que terão capacidade nominal suficiente (2 x 3,75 MVA) para alimentar sozinha toda a Fase 1 da Rede VLT.

## VLT do Rio

As localizações aproximadas dessas dez subestações conversoras serão:

- próxima da parada América (VLT);
- próxima da parada Almirante Barroso (VLT);
- próxima da parada Santos Dumont (VLT);
- próxima da parada Barcas (VLT);
- próxima da parada Candelária (VLT);
- próxima da parada Rodriguez Alves (VLT);
- próxima da parada Praça da Harmonia (VLT);
- próxima da parada Santo Cristo (VLT);
- próxima da parada Rodoviária (VLT);
- no CIOM Gamboa (pátio de manutenção do VLT).

### 4.2.3. Equipamentos Principais das Subestações

Cada subestação será composta pelos seguintes equipamentos principais:

#### **Sistema de aterramento:**

Cada subestação deverá ter um sistema de aterramento conforme as Normas IEC 62128/ 1 e 2 (Aplicações Ferroviárias - Instalações Fixas - Medidas de proteção relacionadas à segurança elétrica e posta a terra), ou as normas européias EN 50122 / 1 e 2.

Os barramentos e isoladores, consideradas as correntes de curto circuito, deverão obedecer às normas IEC aplicáveis.

#### **Painéis de média tensão:**

Nos painéis de média tensão serão instaladas resistências blindadas, para não permitir condensação, controladas por termostatos alimentadas em 220 Vca.

O conjunto de painéis de média tensão será composto por:

## *VLT do Rio*

- em cada subestação principal / conversora serão acrescentados mais dois cubículos com disjuntores, para receberem as alimentações em 13,2 kV da Light;
- em cada subestação principal /conversora será acrescentado um cubículo para medição de energia e potência que serão fornecidas pela Light;
- dois cubículos equipados com disjuntores de 13,2 kVca, em todas as subestações (principais e conversoras) para interligação, manobra e proteção do anel de 13,2 kV;
- um cubículo com disjuntor para alimentação dos grupos transformador / retificador para a tração, em todas as subestações (principais e conversoras);
- um cubículo equipado com uma chave seccionadora sob carga e fusíveis HHC para alimentação do transformador de serviços auxiliares, em todas as subestações (principais e conversoras).

Destaca-se que os disjuntores deverão ser protegidos por relés eletrônicos, microprocessados e programáveis, de sobrecarga e curto circuito.

Deverá ser implantado um sistema de detecção de arco interno em todos os cubículos de 13,2 kV.

As chaves seccionadoras terão uma bobina de disparo, que abrirá a seccionadora automaticamente, caso atue a proteção de sobre-temperatura dos enrolamentos do transformador de serviços auxiliares, conforme requisitos das normas IEC 60129 e 62271 (parte 102). Essas chaves seccionadoras também serão abertas, pelo pino mecânico de acionamento dos fusíveis HHC.

### **Disjuntores de entrada:**

As características técnicas dos interruptores serão:

- tensão nominal: trifásica 13,2 KVCA, 60 Hz;
- tecnologia de extinção do arco: Vazio;
- serviço: contínuo;
- corrente nominal: 800 A;
- capacidade de ruptura: 350 MVA;

## VLT do Rio

- normas aplicáveis: IEC 56, IEC 62271 (parte 100).

### Transformadores de tração:

O transformador do grupo conversor de tração terá as seguintes características:

- potência nominal: 1100 kVA conforme norma IEC 76 e o tipo de resfriamento NA;
- os transformadores alimentarão um retificador com conexão N° 12 (tabela 1) da norma IEC 146-1-1;
- trifásico;
- relações nominais 13,2/0,303/0,303 kVca em vazio, com conexão estrela no primário em 13,2 kV, e em delta em um enrolamentos secundários e o outro em estrela em 0,303 kVca, pois alimentarão retificadores de 12 pulsos;
- os terminais de neutro deverão estar disponíveis nos dois enrolamentos em estrela;
- o deslocamento entre as mesmas fases dos enrolamentos em estrela (primário e secundário) será de 0° graus e entre os enrolamentos das mesmas fases dos secundários será de 30°;
- tecnologia seca de acordo com as normas IEC 60076-1 e 60726;
- regime de sobrecargas conforme norma IEC 60146 cat. VI;
- as bobinas deverão ser encapsuladas em resina epóxi, com injeção em vazio;
- serão para uso interior, com grau de proteção IP 00;
- como esses transformadores alimentarão um retificador de diodos de silício, eles deverão ser dimensionados para permitir sobrecargas de acordo com a norma IEC146-1-3 classe VI;
- serão refrigerados a ar com circulação natural ("AN") conforme norma IEC 726
- ter estrutura autoportante para permitir, se necessário, futura instalação de ventiladores para forçar a entrada do ar de resfriamento e os sensores respectivos para a atuação dos mesmos, em função da temperatura das bobinas. As barras e os condutores deverão estar dimensionados para poder conduzir as correntes de sobrecarga permitidas pelo futuro resfriamento por ventilação forçada;
- as correntes nominais determinadas conforme a norma IEC 76-1 será:
  - corrente do primário: 46,02 A;
  - corrente do secundário: (1048 A + 1048 A) = 2096 A;



## VLT do Rio

- a queda de tensão, de acordo com a norma IEC 76-1(1993) e com as características de sobrecarga da norma IEC 146 cat. VI deverão ser:
  - entre 0% e 100% da carga nominal não deverá exceder 5% da tensão secundária em vazio;
  - entre 100% e 150% da carga nominal não deverá exceder 10% da tensão secundária em vazio;
  - entre 150% e 200% da carga nominal não deverá exceder 20% da tensão secundária em vazio;
  - entre 200% e 300% da carga nominal não deverá exceder 30% da tensão secundária em vazio;
- a perda em vazio, ou seja, a potência ativa absorvida à frequência nominal com a tensão nominal aplicada em um dos enrolamentos, com o outro em circuito aberto deverá respeitar as tolerâncias da norma IEC 76-1;
- a perda em carga, ou seja, a potência ativa, ensaiada na frequência nominal e com temperatura de referencia de  $(95^{\circ} K + 20^{\circ} K)$ , deverá respeitar as tolerâncias da norma IEC 76-1;
- os valores de carga e sobrecarga do transformador, com corrente nominal, fator de potencia igual a 0,95, e temperatura estabilizada, serão as seguintes:
  - 100% em forma contínua;
  - 150% durante 2 horas;
  - 300% durante 1 minuto;
- considerando a temperatura ambiente máxima igual a  $+ 45^{\circ} C$ , os limites de aumento de temperatura do isolante serão os definidos na norma IEC 726;
- os enrolamentos primários terão seis derivações (*taps*), a nominal (13,2 kV) e mais as seguintes: 13,8 kV; 13,5 kV; 12,9 kV; 12,6 kV e 12,3 kV.

### **Transformadores de serviços auxiliares:**

Os transformadores de serviços auxiliares terão as seguintes características:

- trifásico, seco, do tipo “distribuição” para alimentação dos serviços auxiliares da própria

## *VLT do Rio*

subestação e as paradas e estações de integração;

- potências nominais: 250 kVA, no caso de alimentação das estações de integração e de 75 kVA no caso de alimentação somente das paradas;
- relação 13,2 / 0,400 / 0,231 kV, em vazio. Em carga as tensões do secundário serão de 380/220 Vca;
- terão conexão em delta no primário em 13,2 kV, e em estrela no secundário com neutro diretamente aterrado;
- as bobinas serão encapsuladas em resina epóxi com impregnação em vazio;
- deverão atender as normas da IEC 76-1 e 726;
- o grau de proteção será IP 00, porque será do tipo de uso interior;
- a refrigeração será a ar com circulação natural, "AN" segundo a norma IEC 726 (1982);
- os enrolamentos primários terão seis derivações (taps), a nominal (13,2 kV) e mais as cinco seguintes: 13,8 kV; 13,5 kV; 12,9 kV; 12,6 kV e 12,3 kV;
- As correntes nominais, segundo a norma IEC 76-1 (1993) serão:
  - corrente do primário: 10,46 A;
  - corrente do secundário: 360,84 A.
- as quedas de tensão no secundário serão as especificada na norma IEC-1;
- a perda em vazio, na frequência nominal, com tensão nominal aplicada no enrolamento de entrada e com o enrolamento de saída aberto deverá atender a norma IEC 76;
- segundo a definição da IEC 76-1(1993), no item 3.6.3, a perda em carga, à frequência nominal e à temperatura de referencia, deverá atender a norma IEC 726.
- as perdas totais, soma das perdas em vazio e em carga, deverão atender a norma IEC 76-1;
- os limites de aumento de temperatura serão os definidos na norma IEC 726(1982), considerando uma temperatura ambiente máxima de + 45° C;
- o nível de ruído máximo a 0,3 m de distância do transformador deverá ser menor ou igual a 66 dB, de acordo com a norma IEC 551 (1987).

### **Retificador de tração:**

Os retificadores de tração terão as seguintes características:

- 12 pulsos;

## VLT do Rio

- potência nominal de 900 kW (essa potência (900 kW) deverá ser validada ou adaptada após a simulação dos tráfegos da Rede VLT);
- corrente nominal de 1200 A;
- tensão nominal de saída de 750 Vcc;
- equipados com diodos de disco de silício não controlados, para uso em tração ferroviária, onde ocorrem fortes e contínuas variações de carga;
- terá proteção através de relés eletrônicos, micro processados e programáveis, de sobrecarga e de falha a terra;
- a tensão de pico inverso dos diodos de silício será maior ou igual 4200 V;
- as sobrecargas, de acordo com a norma IEC classe VI, determinadas após um período mínimo de funcionamento de 3 horas a plena carga, sem intervalos com aplicação da tensão nominal de serviço, serão:
  - sobrecarga 150 % da potencia nominal durante 2 horas;
  - sobrecarga 300 % da potencia nominal durante 1 minuto;
- o rendimento do retificador de acordo com o ciclo operacional abaixo estabelecido deverá ser superior a 97% da carga nominal:
  - 5 horas com uma carga de 30%;
  - 2 horas com uma carga de 40%;
  - 9 horas com uma carga de 55%;
  - 4 horas com uma carga de 65%;
  - 4 horas com uma carga de 85%;
- o *ripple* deverá ser menor que 2% da carga nominal;
- o tempo de tolerância em curto circuito no lado da corrente continua será no mínimo de 400 milissegundos;
- o positivo do retificador 750 Vcc será conectado ao barramento positivo dos quatro cubículos de corrente contínua nos quais serão instalados os disjuntores de corrente contínua;
- o negativo do retificador será conectado ao cubículo de distribuição de negativo;
- as conexões, tanto a do positivo quanto a do negativo do retificador, aos cubículos serão feitas por três cabos unipolares de cobre de 240 mm<sup>2</sup> de secção.

**Painéis de corrente contínua – 750 Vcc:**

Os painéis do positivo da tensão de tração (750 Vcc) das saídas serão compostos por quatro cubículos, com as seguintes características:

- equipados com disjuntores tipo extra-rápidos a ar, extraíveis com proteções primárias eletrônicas para detectar sobrecarga, curto circuito próximo, curto circuito remoto através da análise da variação de corrente ( $di/dt$ );
- os disjuntores deverão ser desligados diretamente pelo relé de proteção de sobrecorrente, ajustável entre 800 A e 5000 A;
- em serie com cada disjuntor extra rápido de corrente contínua será instalado um seccionador motorizado de corrente nominal 1 kA e 2 kV de isolamento;
- também em série com cada disjuntor será instalado um equipamento de “teste de linha” para assegurar que o fechamento dos mesmos não se efetue sobre um curto circuito;
- em cada saída, e antes da sua conexão à correspondente linha de contato, será instalado um dispositivo protetor de surto – DPS, de acordo com a norma IEC 99-1, com tensão de serviço igual a 1,2 vezes a tensão em vazio do retificador, e operação em linhas metro ferroviárias. Não será aceito a substituição desses DPS pelos dispositivos conhecidos como “protetor de surto por chifre”;
- serão equipados com relé de mínima tensão que atuará sobre o respectivo disjuntor extra rápido;
- os disjuntores extra rápidos atenderão a norma IEC 61992-2 e as norma européias EN 50123-7/1 e EN 50123-7/2;
- a corrente nominal dos disjuntores será de 2.600 A.

Os painéis do negativo da tensão de tração (750 VCC) das saídas serão compostos por dois cubículos com as seguintes características:

- equipados com uma seccionadora motorizada, igual a dos cubículos do positivo, para alimentar os trilhos de rolamento das duas vias;
- entre as seccionadoras e a terra será instalado um relé de sobre tensão que ao ser atingida a tensão máxima de segurança, entre o negativo e a barra de terra, o relé atuará retirando de serviço a subestação mediante a abertura dos disjuntores de média

## *VLT do Rio*

tensão (13,2 kVca) e de tração (750 Vcc);

- as seccionadoras motorizadas serão para serviço contínuo e atenderão as sobrecargas definidas nas normas IEC 146/73 e 129/75;
- as seccionadoras motorizadas serão para uso interno e com temperatura ambiente máxima de 45° C, e cumprirão a norma IEC 60947, e as europeias EN 50123-1/3 e EN 50124-1;
- a corrente nominal das seccionadoras será de 3.000 A.

### **Painéis de baixa tensão – 380 / 220 Vca ou 125 Vcc:**

As saídas dos transformadores de serviços auxiliares serão conectadas ao painel de baixa tensão (380 / 220 Vca e 125 Vcc) que alimentará os equipamentos e circuitos auxiliares da própria subestação (iluminação, tomadas, calefação das celas, ventilação, carregador de bateria, etc.) e os das estações e/ou paradas próximas a cada subestação. Esses painéis terão as seguintes características:

- instalação abrigada (interior).
- deverão funcionar em sala de alvenaria sem calefação;
- a quantidade e as características de cada módulo, de entrada e saída, serão definidas na fase de projeto executivo;
- todos os equipamentos instalados no painel deverão ser acessíveis, para permitir testes e manutenção, ou pela parte frontal ou posterior, sem interferir com outros equipamentos;
- a entrada de energia proveniente do transformador de serviços auxiliares será através de cabos pela parte inferior do painel;
- todas as saídas de energia do painel serão através de cabos ou pela parte superior ou inferior do painel;
- o painel deverá dispor de espaços suficientes para permitir a conexão dos cabos de potencia através de terminais;
- os barramentos principais dos painéis serão de cobre eletrolítico de 99,9% de pureza, aptos para serviço contínuo, montados sobre isoladores de suporte;
- as barras principais se dimensionarão para transportar, no mínimo, a corrente nominal dos disjuntores principais de entrada, conforme a norma DIN 43671/85;
- a secção das barras será constante em todo o painel, da mesma forma que as barras

das derivações;

- as uniões das barras principais serão executadas por meio de parafusos de aço de alta resistência, com porcas, arruelas e dispositivos que impeçam o afrouxamento das mesmas. Todos esses elementos deverão ser cadmiado;
- as proteções deverão ser escalonadas / seletivas (1ª; 2ª e 3ª linhas, etc.) para minimizar que no caso de uma falha o mínimo de equipamentos fique sem alimentação.

#### **4.2.4. Baterias e Fontes Auxiliares de Emergência**

Será implantado em cada subestação um conjunto carregador e banco de baterias para alimentar os circuitos e equipamentos de comandos, controle e proteção, o terminal de operação local, os sistemas de CFTV (para segurança) e a iluminação de emergência da subestação e as cargas prioritárias das estações / paradas próximas à subestação.

Esse conjunto deverá ter uma autonomia, mínima, de seis horas, alimentando todas as cargas previstas, e mais noventa minutos alimentando somente as cargas operativas prioritárias e a iluminação de emergência, com uma tensão mínima de 85% da nominal.

O conjunto deverá possuir as seguintes características:

- as baterias serão estacionárias, de tecnologia VLRA (*Valve Regulated Lead Acid*) e sem manutenção;
- a conexão e desconexão da iluminação de emergência da subestação poderão ser acionadas à distância pelo CCO, para racionalizar o uso da carga da bateria;
- o carregador terá comutação automática e manual, carga de fundo em flutuação, que deverá ser sinalizada e limitar a tensão que será entregue às cargas durante a carga de fundo, cuja corrente de recarga será limitada;
- os carregadores serão alimentados por um circuito de 380 Vca trifásico, 60 Hz e fornecerão corrente contínua as bateria de acumuladores que deverão ser carregadas como carga de fundo e em flutuação, simultaneamente ao consumo permanente das demais cargas. A capacidade de corrente do carregador será igual à carga a fundo da bateria mais a da carga máxima do consumo dos equipamentos da subestação que utilizarão a tensão de 125 Vcc;
- o retificador do carregador será trifásico, com ponte totalmente controlada, com tiristores

e deverá fornecer uma tensão constante, mesmo que ocorram variações de tensão e frequência de entrada de menos 20% e mais 10%, e com carga entre 0 e 100 % da nominal;

- a estabilização da tensão deverá ser efetuada pelo controle da ponte tiristorizada, sendo que a tensão de referência poderá ser regulada manualmente;
- o carregador deverá limitar automaticamente a corrente de carga da bateria ao valor máximo da corrente da bateria mais 10%, através da tensão de saída. Essa corrente poderá ser ajustada em  $\pm 10\%$ ;
- durante o regime de carga em flutuação, o valor da tensão contínua fornecida pelo carregador deverá manter-se na faixa de  $\pm 2\%$  do valor ajustado;
- os carregadores deverão ter filtro para manter a ondulação dentro dos valores especificados, com as baterias conectadas ou desconectadas. O valor de ondulação máxima com bateria desconectada deverá ser compatível com o funcionamento da totalidade dos equipamentos eletrônicos instalados na subestação;
- as saídas para as cargas de consumo e de alimentação da bateria deverão ser protegidas por fusíveis de alta capacidade de ruptura, com indicação de fusão;
- as características elétricas do conjunto carregador / bateria serão as seguintes:
  - tensão de rede: 380 Vca +10% e -15%, 60HZ +/- 5%;
  - rendimento: superior a 80%;
  - tensão de recarga: 140 Vcc ajustável;
  - tensão de flutuação: 120 Vcc ajustável;
  - corrente inversa: menor que 2 mA;
  - tensão contínua: 125 Vcc +/- 10%;
  - *ripple*: menor que 1%;
  - controle de flutuação de carga: manual e automático;
  - sistema de resfriamento: por convecção natural;
  - temperatura de trabalho: -5 a 45°C sem desclassificação e até 60°C com 80% de capacidade;
  - sobrecarga admissível: 20% durante 5 minutos, depois de funcionar a 100% da carga durante 1 hora.

#### 4.2.5. Sistema de Detecção e Combate Automático de Incêndio

## VLT do Rio

Deverá ser instalado em cada subestação, um sistema de detecção e combate automático de incêndio, com uso de agentes extintores limpos, de inundação total segundo os parâmetros da norma NFPA 2001 (*National Fire Protection Association*), e da norma ISO 14520.

O agente extintor deverá ser o IG 541 (mistura de gases nitrogênio - 52%; argônio - 40% e dióxido de carbono - 8%) que se agrega ao ar ambiente baixando a porcentagem de oxigênio a 12,5%. Essa porcentagem de 12,5%, apesar de impedir a combustão, permite a respiração humana, e ocorre num lapso de tempo menor ou igual a dois minutos.

O sistema deverá ser composto por, no mínimo, duas baterias de tubos do gás de extinção, com volume suficiente para garantir duas extinções de incêndio na área de maior volume da subestação com ocorrência máxima de fogo.

Para a extinção de incêndio se utilizará o gás indicado. Uma das baterias será a principal e a outra reserva e deverão ser constituídas por tubos de 575 Ft<sup>3</sup>, de 200 bar, com reservas de gás suficientes para inundar o maior volume entre as cinco áreas definidas abaixo.

Todos os equipamentos deverão ter selo UL/FM, conforme norma NFPA 2001. As tubulações serão SCH80/SCH40 e os acessórios 3000/2000 para a extinção. A bateria de cilindros será suportada por bastidor e será protegida por uma jaula metálica.

O tipo de gás a ser utilizado poderá ser constituído por uma mistura de três gases inertes, 52% de nitrogênio, 40% de argônio e 8% de gás carbônico, além de outros, cujo poder de extinção se baseará na inundação total do recinto a ser protegido.

O princípio de operação será a redução do teor de oxigênio a níveis tais que o fogo se extinga, mas, mantenha uma porcentagem de oxigênio suficiente para permitir a respiração humana.

O aumento do conteúdo de gás carbônico no ambiente estimulará o ritmo respiratório, aumentando em consequência a oxigenação do corpo, compensando assim a redução do teor de oxigênio na atmosfera. Desta forma o cérebro receberá a mesma quantidade de oxigênio

## *VLT do Rio*

Os gases a serem utilizados deverão atender os seguintes aspectos:

- princípio de aplicação: inundação total;
- norma básica de aplicação: NFPA 2001;
- aprovações: UL;
- restrição EPA SNAP: mínima;
- ODP (*Ozone Depletion Potential*): zero;
- GWP (*Global Warming Potential*): zero;
- vida residual atmosférica: zero;
- toxicidade: nula;
- sensibilidade cardíaca: nula;
- corrosão: nula;
- condutividade: nula;
- compromisso com o Protocolo de Montreal.

Deve ser instalada também uma balança para controle de peso, sem que seja necessária a desconexão do tubo que deve ser pesado.

As válvulas automáticas de descarga serão de acionamento direto tipo "KIDE" ou similar, com conexões flexíveis para sua união ao coletor.

Os materiais para das tubulações e coletores, responderão à norma ASTM A-53 ou outra equivalente. Serão fornecidos com proteção anticorrosiva galvanizada e, em caso de instalação enterrada, serão em tubo negro com revestimento epóxi adequado. As tubulações serão de material não sujeito à oxidação.

Deverá ter uma central de operação, alimentada em corrente contínua por bateria independente com autonomia mínima de 24 horas, cuja capacidade permita simultaneamente o acionamento de no mínimo três circuitos de detecção e um de extinção para comando do circuito de extinção automático.

A extinção poderá ser manual ou automática, sendo que a central de controle deverá indicar o modo que estará operando.

## VLT do Rio

A central de operação deverá ter dispositivo de sinalização acústica, composto por um gerador de sinal com dois osciladores de 800 c/s e 1200 c/s, um amplificador e os reprodutores acústicos correspondentes.

Ao ser produzido um sinal de "Alarme de Incêndio", deverão ser ativados os osciladores de 800 c/s e 1200 c/s, que gerarão um sinal bitonal alternativo com intervalos de um segundo. Todos os sinais de aviso de incêndio deverão ser transmitidos ao CCO.

Para minimizar as instalações de detecção e combate automático a incêndio, as subestações deverão ser subdivididas em cinco áreas separadas por paredes e portas resistentes ao fogo. A quantidade de áreas estimadas (cinco) deverá ser validada ou adaptada de acordo com os equipamentos e lay-outs a serem definidos durante a fase de projeto executivo. Essas cinco áreas serão as seguintes:

- área de instalação dos painéis de média tensão (13,2 kVca), dos cubículos de distribuição de tração (750 Vcc), do carregador de baterias, dos painéis de distribuição de baixa tensão, dos painéis de comando/ controle / proteção (RTU) e dos equipamentos de detecção e combate a incêndio;
- área do grupo de conversão transformador / retificador de tração;
- área do transformador de alimentação dos serviços auxiliares e das paradas / estações próximas à subestação;
- sala das baterias, com tomada de ar externo totalmente independente do resto da subestação. Essa área poderá ser compartilhada com o carregador de baterias (conforme norma DIN VDE 510 parte 2);
- vestuário / sanitário.

O sistema de detecção e combate automático a incêndio deverá proteger todos os equipamentos das subestações. As diferentes áreas, em que serão subdivididas as subestações, deverão ter em suas esquadrias (portas, janelas e aberturas para ventilações, etc.) mecanismo que assegure seus fechamentos evitando assim o escapamento do gás extintor.

O comando será dividido em módulos, correspondentes a cada uma das cinco áreas, que agruparão os circuitos de processamento dos sinais que indicarão algum tipo de

## *VLT do Rio*

anormalidade. Esses sinais, que serão ativados por diodos emissores de luz, indicarão os seguintes estados:

- "Incêndio";
- "Alarme desconectado";
- "Falta de 220 VCA";
- "Falta de 24 VCC";
- "Circuito desconectado";
- "Fusível queimado";
- "Derivação a terra".
- "Ruptura do circuito de detecção".

Os detectores de fumaça deverão possuir duas câmaras ionizadas por elemento radioativo que gerarão um fluxo fraco de íons, caso ocorra fumaça que entrará na câmara exterior e interferirá na corrente iônica do mesmo, alterando a voltagem entre as câmaras. Essa variação de corrente será amplificada no próprio detector e transmitida à central. O circuito de supervisão produzirá também alarmes se um detector for retirado de sua base ou se uma linha de detectores for interrompida.

Os detectores de fumaça óticos atuarão por reflexão da luz dentro de uma câmara escura (Efeito *Tyndall*), devido à presença de pequenas partículas de fumaça. Uma fonte luminosa e um elemento fotossensível dentro da câmara escura permitirão o ingresso de fumaça, mas, não da luz exterior. Ao entrar a fumaça os raios de luz da fonte luminosa interna se dispersarão por reflexão, iluminando o elemento fotossensível, alterando assim a corrente do circuito. Esta variação será amplificada no detector e transmitida à central correspondente.

Os detectores termo velocimétricos deverão ser compostos por um duplo sistema de detecção:

- um dispositivo pneumático que operará um contacto elétrico quando o aumento de temperatura por unidade de tempo superar o valor limite estabelecido, independentemente da temperatura inicial do processo;
- um elemento bimetálico operará outro contacto quando alcance a temperatura de ajuste (60/90 °C), independentemente da velocidade do incremento;
- o dispositivo de detecção de máxima temperatura deverá possuir um elemento bimetálico que operará um contacto caso a temperatura de ajuste seja detectada (80/90°C).

Todos os detectores deverão ser montados sobre bases fixadas a caixas de interconexão com a instalação elétrica do sistema.

As ligações entre a central de operação e os detectores de incêndio serão instaladas em tubos e caixas de alumínio com taxa de ocupação no máximo de 30%. A tubulação deverá ter um tratamento adequado, isolamento térmico, que garanta o funcionamento dos sensores ao começo do sinistro.

A instalação será externa com as tubulações fixadas às paredes por elementos galvanizados, os cabos serão unipolares, segundo norma IEC 331, com secção mínima de 2,5 mm<sup>2</sup> e resistentes a alta temperatura e ao fogo.

#### **4.3. REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO**

Para alimentar as dez subestações conversoras, a partir das subestações principais, será implantada uma rede de distribuição de média tensão, em 13,2 kV, com topologia em anel, conforme esquema abaixo.

Cada uma das três subestações principais em condições normais alimentará um terço do anel. Em condições degradadas, caso a alimentação da Light de uma dessas seja interrompida, as subestações que permanecerem alimentadas pela Light abastecerá todas as demais subestações.

## *VLT do Rio*

Por questão de confiabilidade e segurança o anel terá capacidade nominal de 7,5 MVA necessária para o abastecimento de todas as subestações da Rede VLT.

Para a alimentação das subestações por esse anel de 13,2 kV será implantada duas rede de dutos, com no mínimo seis dutos de 3" cada, instalados na lateral de cada uma das vias do VLT. Essa rede de dutos deverá ser validada ou adaptada na fase de projeto executivo quando ficar definida as ocupações e os cabos necessários aos sistemas.

Essas redes de dutos além de serem utilizados pelo anel de 13,2 kV serão também usadas pelas redes de distribuição de baixa tensão e de tração. A destinação dos doze dutos será a seguinte:

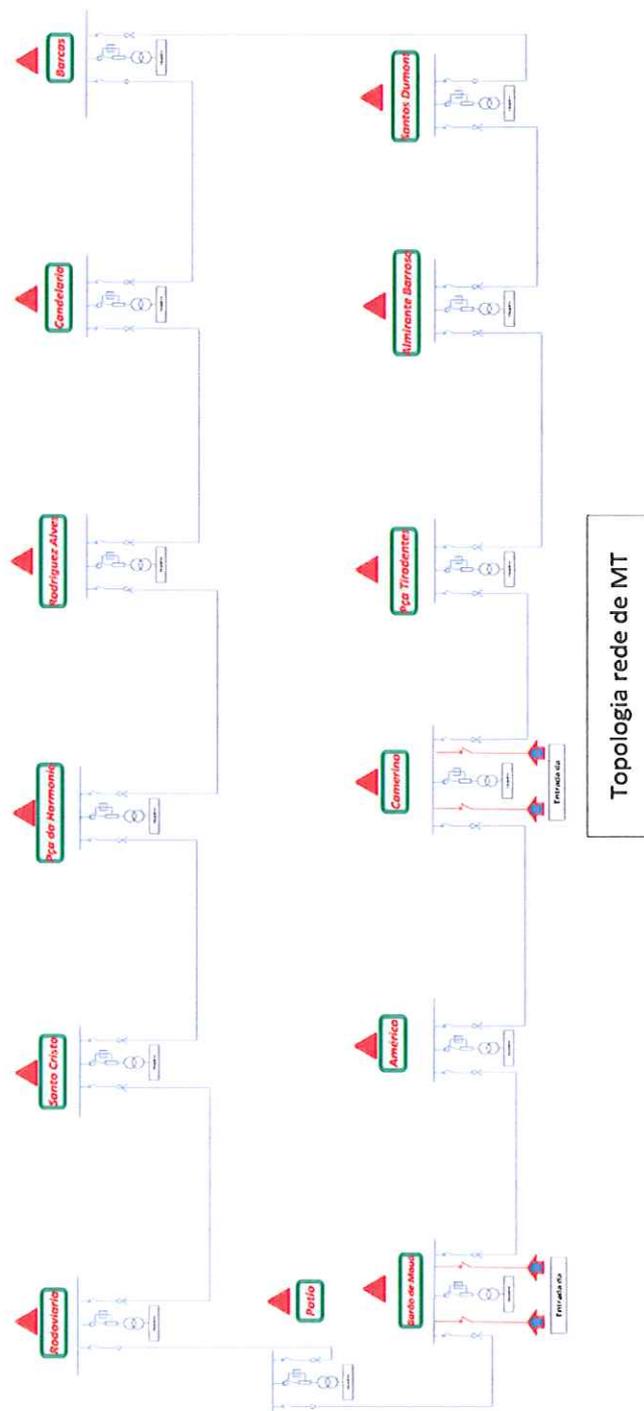
- um de cada rede de seis dutos para o cabo de 13,2 kV do anel de média tensão de alimentação das subestações;
- dois de cada rede para os cabos de alimentação de corrente contínua (um para os cabos positivos e outro para os cabos negativos) de 750 Vcc;
- dois de cada rede para os cabos de baixa tensão que irão alimentar as estações e paradas;
- um de cada rede para reserva.

Um pouco acima, sobre cada uma dessas duas redes de dutos de 3", será instalado uma rede de tri-tubo (tipo tapete) que será utilizado para instalação dos cabos de fibra ótica e de controle que serão utilizados pelos sistemas de controle e de telecomunicações da Rede VLT. Essas redes de dutos e de tri-tubos correrão ao longo de todo o traçado do VLT.

As subestações primárias / conversoras serão ainda, interligadas através de uma rede de 13,2 kV, às subestações da Light através de 3 tubos de 3" que alimentarão as subestações principais.

O anel de media tensão e os circuitos de interligação entre as subestações da Light e as principais da Rede VLT, em 13,2 kVcc, utilizarão cabos tripolares de cobre com secção mínima de 3x95mm<sup>2</sup>, isolamento em polietileno reticulado XLPE, temperatura de 90°C no condutor, com blindagem metálica dimensionada para a duração do curto circuito igual a um segundo, de acordo com a norma IEC 502 e NBR 7285 e 7287.

4.3.1 – Topologia da rede de média tensão



## *VLT do Rio*

As condições de serviço desses cabos de 13,2 kVca serão:

- temperatura máxima: 45°C;
- temperatura mínima: 5°C;
- umidade relativa máxima: 99%;
- serviço: contínuo;
- operação normal do condutor: 90°C.

Os condutores serão de cobre recozido eletrolítico, para uso elétrico formados por cordas compactas do Tipo 2. O condutor não será estanhado.

Terão duas capas semicondutoras extrudadas, simultaneamente, com o material de isolamento (polietileno reticulado), uma interna diretamente sobre o metal do condutor e outra externa sobre o isolamento.

Sobre a capa semicondutora externa será implantada uma blindagem tela metálica, constituída por uma ou mais cintas contínuas de cobre recozido de 0,08 mm de espessura mínima, aplicadas helicoidalmente com sobreposição mínima de 10%.

A capa exterior deverá ser não propagante à chama conforme norma IEC 332-1, com baixa emissão de fumaça, gases tóxicos e/ou corrosivos.

#### **4.4. REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE TRAÇÃO**

A conexão entre cada um dos quatro seccionadores, instalados nos cubículos de distribuição do positivo (750 Vcc) do retificador de tração das subestações e os positivos da rede de tração da linha, será feita através de um cabo unipolar de condutor de cobre eletrolítico, isolamento de XLPE, classe de isolamento de 1,0 KV e de 240 mm<sup>2</sup> de secção. Esses cabos deverão ser validados ou reespecificados (qualitativa ou quantitativamente) na fase de projeto executivo quando ficarão definidas as correntes conduzidas pelos mesmos.

A conexão entre os dois seccionadores do cubículo, instalados nos cubículos de distribuição do negativo do retificador de tração de cada subestação e os trilhos de rolamento dos

## *VLT do Rio*

veículos do VLT será feita através de dois cabos unipolares de condutor de cobre eletrolítico, isolamento de XLPE, classe de isolamento de 1,0 KV e 240 mm<sup>2</sup> de secção. De modo similar aos cabos positivos, esses cabos também deverão ser validados ou reespecificados (qualitativa ou quantitativamente) na fase de projeto executivo quando ficarão definidas as correntes conduzidas pelos mesmos.

Deverá(ão) ser(em) lançado(s) em paralelo com os circuitos positivos cabo(s) de reforço unipolar(es) para cada via de condutor de cobre eletrolítico, isolamento de XLPE, classe de isolamento de 1,0 KV e 240 mm<sup>2</sup> de secção, que garantirá(ão) a interligação do positivo de uma subestação com os das subestações adjacentes. De modo similar aos anteriores, esses cabos também deverão ser validados ou reespecificados (qualitativa quantitativamente) na fase de projeto executivo quando ficarão definidas as correntes conduzidas pelos mesmos.

Os condutores para a distribuição de tração terão formação classe II, com no mínimo 53 fios, e deverão possuir uma cinta metálica entre o isolamento e a capa para permitir a execução de provas de rigidez dielétrica, e deverá obedecer a norma IEC 502.

A capa externa deverá ser de um composto termoplástico não propagador de chamas, com de baixa emissão de fumaça e zero alógeno, com baixa toxicidade e quimicamente não corrosivo.

### **4.5. REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE BAIXA TENSÃO**

Os cabos de alimentação entre os painéis de baixa tensão (380 / 220 Vca e 125 Vcc) e os equipamentos e circuitos auxiliares da própria subestação (iluminação, tomadas, calefação das celas, ventilação, carregador de bateria, etc.) e os das estações e/ou paradas, próximas a cada subestação, serão de cobre eletrolítico, isolamento de PVC, classe de isolamento de 1,0 kV, cujas seções deverão ser detalhadas na fase de projeto executivo, de acordo com os critérios da corrente nominal, queda de tensão máxima, e capacidade de curto de acordo com a norma NBR 5410 da ABNT.



## *VLT do Rio*

A capa externa deverá ser de um composto termoplástico não propagador de chamas, com de baixa emissão de fumaça e zero alógeno, com baixa toxicidade e quimicamente não corrosivo.

## **5. ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS DOS SISTEMAS ELETROMECAÑICOS AUXILIARES**

### **5.1. SISTEMA DE ELEVADORES E ESCADAS ROLANTES**

#### **5.1.1. Escadas Rolantes**

Se em alguma estação do Projeto VLT do Rio for necessário instalar escadas rolantes elas deverão obedecer no mínimo aos requisitos básicos abaixo listados.

As escadas rolantes deverão obedecer obrigatoriamente as seguintes normas da ABNT, leis, regulamentações e resoluções vigentes, em suas mais atualizadas versoes:

- NBR NM 195 - Escadas rolantes e esteiras rolantes: requisitos de segurança para construção e instalação;
- NBR 10.147 - Aceitação, inspeção de rotina e inspeção periódica de escadas rolantes;
- NBR 14.021 – Transporte e acessibilidade da pessoa portadora de deficiência física ou com mobilidade reduzida nos sistemas de trens metropolitanos;
- NBR 9.050 - Adequação das edificações e do mobiliário urbano a pessoa deficiente;
- Leis, Regulamentações e Resoluções da Prefeitura do Município do Rio de Janeiro.

Deverão ainda ser seguidas as normas e recomendações a este respeito das seguintes entidades internacionais:

- AISI - *American Iron and Steel Institute*;
- CEN - *Comitê Européen de Normalisation*;
- ISO - *International Organization for Standardization*.

#### **5.1.1.1. Descrição Geral da Operação**

Cada escada rolante permitirá o seu controle local e o seu comando  distância, através da sala de supervisão da estação.

## *VLТ do Rio*

As escadas rolantes serão equipadas e controladas por um controlador lógico programado (CLP), que será responsável pelo comando e controle das mesmas e, através do módulo de interface (MI) e do módulo de armazenamento de dados (MA) do CLP, que interfaceará com os comandos locais, localizados nas cabeceiras inferior e superior da escada, e com os comandos à distância localizados na sala de supervisão da estação.

As escadas rolantes deverão permanecer operando localmente, caso o módulo MI do seu CLP falhe. As informações (eventos e falhas) durante este período ficarão armazenadas no módulo de armazenagem (MA) do CLP, para posterior envio ao equipamento de comando à distância.

### **Características técnicas principais:**

- as escadas rolantes operarão em condições de serviço pesado, durante cerca de 140 horas semanais;
- as escadas rolantes serão instaladas em locais cobertos sujeitos à poluição atmosférica industrial e urbana, expostas aos detritos normais nas instalações das redes de vlt, e a intensa utilização pelos passageiros;
- o desnível a ser vencido é específico para cada escada rolante, de acordo com o local de sua instalação;
- a largura total das escadas rolantes, incluindo a balaustrada, a treliça e o mecanismo de acionamento dos degraus e corrimãos, não será superior a 1,70 m (um metro e setenta centímetros);
- a largura entre os rodapés das escadas rolantes não será inferior a 1,00 m (um metro), e o ângulo de suas inclinações será de 30° (trinta graus);
- a velocidade das escadas rolantes será variável:
  - quando funcionar em vazio sem nenhum usuário deverá operar a 0,2 m/s.
  - quando estiver sendo utilizada por um ou mais usuários deverá operar a 0,65 m/s.
- nas extremidades das escadas rolantes será instalado um patamar aparente com comprimento no mínimo igual a 03 (três) vezes a largura de um degrau, medido a partir do término da chapa do pente;
- as escadas rolantes serão reversíveis, ou seja, poderão operar nos dois sentidos;

## *VLT do Rio*

- as escadas rolantes deverão operar sem vibrações, com nível máximo de ruído de 65 dB, na escala A, medido ao longo do eixo central das escadas e a uma altura de 1,50 m do piso dos degraus.

### **Características da estrutura:**

- as estruturas das escadas rolantes deverão absorver todas as cargas a que normalmente são submetidas, e as cargas de impacto estabelecidas nas normas técnicas;
- deverão possuir estruturas rígidas, que garantam permanentemente o seu perfeito alinhamento e o dos seus apoios de sustentação;
- nos apoios das estruturas, serão reduzidos os ruídos e as vibrações que serão transmitidas às vigas de sustentação, e instalado no mínimo 01 (um) conector para aterramento em cada extremidade;
- na montagem e instalação as estruturas das escadas rolantes não deverão sofrer qualquer soldagem;
- os trilhos guias dos rolamentos e dos roletes dos degraus serão contínuos, planos, polidos e com coeficiente de segurança no mínimo igual a 8 (oito);
- as estruturas deverão permitir ajustes durante a montagem, e não poderão ter as ligações entre as suas partes soldados, devendo ser utilizadas juntas e emendas em diagonal, perfeitamente niveladas;
- o eixo de acionamento principal e seus dispositivos, e o conjunto de reversão e seus componentes, deverão ser dimensionados com coeficiente de segurança no mínimo igual a 8 (oito);
- o conjunto de acionamento deverá possuir conectores para aterramento dos motores, e seus rolamentos deverão possuir vida nominal mínima de 70.000 horas;
- após a entrada em serviço e o período de amaciamento da escada, o conjunto de acionamento deverá apresentar uma operação suave e silenciosa;
- o conjunto de acionamento deverá possuir dispositivo para movimentação manual da escada, que para isto deverá estar parada e desligada. O acesso a este dispositivo deverá ser protegido para garantir o seu acionamento seguro, e deverá ter indicação do sentido de movimentação (sobe/desce), em local bem visível;
- as correntes de acionamento principal das escadas rolante deverão suportar uma carga de ruptura mínima de 40.000 kgf, e deverão estar permanentemente lubrificadas por

dispositivos automáticos de lubrificação;

- as correntes de acionamento dos corrimãos deverão suportar uma carga de ruptura mínima de 6.500 kgf, e deverão estar permanentemente lubrificadas por dispositivos automáticos de lubrificação;
- as correntes dos degraus deverão suportar uma carga de ruptura mínima de 25.000 kgf, e deverão estar permanentemente lubrificadas por dispositivos automáticos de lubrificação;
- as talas dos elos das correntes deverão suportar uma carga de ruptura acima de 75 kgf / mm<sup>2</sup>, e deverão ser submetidas a tratamento térmico adequado que garantir suas resistências mecânicas;
- os pinos das articulações das correntes, nos seus núcleos, deverão suportar uma carga de ruptura mínima de 100 kgf / mm<sup>2</sup>;
- as partes dos eixos dos degraus submetidas a desgaste deverão utilizar material com tratamento adequado para minimizar seu efeito;
- os degraus deverão ser de liga leve, altamente resistente a choque, e devem ter suas partes (piso, espelho, ranhuras, etc.) facilmente removíveis e intercambiáveis. As ranhuras dos degraus deverão ser uniformes e obedecerão ao mesmo alinhamento, em relação a um ponto comum a todos os degraus, para favorecer a montagem dos mesmos nas soleiras;
- os processos de montagem e desmontagem dos degraus deverão ser rápidos, e não deverão interferir com os componentes adjacentes das escadas rolantes, permitindo assim o movimento normal das correntes, mesmo com os degraus desmontados. O movimento dos degraus deverá ser isento de ruídos e vibrações;
- os pentes deverão ser fabricados em liga de alumínio, que permitirão suas fáceis visualizações e a separação física entre eles e os degraus. Deverão ser intercambiáveis, e facilmente desmontáveis sem necessidade de ferramentas especiais, e de tal modo que a retirada de um dos elementos não implique na necessidade de desmontagem das peças adjacentes, independente de suas posições. As chapas dos pentes deverão ter superfícies estriadas, ou seja, antiderrapantes, deverão possuir limitadores nas laterais, e permitir ajustes para eliminar as interferências e garantir uma regulagem adequada;
- as placas de acesso deverão ter piso antiderrapante, fechar toda a superfície das cabeceiras superior e inferior da estrutura, ser de material resistente, projetado para serem substituídos de maneira fácil e rápida;
- os corrimãos deverão ser contínuos, sem emenda aparente, de cor preta, com superfície

externa completamente lisa, sem bolhas, rebarbas ou ranhuras de qualquer natureza. A carga de ruptura à tração de cada corrimão deverá ser no mínimo 1.500 kg e no máximo 2.700 kg;

- os corrimãos serão comandados pelo mecanismo de acionamento principal das escadas rolantes, e seu movimento terá o mesmo sentido do movimento dos degraus, com tolerância de  $\pm 2\%$  de variação de velocidade entre eles;
- Os corrimãos ao funcionarem deverão manter visíveis e tencionadas as partes externas ao guarda-corpo, qualquer que seja o sentido do movimento. Os corrimãos deverão ser prolongados, nas extremidades das escadas, no mínimo, 30 cm além do ponto em que os degraus penetrarão os pentes;
- os pontos de entrada dos corrimãos nos guarda-corpos das escadas deverão ser localizados próximos ao solo, e longe do alcance das mãos dos usuários. As bordas dos corrimãos não deverão atingir o suporte das guias, mesmo quando estes estiverem fechados;
- os mancais de todos os eixos e partes rotativas equipados com rolamentos deverão possuir vida nominal mínima de 70.000 horas. Os rolamentos lubrificados com graxa deverão ser vedados. A quantidade de graxa por rolamento deverá ser a máxima permitida em função da sua rotação, e para rolamentos com rotação  $\leq 250$  rpm, a quantidade de graxa deverá preencher de 50 a 65% do espaço livre interno do rolamento;

### **Dispositivos de segurança:**

- as escadas deverão ser equipadas com dispositivos para proteção dos usuários e dos equipamentos, considerados os diversos tipos de acidentes possíveis;
- os circuitos, equipamentos e dispositivos elétricos deverão ser protegidos de forma que no caso em ocorra uma falha, a segurança seja mantida, através da desenergização do elemento ativo e da paralisação da escada aplicando o freio de serviço (eletromecânico).
- todas as escadas deverão ser equipadas com freio auxiliar de emergência que deverão atuar paralisando a escada, conforme estabelecido na norma da ABNT através do corte da alimentação elétrica do motor e automaticamente com a ativação do freio de serviço (eletromecânico). Se a transmissão do acionamento principal da escada for feito através de correntes o freio auxiliar de emergência, após sua atuação, só poderá ser rearmado manualmente por pessoa habilitada;

## *VLT do Rio*

- nos mecanismos tensores das correntes dos degraus deverão existir dispositivos de acionamento através de contatos elétricos, que atuarão caso ocorra um deslocamento anormal dos mecanismos provocado pela quebra ou estiramento excessivo destas correntes;
- as escadas deverão ser equipadas com dispositivo que interrompa seu funcionamento, caso ocorra um abaixamento em qualquer um dos seus degraus, devido a danos em seus roletes, suportes, etc.;
- deverão ser previstas no mínimo as seguintes proteções elétricas:
  - contra sobrecarga ou curto-circuito em qualquer uma das três fases de alimentação do motor;
  - contra subtensão, falta ou inversão de fase na alimentação do motor;
  - contra fuga para terra em qualquer um dos condutores das fases ou do neutro (proteção diferencial);
  - contra sobre-tensão em qualquer uma das três fases de alimentação do motor.
- as escadas deverão ser equipadas com dispositivos que acionem contatos elétricos, que atuarão interrompendo o funcionamento da escada caso ocorra à ruptura do corrimão;
- nos rodapés das escadas rolantes, em ambos os lados, nas partes reta superior, inclinada central, reta inferior e curva inferior, deverão ser previstos dispositivos que acionem seus contatos elétricos, que atuarão interrompendo o funcionamento da escada, caso um destes rodapés sofra uma deformação, provocada ou pela entrada de corpos estranhos ou devido à folga excessiva entre o degrau e o rodapé;
- nas escadas onde o corrimão penetrar no guarda-corpo, deverão ser instalados dispositivos que acionem contatos elétricos, que atuarão interrompendo o funcionamento da escada caso ocorra a introdução de qualquer objeto estranho, dificultando a passagem do corrimão;
- nas escadas deverão ser instalados dispositivos que acionem contatos elétricos, que atuarão interrompendo o funcionamento da escada caso ocorra a quebra de um ou mais degraus;
- nas escadas deverão ser instalados dispositivos que acionem contatos elétricos, que atuarão interrompendo o funcionamento da escada caso nas chapas dos pentes superior e inferior exista algum obstáculo que impeça ou dificulte a passagem do piso dos degraus através dos dentes destes pentes;

## *VLT do Rio*

- outros dispositivos, que em função de alterações nas legislações ou normas vigentes, ou que devido à necessidade de aprimoramento do projeto, forem exigidos para segurança dos equipamentos das escadas ou dos usuários deverão ser incluídos nos fornecimentos;

### **Revestimentos e acabamentos:**

- as escadas rolantes deverão ser revestidas completamente, incluindo: os guarda-corpos, as tampas dos guarda-corpos sob os corrimãos, os rodapés, os acabamentos laterais (vertical e/ou horizontal) de fechamento dos vãos e aberturas caso ela esteja ao lado de outra escada rolante, ou de uma parede / coluna / painéis externos, ou do peitoril de uma escada fixa;
- os revestimentos para os acabamentos laterais, citados anteriormente devido às diferenças entre as larguras dos poços construídos para instalação das escadas e a medida padrão de largura das mesmas farão parte do fornecimento normal das escadas;
- os revestimentos dos suportes das guias não deverão atingir as bordas dos corrimãos, mesmo se estes estiverem "fechados" e a medida da abertura for regular;
- todas as partes expostas das escadas deverão ser em aço inoxidável ou em alumínio anodizado. Os rodapés deverão ser fixos e resistentes à choques, e perfeitamente lisos;
- as demais partes metálicas do guarda-corpo devem oferecer baixa resistência ao deslizamento dos pés dos usuários contra os mesmos, ou seja, deverão possuir um coeficiente de atrito menor do que o do aço inox;
- todos os painéis externos deverão ser isentos de ondulações, arestas pontiagudas ou cortantes, ressaltos ou rebarbas de qualquer natureza;
- nas superfícies dos painéis externos intermediários de acabamento lateral das escadas rolantes adjacentes deverão existir dispositivos que impeçam a utilização indevida e o vandalismo;
- a folga máxima livre entre o acabamento lateral de uma escada rolante e as paredes adjacentes não deverá maior que 3 mm;

### **Proteções contra incêndio e acúmulo de detritos:**

- todos os componentes das escadas deverão ser não resistentes e não propagadores de chama, não emissores de fumaça e gás halogênio;

## VLT do Rio

- em toda extensão das escadas rolantes, desde a cabeceira superior até a cabeceira inferior, deverão ser instaladas bandejas coletoras de água, óleo, poeira e detritos;
- nos locais onde possam ocorrer respingos de água ou óleo, deverão ser previstas canalizações para condução dos mesmos até bandejas coletoras. Deverão ser previstas portas de visita para acesso e limpeza das bandejas coletoras. Todas as bandejas deverão armazenar na cabeceira inferior os resíduos coletados em um único local, com acesso através da placa piso, e com capacidade, mínima, de 40 litros e que possua dreno;

### Lubrificação:

- todas as peças e componentes móveis sujeitas a desgaste através de contato metálico, deverão possuir dispositivos de lubrificação. Todos os pontos de lubrificação deverão ter fácil acesso, tanto para alimentação como para retirada do lubrificante;
- as graxas utilizadas para lubrificação dos rolamentos deverão ser de longa duração e atender aos seguintes requisitos:
  - temperatura de uso contínuo: de 30° a 140° celsius;
  - temperatura de curto período: 150° celsius;
  - ser resistente ao ataque dos seguintes agentes químicos, de acordo com as recomendações da norma DIN 51807:
    - água;
    - água quente a 100° Celsius;
    - vapor d'água;
    - lixívia e ácidos, em pequenas concentrações;
    - suportar o teste B, segundo a Norma DIN 51806, a 140° Celsius;
    - ter proteção anticorrosiva, no grau máximo 1, de acordo com a DIN 51802, em solução de 3% de NaCl,
- caso as escadas possuam correntes de acionamento principal, os degraus e os acionamentos dos corrimãos deverão possuir sistema de lubrificação automática, com autonomia mínima de 45 dias. O sistema de lubrificação automática deverá:

- atuar no início de operação da escada e após cada parada programada ou não;
- após a sua 1ª atuação, o sistema deverá operar segundo a programação preestabelecida. O tempo entre as operações deverá ser observado, mesmo que ocorram paradas da escada devido ao acionamento de qualquer dos seus dispositivos de proteção. Assim o intervalo entre as lubrificações deverá considerar o tempo real de operação da escada, expurgando o tempo em que ela estiver parada;
- permitir o "reset" local da programação;
- permitir a reprogramação de periodicidade de lubrificação e da sua duração para eventuais ajustes.

### **Características dos equipamentos elétricos:**

- todos os *micro-switches* deverão ser blindados, a prova de pingos e respingos, e assegurar a perfeita isolamento elétrica dos seus contatos, deverão ter ações rápidas de atuação dos contatos, com abertura forçada dos contatos do tipo NF, de acordo com a norma VDE 0113;
- os eletrodutos deverão ser de PVC rígido pesado, e as caixas de passagem blindadas;
- os equipamentos e componentes elétricos deverão suportar as solicitações resultantes das sobretensões que possam ocorrer devido a operação das escadas, e aos esforços termo - dinâmicos devidos aos níveis de curto-circuito esperados;
- os equipamentos elétricos, eletrônicos e eletromecânicos das escadas deverão ter todas as partes metálicas adequadamente aterradas;
- os quadros e armários elétricos de controle e de força necessários a operação das escadas rolantes deverão ser construído de acordo com as normas da ABNT e da IEC cabíveis, e deverão atender a todos os requisitos necessários à alimentação, proteção e controle elétrico dos equipamentos e componentes das escadas rolantes, inclusive com todos os comandos, sinalizações e alarmes locais e a distância. Todos os componentes elétricos deverão ser facilmente extraíveis;

### **Coefficientes de segurança, processos e tratamento das superfícies dos materiais:**

- todas as partes das escadas rolantes submetidas às tensões mecânicas deverão suportar os esforços calculados aplicando – se um coeficiente de segurança mínimo igual a 8 (oito). Os cálculos deverão ser realizados considerando – se uma carga

## *VLT do Rio*

estática de 140 kg por degrau e um coeficiente de segurança adicional igual a 1,2 sobre os esforços dinâmicos;

- todos os materiais utilizados na fabricação deverão satisfazer às normas nas suas mais recentes edições;
- os projetos deverão detalhar as especificações destes materiais, com as características, processos, tratamentos superfícies, pinturas, etc., utilizados;
- os processos de tratamentos superficiais deverão proporcionar durabilidade aos componentes e equipamentos, devendo ser executados de maneira a garantir uma perfeita aderência. As espessuras a serem aplicadas deverão ser compatíveis com os processos e produtos utilizados, e considerar as características dos locais e da utilização dos equipamentos;
- todos os materiais de pintura e/ou proteção utilizados deverão ser da linha de produção padrão de fabricantes tradicionais e aplicados de acordo com as instruções dos mesmos;
- no acabamento da estrutura deverão ser utilizados, no mínimo os seguintes procedimentos:
  - preparação da superfície por jateamento ao metal branco, conforme a norma SSPS-SPS-63 e os padrões visuais da norma SSPS-VISI-67T S a 3;
  - pintura de fundo com 01 (uma) demão de 60 micrômetros de espessura de película seca de tinta de fundo epóxi, rico em zinco, de dois componentes, e 01 (uma) demão de 20 micrômetros de espessura de película seca da tinta de fundo, a base de resina epóxi e óxido de ferro;
  - pintura de acabamento, 02 (duas) demãos de 30 micrômetros de espessura de película seca de tinta de acabamento epóxi.

### **Características operacionais:**

#### **Quando em controle local:**

- este modo é prioritário sobre os demais.
- neste modo de controle deverá ser possível controlar localmente todos os comandos, as sinalizações de estado e as falhas da escada rolante;

## VLT do Rio

- junto aos controles locais, superior e inferior, deverá ser instalada uma tomada à prova de tempo, umidade e pó para os serviços de manutenção. A alimentação desta tomada deverá ser independente da alimentação normal da escada rolante;
- deverão ser realizados os seguintes comandos:
  - "liga/desliga": na posição "liga" deverá ser permitido o funcionamento normal da escada rolante;
  - "subir e descer" a escada neste comando aciona a escada no sentido desejado, e só pode ser operado se a chave local liga/desliga estiver na posição "liga";
  - "parada de emergência": este comando quando acionado, deverá parar a escada durante qualquer tipo de operação, e deverá ser instalado nas cabeceiras superior e inferior da escada, fora da linha do corrimão, em local de fácil visualização e atuação por qualquer tipo de usuário, e deverá ser bem identificado com o dizer "parada de emergência", e deverá ser protegido adequadamente contra vandalismo;
  - após essa atuação, só deverá ser possível movimentar a escada novamente, após um comando de "reset/rearme" que só será operado por pessoa devidamente autorizada e habilitada;
- Deverão ser indicadas as seguintes sinalizações locais:
  - Sinalização de estado;
  - As falhas para informação de funcionário da operação;
  - Quando acionado o comando de subida no acesso inferior será acessa uma sinalização verde, indicando o sentido ascendente permitido, e no acesso superior uma sinalização vermelha indicando que o sentido descendente está proibido;
  - Quando acionado o comando de descida, no acesso superior será acessa uma sinalização verde indicando o sentido descendente permitido, e no acesso inferior uma sinalização vermelha indicando que o sentido ascendente está proibido;
  - Quando a escada estiver parada pelos dispositivos de segurança ou pelos técnicos da operação, toda a sinalização operacional será desligada;
  - as falhas deverão ser sinalizadas em local de fácil acesso e visibilidade nas cabeceiras superiores e inferiores das escadas, identificando os equipamentos ou componentes que a causaram a parada. Tais indicações visam permitir identificar o tipo e a localização da falha;

## *VL T do Rio*

- caso ocorra uma ou mais falhas, todas ficarão memorizadas e continuarão a ser identificadas até que sejam eliminadas pela manutenção, que deverá acionar o comando "RESET/REARME" após sanar a falha para permitindo assim o restabelecimento do funcionamento da escada;

Estas sinalizações deverão ser instaladas em local de boa visibilidade, mesmo quando houver acúmulo de usuários nas áreas de embarque e desembarque das escadas rolantes, elas fiquem visíveis a curtas e médias distâncias.

As principais falhas que deverão ser sinalizadas são as seguintes:

- de caráter geral:
  - corrente de acionamento;
  - reversão de sentido;
  - correntes dos degraus;
  - sobrecarga do motor;
  - falta e/ou inversão de fase;
  - freio de emergência atuado;
  
- de ruptura do corrimão:
  - lado esquerdo;
  - lado direito;
  
- degrau abaixado:
  - superior;
  - inferior;
  
- botão parada de emergência:
  - superior;
  - inferior;

## *VLT do Rio*

- protetor do corrimão:
  - superior esquerdo;
  - inferior esquerdo;
  - superior direito;
  - inferior direito;
  
- soleira:
  - superior;
  - inferior;
  
- rodapé:
  - superior esquerdo;
  - central esquerdo;
  - curva inferior esquerda;
  - inferior esquerdo;
  - superior direito;
  - central direito;
  - curva inferior direita;
  - inferior direito;

### **Quando em comando à distância:**

Através do controle da sala de supervisão da estação será possível comandar e supervisionar remotamente todas as escadas rolantes da estação.

Cada escada rolante permitirá a execução dos seguintes comandos remotos, que serão precedidos por alarmes sonoros e luminosos intermitentes, durante um período de tempo pré-determinado (configurável de 0 a 15 segundos).



## *VLT do Rio*

- "liga/desliga" esse comando na opção "liga", permitirá o funcionamento normal da escada rolante, na opção "desliga" comandará a parada da escada e irá mantê-la parada.
- "sobe/desce"; esse comando aciona o sentido de movimento da escada escolhido, e somente será ativo se o comando "liga/desliga" estiver posicionado em "liga".
- "parada total": comando que permitirá a parada ou inibição de todas as escadas rolantes de uma estação, independente da existência de outros comandos, para o retorno ao estado normal das escadas este comando precisará ser desativado.

As principais sinalizações que serão enviadas ao controle da sala de supervisão da estação, são as seguintes:

- subindo;
- descendo;
- parada;
- alarme de existência de falhas não impeditiva à operação da escada em equipamentos ou componentes da escada, mas que ocasionaram sua parada. Nesse caso um técnico da operação, através do comando "RESET/REARME" poderá movimentar novamente a escada
- alarme de ocorrência de falha impeditiva em equipamentos ou componentes que necessitem da atuação de técnicos da manutenção para restabelecimento da operação da escada;
- alarme de parada total (emergências).

A disponibilidade (D) das escadas rolantes será no mínimo:  $D \geq 0,98$ .

Os tempos médios entre falhas (MTBF) dos equipamentos das escadas rolantes serão, no mínimo, de: 3.500 horas.

### **5.1.2. Elevadores**

Se em alguma estação do **Projeto VLT do Rio** for necessário instalar elevadores eles deverão obedecer no mínimo aos requisitos básicos abaixo listados.

## *VLT do Rio*

Os elevadores deverão obedecer às seguintes normas, leis, regulamentações e resoluções, nas suas versões mais atualizadas:

- NBR-NM 207 - Projeto, Fabricação e Instalação de Elevadores Elétricos;
- NBR 13.994 - Elevadores para Transporte de Pessoa Portadora de Deficiência;
- NBR 9050 - Adequação das Edificações e do Mobiliário Urbano à Pessoa Deficiente;
- NBR 14.021 - Transporte Acessibilidade à Pessoa Portadora de Deficiência ou com Mobilidade Reduzida no Sistema de Trens Metropolitanos;
- Leis, Regulamentações e Resoluções específicas da Prefeitura do Município do Rio de Janeiro.

Deverão ainda ser seguidas as normas e recomendações a este respeito das seguintes entidades internacionais:

- CEN - *Comitê Europeen de Normalisation*;
- ISO - *International Organization for Standardization*;
- AISI - *American Iron and Steel Institute*.

### **5.1.2.1. Descrição Geral**

Cada elevador deverá possuir controle local e à distância através da sala de supervisão da estação.

Todos os elevadores serão equipados e controlados por um controlador lógico programado (CLP), que será responsável pelo funcionamento dos elevadores e, através dos seus módulos de interface (MI) e o de armazenamento de dados (MA), interagirá com os comandos locais, e com o à distância.

Os elevadores deverão permanecer operando localmente, caso o módulo MI do seu CLP falhe, sendo que as informações, durante este período, ficarão armazenadas no módulo de armazenagem (MA) do CLP, para posterior envio ao controle da sala de supervisão da estação.

## *VLT do Rio*

### **5.1.2.2. Características Técnicas**

Os elevadores operarão regularmente em condições de serviços normais, durante os horários operacionais, vinte horas por dia, sete dias por semana.

Os elevadores serão instalados em locais cobertos sujeitos à poluição atmosférica industrial e urbana, expostos aos detritos normais nas instalações da Rede VLT e a utilização intensa pelos passageiros.

Os elevadores deverão operar sem vibrações, e com nível de ruídos no máximo de 65 dB, escala A, medido na cabina, nas portas dos pavimentos no poço, e na casa de máquinas, a altura de um metro e meio dos pisos.

As cabines dos elevadores deverão ter as seguintes dimensões mínimas:

- distância entre os painéis laterais: 1.100mm;
- distância entre os painéis de fundo e o frontal: 1.400mm.

O tipo dos elevadores será especial para transporte de pessoa portadora de necessidades especiais, com duas paradas e duas entradas, com capacidade de transporte mínima de até 600 kg ou oito passageiros, e velocidade máxima de 60 metros por minuto.

#### **Características do conjunto de acionamento:**

- os elevadores deverão utilizar tecnologia de ponta e dispositivos que proporcionem melhor desempenho, conforto e economia de energia elétrica;
- o conjunto de acionamento deverá ser montado na casa de máquinas, que estará localizada na parte superior ou inferior dos elevadores;
- o controle do acionamento será do tipo VVVF (*Variable Voltage Variable Frequency*), com motores em corrente alternada trifásica, com rotor do tipo gaiola de esquilo, com controles de velocidade, aceleração e desaceleração suaves, evitando-se variações bruscas na velocidade de operação;

## VLT do Rio

- o motor deverá possuir características adequadas ao meio onde será instalado, tais como: classes de proteção, de isolamento, etc.;
- o motor deverá ter as seguintes proteções mínimas: sobrecarga, curto-circuito, sobretensão, subtensão, falta de fase, inversão de fase, sobre-temperatura, etc.;
- o freio será eletromecânico acionado mecanicamente e liberado eletricamente, e controlado para permitir paradas suaves sob quaisquer condições de carga;
- existirão dispositivos para proteção e segurança dos equipamentos e dos usuários;

### Características da estrutura e da cabine dos elevadores:

- a estrutura de suporte da plataforma e da cabine dos elevadores deverá ser em perfis de aço, e equipada com corrediças adequadas;
- os painéis frontais, dos fundos, e das laterais das cabines dos elevadores deverão ser de aço inoxidável lixado, garantir a segurança dos usuários, possuírem grande durabilidade e facilidade de substituição;
- a iluminação da cabine deverá ser fluorescente, de incidência direta, possuir calha de alumínio de elevada reflexão e tampa de acrílico do tipo "colméia";
- as soleiras deverão ser de alumínio extrusado;
- as cabines dos elevadores deverão ser equipadas com os seguintes acessórios:
  - ventilador;
  - luminária de emergência;
  - alarme sonoro;
  - anunciador verbal;
- o revestimento do piso deverá ser de material de superfície dura, incombustível, antiderrapante, de fácil substituição e que permita fácil manobra das cadeiras de rodas;
- os corrimãos deverão ser de aço inoxidável lixado e serão instalados nos painéis laterais e do fundo da cabine. Deverão ter superfície lisa e um vão livre de 40 mm até os painéis da cabine, e serão instalados a uma altura de 800 mm  $\pm$  25 mm do piso até o topo do corrimão;
- o módulo automático de nivelamento deverá garantir o nivelamento da cabine com o piso dos pavimentos com um desvio máximos de  $\pm$  13 mm, sob condição nominal de carga

## *VLT do Rio*

máxima e descarregada, quer o elevador esteja descendo ou subindo, e manter a cabine nivelada dentro da faixa de variação nominal de carga;

- deverão ser instaladas proteções nas laterais internas da cabine, na parte inferior numa altura adequada, através de placas ou perfis removíveis, para amortecimento e proteção contra eventuais choques de cadeira de rodas contra os painéis de acabamento da cabine;
- as portas da cabine serão do tipo corrediço horizontal, com duas folhas, acionamento manual ou automático simultâneo com o elevador parado nos pavimentos. Seu acabamento será de aço inoxidável lixado, e terão as seguintes dimensões mínimas:
  - largura livre  $\geq 800$  mm;
  - altura livre  $\geq 2000$  mm;
- as portas dos pavimentos serão corrediças na horizontal, ter duas folhas, acabamento em aço inoxidável lixado, inclusive os batentes, com as soleiras de alumínio extrusado, acionamento manual e automático simultâneo com a porta da cabine, e terão as seguintes dimensões mínimas:
  - largura livre  $\geq 800$  mm;
  - altura livre  $\geq 2000$  mm;
- as portas de fechamento automático deverão ter um dispositivo de reabertura, caso ocorra qualquer obstrução durante o movimento de fechamento. O dispositivo de reabertura deverá atuar sem que provoque contato físico das portas com pessoas ou objetos na entrada ou saída do elevador;
- o dispositivo de reabertura da porta deverá permanecer ativo durante no mínimo por vinte segundos, e após este tempo a porta poderá ser fechada desde que não exista obstrução. O tempo de permanência da porta aberta em operação manual ou automática deverá ser regulável entre 0 e 30 segundos;

### **Características dos equipamentos elétricos:**

- haverá um equipamento *no-break* para alimentação em emergência dos componentes vitais e de segurança da cabine, que garanta o abastecimento no mínimo por vinte

minutos destas cargas, através de sua bateria. Deverão ser alimentadas por disjuntores separados, a partir desse no-break, as seguintes cargas: a luminária de emergência, o ventilador e a campainha de alarme;

- os equipamentos e componentes elétricos deverão obedecer às normas da ABNT e da IEC;
- os *micro-switches* deverão ser blindados, a prova de pingos e respingos, e garantir o nível de isolamento, deverão possuir contatos de ação rápida, com abertura forçada do contato NF, conforme recomendação da norma VDE 0113;
- os eletrodutos deverão ser de PVC pesado e as caixas de passagem blindadas;
- os equipamentos e componentes elétricos deverão suportar as solicitações resultantes das sobretensões estabelecidas nas normas e os esforços eletrodinâmicos devido ao nível de curto-circuito mínimo de 25 kA;
- os equipamentos e as partes metálicas deverão ser adequadamente aterrados. A tensão de alimentação, disponível na sala de baixa tensão da subestação auxiliar, dos equipamentos dos elevadores será de 380 Vca  $\pm$  10%, trifásico mais terra e neutro, em 60 Hz  $\pm$  5%;
- os painéis, quadros e armários elétricos deverão obedecer às normas da ABNT e da IEC, e atender todos os requisitos de controle e proteção dos equipamentos e componentes elétricos dos elevadores, incluindo os comandos, sinalizações e alarmes locais e a distância. O dispositivo de desligamento do painel de alimentação será uma chave seccionadora trifásica de abertura sob carga;
- o motor deverá ser protegido contra sobrecarga, curto circuito, sub e sobre tensão, falta e inversão de fase, e sobre temperatura de funcionamento, todas estas proteções deverão ser sinalizadas, caso atuem, através de alarmes sonoros e luminosos locais e à distância;
- todos os componentes elétricos deverão ser facilmente removíveis e extraíveis;

### **Processos e tratamento das superfícies dos materiais:**

- os projetos de fabricação deverão detalhar as especificações desses materiais, com as características, processos, tratamentos superficiais, pinturas, etc., utilizados.
- os processos de tratamentos superficiais deverão proporcionar durabilidade aos componentes e equipamentos, devendo ser executados de maneira a garantir uma perfeita aderência. As espessuras a serem aplicadas deverão ser compatíveis com os

## *VLT do Rio*

processos e produtos utilizados, e considerar as características dos locais e da utilização dos equipamentos;

- todos os materiais de pintura e/ou proteção utilizados deverão ser da linha de produção padrão de fabricantes tradicionais e aplicados de acordo com as instruções dos mesmos;
- no acabamento da estrutura deverão ser utilizados, no mínimo os seguintes procedimentos:
  - preparação da superfície por jateamento ao metal branco, conforme a norma SSPS-SPS-63 e os padrões visuais da norma SSPS-VISI-67T S a 3;
  - pintura de fundo com 01 (uma) demão de 60 micrômetros de espessura de película seca de tinta de fundo epóxi, rico em zinco, de dois componentes, e 01 (uma) demão de 20 micrômetros de espessura de película seca da tinta de fundo, a base de resina epóxi e óxido de ferro;

### **Características operacionais dos elevadores:**

- os elevadores, através dos seus controladores lógicos programáveis (CLP), poderão ser controlados localmente e / ou à distância;
- os elevadores poderão operar de dois modos: automático ou manual. Normalmente operarão no modo automático, sendo a seleção feita através de chave de comando com segredo, localizada no painel de comando da cabine dos elevadores;
- no modo de comando manual será possível comandar a seleção do pavimento desejado, e o fechamento / abertura das portas sem temporização, somente por profissional, autorizado e habilitado, da Concessionária;
- no modo de comando automático o comando do elevador será executado pelo próprio usuário, através de botões de chamada instalados em cada pavimento, e nas cabines. Neste modo de comando, a abertura e o fechamento das portas serão automáticos e temporizados;
- em qualquer situação de controle, manual ou automático, as portas do elevador quando em repouso, ou seja, não sendo utilizado, devem sempre permanecer fechadas;
- existirão os seguintes dispositivos de comando, sinalização e alarme instalados nos pavimentos, para utilização dos usuários portadores de necessidades especiais:

## VLT do Rio

- botões de chamada:
  - serão instalados nos pavimentos, e somente serão atuantes no modo automático e com as portas do pavimento e do elevador fechadas;
  - esses botões terão a função de chamada do elevador no sentido desejado, e ao serem pressionados acionarão dois sinais, um luminoso no próprio botão e outro acústico na cabine. Ao ser atendida a chamada estes dois sinais serão desativados;
  - deverá ser embutida na parede em cada pavimento, ao lado da porta do elevador, uma caixa com espelho de acabamento em aço inoxidável lixado, na qual serão instalados os botões de chamada, sendo o mais alto, o do sentido de subida, à 1070 mm acima do piso acabado;
  - os botões de chamada serão redondos e terão diâmetro mínimo de 19 mm, e deverão ser rebaixados em relação ao espelho de acabamento não mais que 10 mm. Deverá existir no espelho de acabamento, ao lado de cada botão a sua identificação em Braille;

- placa de indicação nos pavimentos:

Deverão ser instaladas em cada pavimento, junto à entrada de cada elevador, o símbolo e a identificação internacional de acesso, para informar que a utilização do elevador é exclusiva das pessoas portadora de necessidades especiais.

- dispositivo de sinalização nos pavimentos:

Deverão ser instalados em cada pavimento, junto à entrada de cada elevador, dois dispositivos de sinalização, um acústico e outro visual, para indicar o sentido em que o mesmo irá se movimentar.

O sinal visual deverá ser instalado com o seu ponto mais baixo a uma altura de 50 mm do piso acabado.

O sinal acústico deverá tocar uma vez quando o elevador for subir e duas vezes quando for descer. Este dispositivo deverá ser instalado com o seu ponto mais baixo a uma altura de 1.800 mm do piso acabado.

- dispositivo de sinalização de posição nos pavimentos:

Junto à entrada de cada elevador deverá ser instalado um dispositivo de sinalização visual, para indicar em qual pavimento o mesmo está estacionado.

- placas de indicação nos pavimentos:

Deverão ser instaladas duas placas de indicação em todos os pavimentos, uma de cada lado dos batentes das portas externas das cabines, visíveis do interior da cabine do elevador, e a 1.520 mm acima do piso acabado.

Estas placas indicarão o número do pavimento, e deverão formar um contraste com o fundo. Os números deverão ter altura de 50 mm e largura de 0,8 mm impressos em alto relevo.

Uma marcação em Braille deverá ser colocada, uma em cada batente da porta externa, com a designação do pavimento, à 1070 mm do piso acabado.

- existirão os seguintes dispositivos de comando, sinalização e alarme instalados internamente nas cabines dos elevadores, para utilização dos usuários portadores de necessidades especiais. O painel de comando internos nas cabines dos elevadores deverá ser instalado na parede lateral, ou ao lado do fechamento no caso de portas corrediças laterais, no mínimo a 400 mm distante do painel da porta frontal:

- botões de chamadas:

Botões de comando pulsantes luminosos, sem retenção, para seleção e registro do pavimento desejado. Estes botões deverão emitir uma indicação sonora informando que a chamada foi registrada. Uma vez atendida a solicitação a luz do botão deverá se apagar.

- botões de abertura e fechamento das portas:

Botões de comando pulsante, sem retenção, com as seguintes funções:

- abrir a porta ou deixá-la aberta enquanto acionado;
- fechar a porta, que deverá permanecer acionado até o fechamento completo da porta, senão provocará a abertura da porta novamente;

- chave de comutação manual / automático:

Chave comutadora para seleção de comando de duas posições, acionada por chave com segredo extraível somente na posição selecionada, cuja função é escolher a modalidade de operação do elevador (manual ou automática). A posição normal será a da modalidade automática.

Quando o elevador estiver no modo manual, todos os comandos não terão temporização e serão prioritários em relação aos comandos à distância.

- botão de alarme sonoro:

Botão de comando pulsante sem retenção, que ao ser acionado ativa um sinal sonoro na cabine.

- dispositivo de sinalização de posição da cabine:

Um dispositivo de sinalização luminoso para indicação do pavimento em que o elevador se encontra ou está de passagem. Deverá ser instalado sobre a botoeira ou sobre a porta interna da cabine, e deverão ter boa visibilidade com os com uma altura mínima de 12,7mm.

- sinal sonoro de posição da cabine:

## *VLT do Rio*

Deverá ser instalado um sinal sonoro para anúncio verbal e automático para informar o usuário qual o pavimento que está sendo servido, ou seja, onde a cabine está parada.

- intercomunicador (do tipo “viva voz”):

Deverá ser instalado na cabine um meio de comunicação, do tipo “viva voz”, com a sala de supervisão da estação. Deverá ser localizado o mais próximo possível do painel das botoeiras, a uma altura de 1070 mm do piso.

Placa com o símbolo internacional de telefone deverá ser colocada ao lado ou sobre a caixa do intercomunicador, com indicação também em Braille.

O intercomunicador deverá ser compatível com o Sistema de Comunicações Fixas – **SCF**, ao qual será interligado.

- câmera do circuito fechado de televisão – CFTV

Deverá ser instalada na cabine uma câmera, que fará parte do Sistema de Monitoração Eletrônica – **SME** da estação, cujo controle será feito na sala de supervisão da estação.

### **5.1.2.3. Observações Gerais sobre os Controles de Cabine**

A linha de centro do botão mais baixo deverá ser localizada a uma altura de 890 mm e a do botão de chamada mais alto a 1370 mm a partir do piso, com tolerância de  $\pm 25$  mm.

Os botões de chamada deverão ter um diâmetro mínimo de 19 mm, excluindo-se a aba, e serão rebaixados em relação a placa da botoeira, sendo suas profundidades  $\leq 10$  mm.

As marcações dos comandos deverão ser localizadas no lado esquerdo do botão correspondente. As letras ou números deverão ter altura mínima de 16 mm e profundidade mínima de 0,8 mm, em alto relevo de 0,8 mm. Imediatamente abaixo destas marcações,

## *VLT do Rio*

deverão ser feitas também as marcações em Braille, que poderão ser em placas gravadas permanentemente fixadas.

Os comandos de emergência deverão ser agrupados na parte inferior do painel de operação da cabine.

As placas de fixação das chaves e botoeiras deverão ser de aço inoxidável lixado.

A botoeira da cabine deverá ser acessada por uma cadeira de rodas.

Os símbolos utilizados deverão ser normalizados e permitir fácil identificação dos controles.

Deverá ser instalada também uma placa, com símbolo e texto de identificação internacional, informando que o acesso ao elevador é exclusivo por pessoas portadoras de necessidades especiais.

### **5.1.2.4. Controles à Distância**

O controle a distância dos elevadores poderá ser realizado através da sala de supervisão da estação. Será possível a execução de comando à distância para a seleção da operação em manual ou automática.

Se for selecionada a opção "manual" o elevador ficará energizado, de portas fechadas, e sem possibilidades de ser controlado localmente, ou seja, ficará impedida sua operação normal, exceto se o comando da chave de comando com segredo da cabine estiver selecionado na posição manual.

Através do controle à distância será possível a recepção das seguintes sinalizações de cada elevador:

- ligado;
- desligado;
- alarmes visuais e sonoros das falhas técnicas ou operacionais.



## *VLT do Rio*

A disponibilidade (D) dos elevadores será no mínimo:  $D \geq 0,98$ .

Os tempos médios entre falhas (MTBF) dos equipamentos dos elevadores serão no mínimo de: 3.500 horas

### **5.2. SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO**

O Sistema de Climatização (**SCZ**) deverá se composto de ventilação auxiliar e de um sistema de ar condicionado.

#### **5.2.1. Ventilação Auxiliar**

A finalidade da ventilação auxiliar será a de remover o calor gerado por fontes específicas, como transformadores, retificadoras, geradores de emergência, etc.

Será necessária a implantação de exaustão mecânica nos seguintes locais (caso sejam abrigados ou fechados) das estações e do centro integrado da concessionária (operação, manutenção e manutenção):

- sala de bombas;
- sala de baterias;
- sala do carregador de baterias;
- sala dos cilindros de CO<sub>2</sub> utilizados para combate de incêndio;
- banheiros masculinos;
- banheiros femininos;
- salas de depósito de material de limpeza e lixo;
- subestações auxiliares;
- subestações retificadoras;
- salas dos geradores de emergência.

Deverão ainda ser seguidas as normas e recomendações a este respeito das seguintes entidades:

## *VLT do Rio*

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas);
- ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning*);
- SMACNA (*Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association*).

As vazões de ar a serem empregadas deverão obedecer ao critério de número de trocas por hora previsto nas normas técnicas, e a carga térmica específica dos ambientes.

As salas a serem ventiladas serão dotadas de portas com venezianas. O ar penetrará por depressão no ambiente, e aspirado por grelhas em dutos instalados no teto. Esses dutos conduzirão o ar viciado do ambiente até o ventilador que o lançará, também por duto, nos pontos de descarga diretamente no exterior.

A entrada do ar nessas salas também deverá ser feita por aberturas com grelhas nas paredes, caso seja necessário pela vazão requerida.

A alimentação elétrica dos motores dos ventiladores deverá ser cortada pelo sistema de detecção automática de incêndio através dos disjuntores, contadores ou nos relés relativos aos locais onde estiver ocorrendo o incêndio.

Nas salas onde existam equipamentos sensíveis à poeira, a ventilação deverá ser feita por insuflamento, com o ar sendo filtrado em uma caixa de filtragem.

### **5.2.1.1. Motores Elétricos**

Os motores dos ventiladores serão acionados por interruptores, até a potência de 1 HP inclusive, e acima deste valor por chave contatora magnética.

Deverá haver previsão para inclusão de relés auxiliares no circuito de alimentação dos motores abaixo de 1 HP para as interfaces com o sistema de detecção de incêndio.

Os motores elétricos serão do tipo à prova de pingos e respingos.

**5.2.1.2. Ventiladores**

Deverão ser empregados ventiladores centrífugos, dimensionados para vencer a pressão estática imposta pelo percurso do ar (dutos e dispositivos de insuflamento, balanceamento e aspiração, etc.) que deverão apresentar baixo nível de ruído, sendo empregados onde indicado exaustores axiais.

Os ventiladores serão do tipo com rotores com as pás voltadas para a frente.

**5.2.1.3. Rede de Dutos**

A rede de dutos deverá ser em chapa galvanizada, pintada com tinta de acabamento na cor cinza sobre tinta antioxidante. As fixações serão por meio de barras chatas e/ou cantoneiras em lajes, vigas ou colunas através de chumbadores.

As grelhas deverão ter registro de regulagem, e a fixação dos ventiladores aos dutos deverá ser feita utilizando conexões flexíveis.

**5.2.1.4. Atenuadores de Ruído**

Deverão ser utilizados atenuadores de som, na entrada de ar e na descarga do ventilador, na sala dos geradores de emergência, e essas salas deverão possuir revestimento acústico para minimizar a propagação de ruído.

**5.2.1.5. Filtros**

Os filtros a serem empregados nos ambientes deverão ser acondicionados em caixas próprias que permitam fácil remoção dos elementos filtrantes, e deverão ser do tipo de trama metálica com filme de óleo recuperáveis.

### **5.2.2. Ar Condicionado**

O sistema de ar condicionado será instalado em algumas salas que necessitam de controle de suas temperaturas e umidades.

Os locais de permanência de pessoal em ambientes confinados ou em ambientes sujeitos a insolação necessitarão também de condicionamento de ar para o conforto térmico dos profissionais.

Em algumas salas técnicas a limitação da temperatura será necessária para evitar a exposição dos equipamentos a altas temperaturas, nas estações e no centro integrado da Concessionária.

Deverão ainda ser seguidas as normas e recomendações a este respeito das seguintes entidades:

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas);
- ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning*);
- SMACNA (*Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association*).

A renovação de ar nos ambientes será fixada pelo número de seus ocupantes mesmo nas suas ocupações esporádicas.

O cálculo da carga térmica levará em conta valores de transmissão, insolação, ocupação, iluminação e cargas pontuais.

Condições a serem adotadas nos cálculos:

- condições exteriores:
  - tbulbo seco = 35°C;
  - tbulbo úmido = 26,5°C.
- condições interiores:

## *VLT do Rio*

- tbulbo seco = 24°C;
  - umidade relativa: 50 %.
- 
- taxa de renovação do ar: 25 m<sup>3</sup>/h por pessoa;
  - taxa de iluminação: 20 W/m<sup>2</sup>;
  - fontes térmicas pontuais adotar conforme o ambiente;
  - transmissão adotar conforme os coeficientes de condutividade de cada caso;
  - insolação em períodos curtos.

Caso as características e a disposição das salas permitam serão utilizados aparelhos com condensação a ar, do tipo *self-contained* com condensação a ar, que aspirarão o ar necessário à condensação do próprio ambiente do exterior e farão a descarga do ar aquecido diretamente da casa de máquinas para o exterior através de grelhas situadas nas paredes externas.

### **5.3. SISTEMA DE BOMBEAMENTO**

O Sistema de Bombeamento (**SBB**) será composto de 04 (quatro) conjuntos de bombas nas estações, com acionamento elétrico: drenagem, esgoto e águas servidas, água potável, e de combate a incêndio.

As instalações de bombeamento serão integradas, para que as condições operacionais e as falhas dos equipamentos sejam transmitidas, sob a forma de alarmes visuais e sonoros, à sala de supervisão da estação, para acionamento da equipe de manutenção.

Todos os conjuntos das instalações de bombeamento serão equipados e controlados por um controlador lógico programado (CLP), que será responsável pelo funcionamento das bombas e que, através dos seus módulos de interface (MI) e de armazenamento de dados (MA), interfacearão com os comandos locais, localizados nas casas de bombas, e com os comandos à distância na sala de supervisão da estação.

Um aspecto importante é o operacional, que pela criticidade destas instalações, implicará na duplicação de alguns equipamentos, para aumento da confiabilidade.

## VLT do Rio

As instalações de bombeamento a serem implantadas nas estações da Rede VLT deverão obedecer aos requisitos básicos abaixo listados.

Para acionamento destas bombas serão utilizados motores elétricos de indução, com rotor do tipo gaiolos de esquilo, e equipamentos de controle local do tipo *soft-control*, e quadro de distribuição com as seguintes proteções elétricas:

- contra sobrecarga ou curto - circuito em qualquer uma das três fases de alimentação do motor;
- contra subtensão, falta ou inversão de fase na alimentação do motor;
- contra fuga para terra em qualquer um dos condutores das fases ou do neutro (proteção diferencial);
- contra sobre-tensão em qualquer uma das três fases de alimentação do motor.

As bombas serão centrifugas, e terão as seguintes funções e características:

- recalque para água limpa para consumo;
- recalque para drenagem de águas pluviais, e de infiltração;
- recalque para esgoto bruto;
- recalque para água de combate a incêndios;

### **Bombas para recalque de água limpa para consumo:**

- carcaça em ferro fundido;
- rotor em ferro fundido, fechado;
- eixo em aço inox AISI 316, retificado;
- mancais de rolamentos;
- motor elétrico formando um conjunto tipo monobloco;

### **Bombas para recalque drenagem de águas pluviais, e infiltração:**

- carcaça em alumínio;
- rotor em ferro fundido, do tipo aberto "não entupível" para passagem de corpos sólidos de até 20 mm;

## *VLT do Rio*

- eixo em aço inox AISI 316 retificado;
- mancais de rolamentos;

### **Bombas para recalque de esgoto bruto:**

- carcaça em ferro fundido;
- rotor em ferro fundido, do tipo aberto, "não entupível" para passagem de corpos sólidos de até 38 mm;
- eixo em aço inox AISI 316 retificado;
- mancais de rolamentos;

### **Bombas para recalque de água para combate a incêndios:**

- suas vedações serão garantidas por selo mecânico;
- de pressurização de redes de combate a incêndios;
- para pequenos acréscimos na vazão nominal, deverá apresentar decréscimos consideráveis em sua altura manométrica, condição necessária para automatização dos sistemas de combate a incêndios;
- carcaça de ferro fundido;
- rotor de bronze, do tipo fechado;
- eixo em aço inox AISI 316, retificado;
- mancais de rolamentos;
- acoplamentos do tipo elástico, sem lubrificação;
- base de fixação de construção robusta em aço perfilado, permitindo o alinhamento perfeito do motor e da bomba;
- deverá fornecer no mínimo 65% da altura manométrica nominal especificada quando a vazão atingir 150% da vazão nominal especificada;
- no ponto de *shutoff*, deverão apresentar, no máximo, 140% da altura manométrica nominal especificada, se possuir carcaças simples e 120% com carcaças bipartidas;

**Características gerais das bombas para recalque com acionamento elétrico:**

- as bombas serão equipadas com as conexões excêntricas e concêntricas necessárias à sua instalação, tendo em vista os diâmetros de tubulação de sucção e recalque indicados para cada caso;
- estas conexões deverão obedecer às classes de pressão 10 e 20 para pressões máximas de trabalho de até 10 kgf/cm<sup>2</sup> e superiores, respectivamente;
- devem ser prevista e indicadas às lubrificações adequadas de todos os pontos necessários do conjunto. Os dispositivos para lubrificação deverão ser localizados em pontos que ofereçam rápido acesso, sem que seja necessária a remoção de tampas dos equipamentos.

Os processos de tratamentos superficiais e de pinturas adotados para os equipamentos e materiais a serem utilizados deverão atender os seguintes processos mínimos:

- todos os materiais utilizados na fabricação deverão ser absolutamente novos e livres de quaisquer imperfeições que comprometam suas corretas aplicações, e deverão satisfazer às normas nas suas mais recentes edições;
- os projetos deverão detalhar as especificações destes materiais, com as características, processos, tratamentos superficiais, pinturas, etc., utilizados;
- os processos de tratamentos superficiais deverão proporcionar durabilidade aos componentes e equipamentos, devendo ser executados de maneira a garantir uma perfeita aderência. As espessuras a serem aplicadas deverão ser compatíveis com os processos e produtos utilizados, e considerar as características dos locais e da utilização dos equipamentos;
- todos os materiais de pintura e/ou proteção utilizados deverão ser da linha de produção padrão de fabricantes tradicionais e aplicados de acordo com as instruções dos mesmos.

No acabamento das suas estruturas deverão ser utilizados, no mínimo os seguintes procedimentos:

- preparação da superfície por jateamento ao metal branco, conforme a norma SSPS-SPS-63 e os padrões visuais da norma SSPS-VISI-67T S a 3;

## *VLT do Rio*

- pintura de fundo com 01 (uma) demão de 60 micrômetros de espessura de película seca de tinta de fundo epóxi, rico em zinco, de dois componentes, e 01 (uma) demão de 20 micrômetros de espessura de película seca da tinta de fundo, a base de resina epóxi e óxido de ferro;
- pintura de acabamento, 02 (duas) demãos de 30 micrômetros de espessura de película seca de tinta de acabamento epóxi.

A disponibilidade (D) do sistema de bombeamento será no mínimo:  $D \geq 0,98$ .

O tempo médio entre falhas (MTBF) dos equipamentos do sistema de bombeamento será, no mínimo, de: 3.500 horas.

### **5.4. SISTEMA DE DETECÇÃO E EXTINÇÃO AUTOMÁTICA DE INCÊNDIO**

O combate manual a incêndio nas instalações fixas da Rede VLT, onde se fizer necessário, utilizará os seguintes equipamentos principais:

- extintores de incêndio;
- hidrantes;
- mangueiras de combate a incêndio;
- bombas elétricas;
- bombas a diesel.

Em complementação a esses equipamentos de combate serão implantados procedimentos e treinamentos, de capacitação e reciclagem, das equipes operativas em combate a chamas, evacuação rápida dos usuários das estações e trens, e em primeiros socorros. Na parte prática desses treinamentos deverão ser utilizados e operados todos os equipamentos de proteção individual e de combate a incêndio.

Será importante a interação entre a Concessionária, o Corpo de Bombeiros e os hospitais da região servida, inclusive com realização de treinamentos simulados com situações de fogo e acidentes, que garantam o atendimento integrado em caso de sinistro.

## *VLT do Rio*

Será indispensável que as unidades do Corpo de Bombeiros, ao longo do traçado do VLT, para garantia da eficiência e eficácia do processo de combate a incêndio, tenham conhecimento detalhado de todas as instalações da Rede VLT, inclusive com as plantas das edificações e de seus acessos, e que utilizem os mesmos procedimentos nos treinamentos de suas equipes dos realizados para as equipes operativas da Concessionária.

A elaboração dos procedimentos de combate e simulação deverá ter participação do Corpo de Bombeiros, e dos hospitais públicos lindeiros e especializados.



## **6. SISTEMA DE CONTROLE DE ACESSO DOS PASSAGEIROS**

### **6.1. INTRODUÇÃO**

O objetivo dessas especificações é definir os principais componentes do sistema de controle de acesso dos passageiros do *VLT do Rio*.

A Rede VLT aceitará exclusivamente como meio de pagamento os bilhetes eletrônicos, operados através de cartões sem contato e já utilizados no sistema de transportes públicos da cidade e da região metropolitana do Rio de Janeiro.

Esses bilhetes permitirão a integração da rede do VLT nas políticas de tarifação, integração e mobilidade da cidade e da região metropolitana do Rio de Janeiro.

Em princípio, devido às características das vias e locais de circulação do VLT, não será possível o controle de acesso dos passageiros através da instalação de bloqueios ou outras formas de controle físico de acesso nos pontos de parada. Nestes locais, o acesso dos usuários ao interior do VLT deverá ser livre.

Nas estações de integração intermodal, onde ocorrerem transferências entre o VLT e ônibus, metrô, trens e barcas, será necessária a configuração de um controle de acesso de passageiros tradicional, com a presença de bloqueios.

Os bloqueios para controle de acesso dos usuários ao VLT nas estações de integração ou pontos de parada deverão ser implantados na entrada e na saída. Será necessário que o usuário utilize seu bilhete eletrônico tanto para autorizar sua entrada como para autorizar sua saída nestes locais.

### **6.2. PROCESSO DE VALIDAÇÃO DOS BILHETES**

Deverá ser possível que o usuário realize a validação de sua passagem:

## *VLT do Rio*

- nos bloqueios, para as estações de integração e pontos de parada em que seja possível a instalação de controles físicos de acesso;
- em validadores (sem bloqueios) instalados nos pontos de parada em que não seja possível a instalação de controles físicos de acesso; e
- em validadores instalados no interior dos veículos.

A validação dos bilhetes pelos usuários será realizada no interior dos veículos ou nas estações / paradas.

### **6.2.1. Bloqueios**

Nas estações de integração e pontos de parada que comportarem a instalação de bloqueios, estes deverão ser instalados com as seguintes características mínimas:

- carcaça externa em aço inoxidável, com tampas, portas e painéis de fácil remoção, que permitam o completo acesso ao interior do bloqueio. Todos esses elementos deverão possuir chave ou outro mecanismo que só permita abertura por pessoa autorizada;
- barreira impeditiva de passagem sem que o bilhete tenha sido validado;
- estrutura interna modular, que permita a retirada ou acréscimo de módulos e componentes novos, e manutenção simples;
- display com pictogramas luminosos, em ambas as fachadas do bloqueio, que sinalizem as operações normais ou restritas, exemplos: passagens indevidas, utilização de bilhetes especiais ou de gratuidade, etc.;
- sinal sonoro com volume regulável para indicação de ocorrências anormais como bloqueio, passagem indevida, etc.;
- mecanismos de detecção de presença, sentido de passagem e contagem de usuários, que indiquem passagens de forma indevida, sendo exemplos: ultrapassagem por mais de um usuário, ultrapassagem sem validação, etc. Esses mecanismos deverão acionar alarmes sonoro e visual, inclusive no display e no painel de LEDs de pictograma; cada passagem indevida deverá ser registrada como um evento dentro do log de ocorrências;
- os corredores para passagem dos usuários deverão possuir 55 cm de largura nos bloqueios normais e de 90 cm nos bloqueios especiais;

## *VLТ do Rio*

- possuir interface para a conexão local a um computador ou terminal para permitir configuração, manutenção ou diagnóstico local;
- possuir interface com a rede local padrão *Ethernet* para comunicação de dados, utilizando protocolos padrão TCP/IP;
- possuir em seu interior painel de comando que permita operações como ligar/desligar, configuração de estado como em operação, fora de serviço, ativação de modo de manutenção e testes, etc.;
- não possuir, externa ou internamente, partes afiadas ou cortantes que representem risco para usuários ou técnicos;
- possuir módulo de processamento com memória não volátil que armazena as configurações do bloqueio;
- a memória não volátil deverá também armazenar dados como logs de operação, ocorrências e contagens de usuários, por sentido, e por intervalo de tempo mínimo de 1 minuto, e ter capacidade suficiente para armazenar no mínimo 7 dias de operação ininterrupta;
- a contagem de usuários deverá estar sincronizada com os eventos de validação, e com o registro do log de ocorrências, para o caso de passagens sem validação;
- cada bloqueio deverá possuir módulo validador de bilhetes eletrônicos integrado ao seu desenho, compatível com os equipamentos em operação para leitura de cartões sem contato já utilizados no sistema de transportes públicos da cidade e da região metropolitana do Rio de Janeiro;
- o módulo validador deverá possuir processamento, memória e estrutura física e lógica (software e firmware) própria e independente do bloqueio; ele deverá estar integrado ao bloqueio, enviando e recebendo sinais para sua correta operação, configuração do estado de funcionamento, intertravamentos, comando de liberação para passagem do usuário, tipo de bilhete utilizado, comunicação de erros e ocorrências operacionais, e outros;
- sobre cada um dos bloqueios deverá ser instalado um painel de mensagem variável com LED para a exibição de pictogramas indicativos do estado de funcionamento e as ocorrências operacionais.

Deverá ser implantado um sistema para controle e gerenciamento da operação dos bloqueios (estado, alarme, configuração, etc.) com as seguintes características mínimas:

## VLT do Rio

- permitir a visualização gráfica, on-line e em tempo real, da operação dos bloqueios, incluindo as informações sobre seu estado, a indicação de passagem do usuário, bilhete utilizado para liberação da passagem, ocorrências, detecções anômalas, mensagem no display, estado dos painéis de LED e das mensagens de interface com o usuário;
- gerar alarmes sempre que alguma anormalidade ocorrer, seja por passagem sem validação de bilhete, parada ou perda de contagem pelo bloqueio;
- permitir a visualização e a alteração das configurações dos bloqueios tais como estados, velocidade de operação, etc.;
- possuir módulo para permitir a visualização, o gerenciamento e a configuração remota dos firmwares e softwares, internos à cada bloqueio;
- manutenção, por no mínimo 7 dias, de todos os dados relacionados às passagens dos usuários, ocorrências anômalas e eventos de configuração dos bloqueios, com registro de data/hora/minuto/segundo da ocorrência;
- possuir uma camada de segurança que permita a configuração dos perfis de acesso e dos usuários, associando os perfis dos usuários com as funcionalidades e objetos do sistema, e as operações que os mesmos estão autorizados a realizar;
- possuir senhas de acesso individuais para cada usuário, com complexidade configurável, armazenadas de forma criptografada, com prazo de expiração configurável, controle de repetição de senhas recentes e bloqueio por tentativas também configurável;
- manutenção na base de dados para rastreabilidade (log de auditoria) de todos os acessos e operações do sistema, configurável por funcionalidades e objetos (se ativo ou inativo), com data/hora/minuto/segundo da ocorrência e usuário responsável pela operação;
- elaboração de relatórios e possibilidade de consultas aos dados armazenados pelo sistema, de forma separada e sumarizada, por data/hora/minuto/segundo ou um intervalo de tempo de cada bloqueio ou linha de bloqueio, por estação, tipo de ocorrência, tipo de passagens, tipo de bilhete utilizado, ou a combinações desses dados;
- possuir interface gráfica que utilize plataforma WEB;
- ser estruturado em dois servidores separados, um para dados e outro para aplicação.

Esse sistema deverá ser instalado em cada estação ou ponto de parada em que existam bloqueios, para:

- gerenciar os bloqueios da mesma;



## *VLT do Rio*

- permitir transferir os dados consolidados da estação ou ponto de parada para o CCO.

O CCO terá acesso a todos os dados de todas as estações, e poderá atuar sobre cada um dos bloqueios de todas as estações.

O desempenho nominal do conjunto validador/bloqueio deverá ser de no mínimo 1.200 passagens/hora com validação (operando como bloqueio de entrada).

No entanto, para o dimensionamento do número de bloqueios por cada estação ou ponto de parada, considerando sempre a validação na entrada e na saída, deverá ser utilizada a média de desempenho operacional de 900 passageiros/hora para o conjunto validador/bloqueio.

### **6.2.2. Validadores nos Pontos de Parada**

Nos pontos de parada que não comportarem a instalação de bloqueios, deverão existir no mínimo dois validadores individuais, sem o uso de bloqueios, que permitam ao usuário validar sua viagem usando o bilhete eletrônico antes da entrada no veículo.

Estes validadores deverão possuir as seguintes características:

- carcaça externa em material plástico anti-vandalismo, com índice de proteção IP65, sem partes afiadas ou cortantes que representem perigo aos usuários ou técnicos;
- deverá ser compatível com os equipamentos em utilização para leitura de cartões sem contato já utilizados no sistema de transportes públicos da cidade e da região metropolitana do Rio de Janeiro;
- possuir interface com a rede local padrão *Ethernet* para comunicação de dados, utilizando protocolos padrão TCP/IP;
- sinal sonoro com volume regulável, diferenciado para indicação de sucesso ou insucesso na validação;
- possuir display de mensagens para o usuário.

### 6.2.3. Validadores no Interior dos Veículos

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

O número de equipamentos de validação que serão instalados em cada veículo será função dos tipos e quantidades de portas dos mesmos:

- no mínimo dois equipamentos em cada porta dupla, um em cada lateral;
- no mínimo um equipamento no centro de cada salão, em frente a cada porta dupla;
- no mínimo um equipamento na lateral de cada porta simples.

Estes validadores deverão possuir as seguintes características mínimas:

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

Como o usuário pode escolher realizar a validação em vários locais durante sua viagem, podendo inclusive realizar a validação em mais de um local durante a mesma viagem, o sistema de bilhetagem deverá possuir inteligência suficiente para reconhecer esta viagem do usuário e realizar, do bilhete eletrônico, o débito de uma única tarifa, não importando o número de validações que este usuário faça durante sua viagem.

A situação acima descrita pode ocorrer, por exemplo, quando o usuário inicia a viagem em uma estação que possua bloqueios e termina sua viagem em outra estação também com

bloqueios: o usuário utiliza seu cartão de transporte para realizar a validação duas vezes no mínimo, uma na entrada e outra na saída, durante uma única viagem.

### **6.3. SISTEMA DE AUDITAGEM DA VALIDAÇÃO DOS BILHETES**

A auditagem no processo de validação dos bilhetes deve permitir manter sob controle e sob gestão constante o nível de evasão dos usuários. Para tanto, ele deverá contar com no mínimo as seguintes funcionalidades:

#### **6.3.1. Contagem dos Passageiros por Câmera Estereoscópica**

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

Esses equipamentos de contagem deverão possuir as seguintes características mínimas:

- contar os passageiros que acessarem o veículo em ambos os sentidos (entrada e saída), enviando os dados para um servidor embarcado no veículo, que centralizará essas informações e, através da infra-estrutura de telecomunicações (sistema de comunicações móveis – SCM e sistema de transmissão de dados – STD), as transmitirá ao CCO;
- ser capaz de gerar um “streaming” de vídeo de, no mínimo, 1 CIF e 5 quadros por segundo, de uma imagem regular gerada por uma de suas duas câmeras;
- memória interna suficiente para armazenar, no mínimo, 72 horas de operação contínua, sem a necessidade de descarga desses dados em qualquer outro meio; essa memória deverá ser do tipo não-volátil para permitir a manutenção e a recuperação dos dados mesmo nos casos onde ocorra defeito ou falha em algum componente; este requisito vale apenas para os dados de contagem gerados, e não se aplica para os streamings de vídeo;
- carcaça resistente (anti-vandalismo), com índice de proteção IP65, sem partes afiadas ou cortantes que representem perigo aos técnicos;

## VLT do Rio

- deverá ser instalado de forma integrada ao desenho do interior do veículo, embutida em seu acabamento, não permitindo visualização e acesso direto dos passageiros ao equipamento;
- possuir interface com a rede local padrão *Ethernet* para comunicação de dados, utilizando protocolos padrão TCP/IP;
- possuir interface serial para acesso local, para fins de configuração inicial e manutenção emergencial ou recuperação emergencial dos seus dados armazenados;
- após a configuração inicial, o acesso para manutenção de seus parâmetros deverá ser realizado através de interface *WEB*, de forma remota;
- cada registro de contagem de passageiros deverá possuir as informações de data, hora, minuto, segundo, identificação do veículo, identificação da porta em que está instalado, da linha em que o veículo trafega, e seu sentido de tráfego;
- os registros de contagem de entrada e saída devem ser independentes.

O servidor embarcado em cada veículo, por sua vez, deverá possuir memória interna suficiente para armazenar, no mínimo, 7 dias de operação contínua de todos os dispositivos de contagem daquele veículo, sem a necessidade de descarga desses dados em qualquer outro meio; essa memória deverá ser do tipo não-volátil para permitir a manutenção e a recuperação dos dados mesmo nos casos onde ocorra defeito ou falha em algum componente.

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

### 6.3.2. Identificação à Distância dos Cartões

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



## *VLT do Rio*

A identificação à distância dos cartões com a utilização da tecnologia híbrida MIFARE e RFID, deverá possuir as seguintes características mínimas:

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

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

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

### **6.3.3. Sistema de Gerenciamento e Controle**

Este sistema deverá consolidar todos os dados provenientes dos bloqueios, validações nos pontos de parada, validações no interior dos veículos, contagem de passageiros por

## VLT do Rio

câmeras estereoscópicas, detecção dos cartões com circuitos RFID no interior dos veículos, e outros dados do processo de validação, como dados históricos dos cartões, históricos das validações, listas de bloqueio, entre outros.

Com este conjunto de dados, este sistema deverá fornecer informações, relatórios e um mapa completo da situação das validações e não validações, por veículo, por linha, por sentido de operação, por cartão individual, por tipo de cartão, por data, hora, minuto, e outras informações que se façam necessárias.

O objetivo com estas informações é mapear o comportamento dos usuários e verificar, para qualquer momento da operação do VLT e de forma tempestiva, quantos passageiros estão sendo transportados, quantos destes passageiros possuem cartão e de que tipo, e quantos destes validaram corretamente a sua viagem.

Com este mapeamento será possível direcionar um processo de fiscalização adequado.

O sistema poderá ser estruturado de forma centralizada, com todos os dados sendo concentrados no CCO e depois processados, ou de forma distribuída, com os dados sendo processados em cada veículo separadamente e depois consolidados no CCO. Para qualquer das duas estruturas de implementação, o sistema deverá prover tempestivamente e sob demanda as informações pertinentes a cada veículo, podendo esta informação ser requisitada e acessada de qualquer ponto da rede coberto pela infra-estrutura de telecomunicações (sistema de comunicações móveis – SCM e sistema de transmissão de dados – STD) do VLT, inclusive dentro do próprio veículo.

O Sistema de Gerenciamento e Controle também deverá possuir as seguintes características:

- possuir uma camada de segurança que permita a configuração dos perfis de acesso e dos usuários, associando os perfis dos usuários com as funcionalidades e objetos do sistema, e as operações que os mesmos estão autorizados a realizar;
- possuir senhas de acesso individuais para cada usuário, com complexidade configurável, armazenadas de forma criptografada, com prazo de expiração configurável, controle de repetição de senhas recentes e bloqueio por tentativas também configurável;



- manutenção na base de dados para rastreabilidade (log de auditoria) de todos os acessos e operações do sistema, configurável por funcionalidades e objetos (se ativo ou inativo), com data/hora/minuto/segundo da ocorrência e usuário responsável pela operação;
- possuir interface gráfica que utilize plataforma *WEB*;
- ser estruturado em dois servidores separados, um para dados e outro para aplicação.

### 6.3.4. Equipamento Portátil de Fiscalização e Validação

As equipes que fiscalizarão a validação dos passageiros e que atuarão em campo deverão ser equipadas com leitores de cartão sem contato portáteis, capazes de ler os cartões sem contato utilizados no VLT.

Estes leitores devem receber, sob demanda e também de forma tempestiva, informações sobre a situação da não validação nos veículos.

Os leitores serão utilizados para, durante os eventos de fiscalização, verificar se os cartões em posse dos passageiros possuem uma validação compatível com a viagem que o mesmo está realizando.

Estes leitores portáteis deverão possuir minimamente as seguintes características:

- baterias com autonomia para 8 horas em operação contínua;
- carcaça com resistência IP65, com empunhadura de borracha;
- resistente a quedas até 1,5 metro de altura;
- possuir interface de comunicação de dados GPRS e WLAN;
- possuir slot para chips SAM;
- tela LCD, antireflexo, do tipo *touch screen*, com resolução VGA e brilho configurável;
- teclas direcionais e de configuração;
- leitor de cartões sem contato, compatível com cartões utilizados no VLT.

#### 6.4. CARACTERÍSTICAS DOS SERVIDORES

Os servidores embarcados nos veículos, nas estações / paradas e do CCO deverão possuir no mínimo as seguintes características:

- gabinete para racks padrão de 19 polegadas;
- duas interfaces de rede padrão Gigabit *Ethernet*;
- fontes redundantes do tipo hot-swap, sendo que cada fonte individual deverá ser capaz de suportar a configuração mínima, mais expansão de até 100% da configuração mínima;
- HD's do tipo SAS, *hot-swap*, instalados em módulos que os suportem;
- os HD's deverão ter espaço em disco suficiente para a sua função, demonstrado através de estudo de ocupação tendo como base os dados que serão armazenados, e para previsão de expansão de 100%, configuração RAID 10 com dois *hot-spares*;
- espaço vago para novos HD' para permitir a duplicação da capacidade anteriormente calculada, mantendo os discos iniciais em *hot-spare*;
- configuração de memória adequada à necessidade de todas as aplicações, com capacidade para permitir expansão de pelo menos 100% da quantidade inicial de memória, apenas com a adição de novos módulos e sem a necessidade de troca dos módulos existentes;
- o sistema operacional deverá ser formalmente homologado pelo fabricante, comprovado através de material promocional ou técnico de divulgação pública e irrestrita;
- garantia mínima de três anos, dada no local de instalação pelo fabricante.

Esses servidores deverão possuir capacidade para processar e armazenar os dados gerados pela operação por no mínimo cinco anos de operação.

O servidor de dados deverá possuir um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) relacional de mercado, que utilize o padrão de linguagem SQL para transacionar seus dados. O SGBD deverá armazenar de forma estruturada os dados provenientes da operação do VLT.

