



CADERNO DE ESTUDOS
VISÃO GERAL DOS SISTEMAS METROVIÁRIOS

Gerência de Operações
Departamento Técnico da Operação

ÍNDICE

1 - Introdução	3
2 - Sistema de Alimentação Elétrica.....	4
3 - Sistema Material Rodante.....	6
4 - Sistema de Sinalização e Controle de Tráfego.....	15
5 - Sistema de Radiocomunicação.....	19

1 - Introdução

Este material tem por objetivo fornecer uma visão geral dos sistemas de Alimentação Elétrica, Material Rodante, Radiocomunicação e Sinalização e Controle de Tráfego, que compõem o Sistema Metroviário de São Paulo.

2 – Sistema de Alimentação Elétrica - SAL

INTRODUÇÃO

Um dos insumos mais importantes para o funcionamento do Sistema Metroviário é a energia elétrica, a qual é recebida da Concessionária em alta tensão (88kV) em algumas subestações denominadas Subestações Primárias. Esta alta tensão é abaixada para 22kV nas próprias Subestações Primárias e distribuída para todas as estações, através de redes de 22Kv, chamados setores elétricos.

Nas estações esta tensão de 22kV tem duas finalidades: por um lado é transformada em 750Vcc para alimentação dos trens nas Subestações Retificadoras e por outro é transformada em 460V e 220/127V, nas Subestações de Baixa Tensão e alimenta os equipamentos das estações.

A alimentação elétrica para os equipamentos é realizada por uma rede de distribuição de 22kV, que alimenta as subestações localizadas nas estações.

Em caso de subtensão de uma das subestações primárias a outra pode assumir as cargas do setor que ficou desenergizado. Esta interligação é chamada Transferência Automática de Setor.

REDE DE 22KV

O Sistema de Alimentação Elétrica de Média Tensão - 22kV é dividido em setores elétricos.

A alimentação elétrica em cada setor é constituída por duas redes independentes, a partir das respectivas subestações primárias.

Uma das redes é chamada de Rede de Tração, que por sua vez alimenta o 3º Trilho para a movimentação dos trens. A outra rede, chamada Rede de Auxiliares, responsável pela alimentação dos equipamentos auxiliares das estações, tais como escadas rolantes, ventilação, iluminação e outros.

Para aumentar a confiabilidade de fornecimento de energia elétrica ao sistema, estas duas redes podem ser interligadas em caso de falha de alimentação em uma delas.

Esta interligação é chamada de Transferência Automática de Barras.

SUBESTAÇÃO RETIFICADORA

A principal função da S/E Retificadora é transformar 22 kV em 750 Vcc para alimentação do terceiro trilho, que por sua vez alimentará a tração dos trens. A alimentação para o grupo retificador é feita através da Subestação de 22 kV.

A subestação é constituída por um grupo retificador, alimentando o barramento positivo de 750 Vcc. Ao barramento estão conectados "feeder" (disjuntor extra rápido de 750 Vcc) que alimentam os trechos de 3º trilho.

TERCEIRO TRILHO

O terceiro trilho tem a função de fornecer energia para os trens e a sua alimentação é feita por quatro *feeders*, dois para cada via, localizados em subestações adjacentes. Está dividido em trechos interligados através de seccionadoras ou contadores, que além de facilitar a pesquisa de falhas, possibilita a execução de atividades de manutenção em partes do sistema, ao mesmo tempo que permite a energização do restante.

SUBESTAÇÃO BAIXA TENSÃO

A subestação de Baixa Tensão tem por função receber alimentação de 22kV e baixar para 460, 220 e 127 V. Estes níveis de tensão são usados para alimentar a iluminação e equipamentos da estação, tais como escadas rolantes, bloqueios, bombas, etc. Existe ainda a possibilidade de, na falta de tensão da rede de 22 kV, estes equipamentos serem alimentados, com algumas restrições, pelo Grupo Gerador Diesel (GGD).

A distribuição da alimentação elétrica para esses equipamentos é formada por duas barras:

- a barra prioritária, que alimenta todos os equipamentos essenciais da estação, que é alimentada pelo Grupo Gerador Diesel, quando houver a falta do 22 kV, garantindo a alimentação das cargas do sistema de iluminação, carregador de baterias de 125 Vcc, quadro de controle de bombas e elevadores.
- a barra secundária, que alimenta as demais cargas da estação.

SISTEMA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES NA PLATAFORMA - SPAP

O SPAP é um conjunto de equipamentos que tem por objetivo a rápida e segura desenergização do 3º trilho em um determinado trecho da linha, e uma linha está dividida em setores de SPAP.

Funcionamento do SPAP quando Atuado no CCO

O SPAP, ao ser acionado pelo CCO, desenergizará o 3º Trilho do setor do SPAP em que foi atuado e mais uma estação adjacente a cada lado do setor desenergizado.

Funcionamento do SPAP Quando Atuado na Estação

O SPAP ao ser atuado em uma estação provocará a desenergização do 3º Trilho das duas vias da estação que atuou, mais os 3º Trilhos das estações adjacentes.

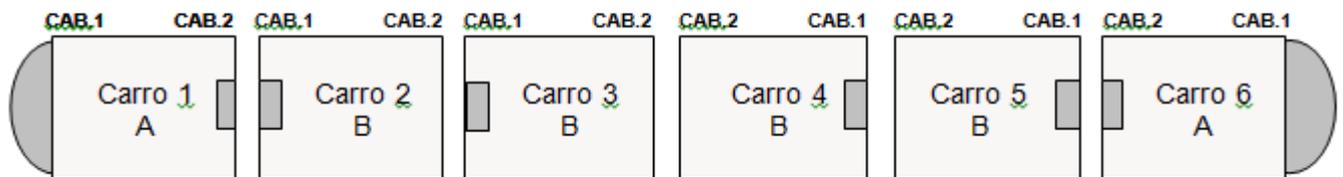
3 – Sistema Material Rodante

Para descrever o sistema, será utilizada como base as características do Material Rodante da Frota H.

CARACTERÍSTICAS DOS TRENS DA FROTA H

Os trens da Frota H pertencem ao fornecimento de 17 trens fabricados pela CAF. O primeiro trem iniciou a operação comercial em março de 2010, na Linha 3 – Vermelha.

FORMAÇÃO DO TREM DA FROTA H



Observações:

- O carro A (OESTE) é definido como o número 1 e o carro A (LESTE) é definido como número 6.
- Os carros 1 a 3 possuem a cabeceira 1 direcionada para o Oeste e os carros 4 a 6 possuem a cabeceira 1 direcionada para o Leste.
- A cabeceira 1 nos carros A é a da extremidade onde está a cabine e nos carros B é onde está localizado o armário elétrico. Essa informação é importante para identificar os equipamentos e abertura de falhas.

DIFERENÇAS ENTRE CARROS A E B

Carro é o veículo destinado ao transporte de usuários nas linhas do Metrô. Existem dois tipos de carros: o carro A que possui cabine e o carro B que não possui cabine.

A identificação dos carros é feita através de um número existente externamente e internamente no salão de passageiros.

Os trens da frota H são identificados através de números que inicia no H52 e termina no H58.

SISTEMA CAIXA

O Sistema Caixa representa as características ligadas aos aspectos visuais e estruturais do trem.

A caixa é fabricada em aço inox e em cada lateral há 4 portas de acesso para os passageiros (com largura de 1,60m cada).

LADO EXTERNO

Pode ser observado os seguintes equipamentos:

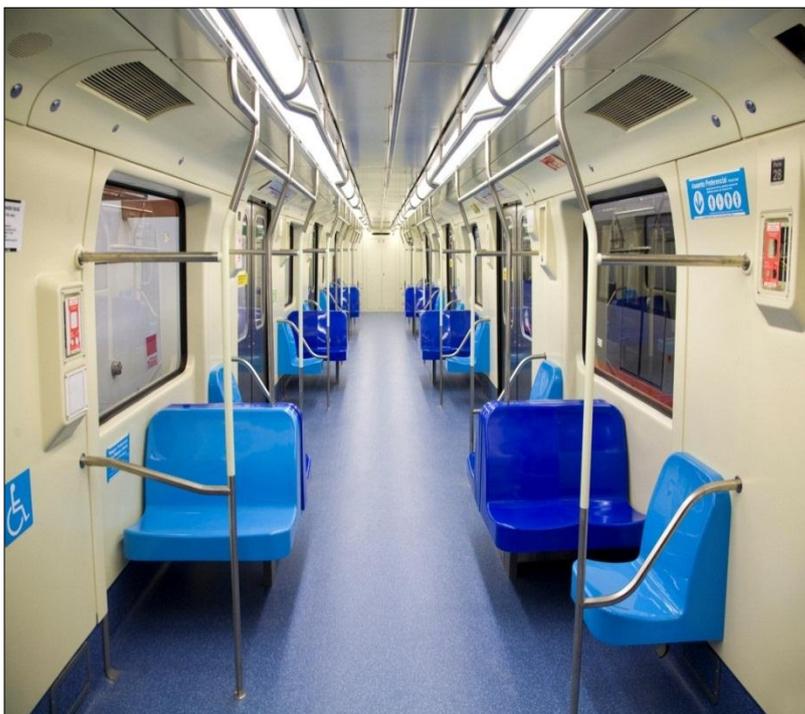
- a) Limpador de para-brisa;
- b) Farol, luz de cauda e luz demarcadora (iluminação na parte superior ao lado do painel de destino);
- c) Máscara pintada com logotipo do Metrô;
- d) Número do trem na máscara;
- e) Painel Externo embutido na lateral, próximo a cabeceira 2, contendo chaves de isolamento de portas, freio do carro e isolamento de cabeceira;
- f) Numero do carro na lateral do trem que inclui a letra da Frota (H).



LADO INTERNO

O salão é a parte interna da caixa, destinada aos usuários e possui os seguintes equipamentos:

- a) Pega-mão contínuo na lateral, inclusive na região de portas;
- b) Pega-mão central contínuo;
- c) Banco lateral simples;
- d) Sistema de ar condicionado;
- e) Espaço reservado para cadeira de rodas ao lado da porta 1 (carro 1) e porta 5 (carro 6), com comunicação visual externa/interna de embarque para cadeira de rodas nas portas próximas à cabine;
- f) Piso liso e contínuo;
- g) Extintor de incêndio (2 por carro) colocados nas extremidades do carro.
- h) Assento preferencial nos bancos laterais em cor azul claro.



CABINE

Localizada na cabeceira 1 da caixa dos carros extremos, serve para alojar equipamentos de comando e controle do trem.

O console tem a função de alojar equipamentos como IHM, botões, alavancas, sinalizações para monitoração e controle do desempenho do trem.

A alavanca reversora serve para caracterizar o carro A que conduzirá o trem e define o sentido de movimentação do trem, frente ou ré.

A alavanca de comando possibilita acelerar e aplicar freio no trem.

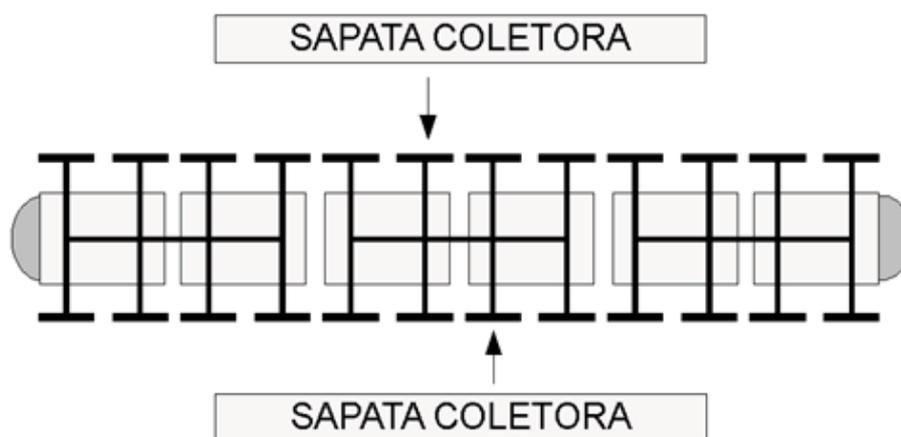
A alavanca de modalidade define se o trem será operado em automático ou Manual.



SISTEMA ELÉTRICO

O sistema elétrico é formado pela alta tensão (750VCC) e pela baixa tensão (380 / 220Vca e 72Vcc). A alta tensão do trem é fornecida pelo contato da sapata coletora (trem) com o 3º trilho (via). As sapatas são interligadas de 2 em 2 carros permitindo que o trem continue energizado mesmo quando ocorre descontinuidade do 3º trilho (GAP) . Através dessa interligação é possível energizar equipamentos de alta tensão com o contato de uma única sapata coletora com o 3º trilho.

DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO DAS SAPATAS COLETORAS



Os trens da frota H possuem um equipamento denominado de conversor auxiliar que tem a função de converter a energia de 750 Vcc em tensão alternada de 380 /220 Vca. e tensão contínua de 72 Vcc utilizadas para alimentar os equipamentos do trem.

O voltímetro localizado na cabine mede a tensão do 3º trilho com indicação na tela da IHM do console para o operador.

SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Tem a finalidade de propiciar uma boa acomodação visual aos usuários no interior dos carros e é composta pela iluminação principal e iluminação de emergência.

A iluminação do carro é obtida por lâmpadas fluorescentes e sua alimentação fornecida pelos conversores é intercalada, de forma que a falha em um conversor não provoque a perda total da iluminação do carro.

A iluminação de emergência tem sua alimentação proveniente das baterias e garantem que 4 luminárias do carro fiquem acesas em caso de desenergização da via. As luminárias de emergência ficam em frente às portas pares.

SISTEMA DE AR CONDICIONADO

O sistema de ar condicionado (VAC) possui duas unidades por carro, localizadas nas extremidades e ligadas a um duto lateral que o percorre todo o carro. Cada unidade assume uma lateral do carro.

SISTEMA TRUQUE

É o conjunto que sustenta, direciona e propicia o deslocamento da caixa sobre a via permanente.

A suspensão é um sistema que tem a finalidade de absorver as vibrações propiciando conforto aos usuários. É constituído de suspensão primária e secundária.

A suspensão primária é formada por molas, cuja finalidade é suavizar as vibrações mais fortes entre as rodas e os trilhos.

A suspensão secundária é formada pelas bolsas de ar e possui as funções de absorver as vibrações restantes e manter o piso da caixa sempre nivelado com as plataformas, independente do peso do carro.

O truque é composto por:

- a) Dois motores de tração CA, sendo um para cada rodeiro (bitola de 1600 mm);
- b) Nas laterais possui o conjunto coletor de energia do terceiro trilho;
- c) Caixa redutora (engrenagem) que realiza o acoplamento do motor com rodeiro;
- d) Cordoalha de aterramento
- e) Sistema de freio;
- f) Antenas;
- g) Sistema de suspensão primária;
- h) Sistema de suspensão secundária (bolsa de ar).

Há um sistema de sensores de carga que mede a pressão das bolsas para dar referência ao sistema de tração e frenagem do peso do trem, permitindo ajustes automáticos da amplitude da tração e frenagem em função da carga.

SUSPENSÃO SECUNDÁRIA



Visão da bolsa de ar

SISTEMA DE PORTAS

Tem a finalidade de permitir a abertura e o fechamento das portas.

Cada carro possui 08 portas, 04 de cada lado. Cada porta está dividida em duas folhas de portas. As folhas são de aço inoxidável, com uma janela de vidro fixada através de guarnição de borracha. Quando a porta está aberta, as folhas são recolhidas através de um vão entre o revestimento externo e interno. As folhas são movimentadas por ação de um motor elétrico compacto.

O motor de porta tem a finalidade de movimentar a folha de porta e é alimentado por 72 Vcc. A abertura das portas se dá através de um mecanismo acoplado entre o motor e a folha de porta.

PORTAS DE SERVIÇO

Cada carro possui 02 portas de serviço (2 e 6) que permitem a entrada do operador no carro através de seu acionamento pela chave padrão Metrô. Seu funcionamento está intertravado com a velocidade, não permitindo a abertura das portas com o trem em movimento.

SAÍDA DE EMERGÊNCIA

Tem a função de permitir a saída dos usuários do interior do carro em situação de emergência.

A Saída de Emergência é acionada pelo manípulo de emergência de portas, localizados nas portas 2, 3, 6 e 7, sempre ao lado direito.

A sua abertura deve ser realizada manualmente após o acionamento do manípulo afastando as folhas da porta.



BOTÃO SOCO

O botão socio de portas está localizado na lateral direita de todas as portas e tem a função de permitir a abertura das portas caso algum usuário fique preso na porta após o fechamento. Esse botão, quando pressionado, possui retenção. Para normalizá-lo, basta girá-lo retornando-o à sua posição normal.

SISTEMA DE TRAÇÃO

O sistema de tração tem por finalidade permitir a movimentação do trem. O sistema de tração é composto pela lógica de acionamento dos motores e pelo sistema de comando do trem.

O inversor de tração é responsável por transformar os 750Vcc em tensão de 380Vca, modulando essa tensão para comandar os motores de tração do trem.

O sistema de controle de tração determina os esforços de tração e frenagem elétrica, necessários durante a movimentação do trem.

SISTEMA PNEUMÁTICO

O sistema pneumático é responsável por comprimir o ar atmosférico, armazená-lo e distribuí-lo aos equipamentos do trem, que funcionam com ar comprimido.

O compressor é o equipamento que retira o ar da atmosfera, comprime e encaminha para armazenamento nos reservatórios.

O ar comprimido é armazenado no reservatório principal, no reservatório de freio e no reservatório de suspensão e é utilizado pelos equipamentos desses sistemas durante a movimentação do trem.

O manômetro indica a pressão do trem que é apresentada na IHM localizada na cabine. Para o trem aliviar freio e se movimentar é preciso ter um valor de pressão superior a 120 Psi.

SISTEMA DE FREIOS

O sistema de freios tem por finalidade gerar os esforços para diminuir a velocidade, parar e manter o trem estacionado.

Possui uma unidade de controle eletrônico do freio e anti-deslizamento é microprocessada e tem a finalidade de:

- a) Manter a mesma taxa de frenagem em todos os carros do trem;
- b) Controlar a atuação do freio de atrito durante a atuação do freio elétrico;
- c) Monitorar o travamento das rodas;
- d) Monitorar a patinação (derrapagem);

FREIO DE ESTACIONAMENTO

O freio de estacionamento é totalmente independente do sistema de freio eletropneumático. O freio de estacionamento é mecânico (funciona com ausência de ar comprimido) e sua aplicação é realizada por ação de molas.

SISTEMA DE COMUNICAÇÃO

O sistema de comunicação é responsável pela transmissão e recepção de mensagens entre o operador, CCO e usuários.

Durante a movimentação do trem a comunicação de mensagens é realizada através do rádio do trem, transceptores portáteis e equipamentos auxiliares (PA, Intercomunicador cabine/cabine, microfone de emergência)

O rádio do trem encontra-se instalado nos carros A, e tem como finalidade viabilizar a comunicação, via VHF, entre o Operador e o CCO/Torre.

Os comandos do rádio são realizados através de um painel de comando com microfone, alto-falante, display e teclas de avanço e recuo instalados na cabine.

4 - SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E CONTROLE DE TRÁFEGO – SCT

INTRODUÇÃO

O Sistema de Sinalização e Controle de Tráfego – SCT é composto pelos seguintes sub sistemas:

- a) ATP (Proteção Automática de Trens), formado pelo equipamento CMT (Controlador da Movimentação de Trem) e pelo equipamento MUX (Multiplex) que interligam com os sinaleiros, máquinas de chave das regiões de AMV e circuitos de via do domínio das Estações Mestras de PSO, CLI, VMD e IMG.
- b) ATO (Operação Automática de Trens), formado pelo equipamento ATO que são instalados em todas as estações da linha, comunicando-se com os trens para executar as funções automáticas do trem nas plataformas.

As Estações PSO, CLI, VMD e IMG são denominadas Estações Mestras, pois possuem os equipamentos do ATP.

As outras estações ao longo da Linha 2-Verde são denominadas Estações Satélites, pois possuem os equipamentos do ATO.

Para o trecho das estações SAC a VPT da Linha 2-Verde, temos o Sistema de Sinalização e Controle de Tráfego-SCT efetuado pelo sistema CBTC – Controle de Trens Baseado em Comunicação.

As vias da Linha 2-Verde permitem movimentos automáticos dos trens nas seguintes configurações:

- Movimento Normal (sentido anti-horário):
Sentido da via 1: da estação Vila Prudente até a estação Vila Madalena, sentido Oeste.

Sentido da via 2: da estação Vila Madalena até a estação Vila Prudente, sentido Leste.
- Movimento Reverso (sentido horário):
Sentido da via 1: da estação Vila Madalena até a estação Vila Prudente, sentido Leste.

Sentido da via 2: da estação Vila Prudente até a estação Vila Madalena, sentido Oeste.

REGIÃO DE AMV (Aparelho de Mudança de Via)

Região existente ao longo da Linha que permite o tráfego de trens de uma via para outra via ou manter-se na mesma via.

Para o trem passar por uma região de AMV é necessário estabelecer uma rota, determinada através de 2 bloqueios; considerados **bloqueio de ENTRADA e bloqueio de SAÍDA.**

São duas(02) as possibilidades de rotas:

- a) **ROTA NORMAL:** é a denominação dada para a rota que permite o trem atravessar a região de AMV, permanecendo na mesma via;

- b) **ROTA REVERSA:** é a denominação dada para a rota que permite o trem atravessar a região de AMV, passando de uma via para outra via. Na Linha 2-Verde, as regiões de AMV possuem a nomenclatura definida como X-54 a X-65, onde podem ocorrer as manobras de mudança de via.

DESCRIÇÃO FUNCIONAL DO CMT

a) Proteção às Regiões de AMV

A proteção para as máquinas de chave, componentes e agulhas, instalados dentro da região de AMV é realizada através do controle dos bloqueios instalados nessa região.

Em condições normais de operação do CMT, todos os bloqueios estão transmitindo código zero (0 km/h), significando que o BLOQUEIO está FECHADO.

Nesta condição, as máquinas de chave se encontram mecanicamente travadas, porém livres para movimentarem-se a qualquer comando enviado as mesmas.

Sempre que uma rota é requisitada, uma série de verificações são executadas e existindo condições seguras, as máquinas de chave são posicionadas, travadas e não permitindo outros comandos para garantir a segurança no tráfego do trem.

Quando existir condições de tráfego pela região de AMV, o BLOQUEIO está ABERTO e ocorre a transmissão de um código de velocidade maior que 0 km/h.

A rota alinhada estabelece um sentido de tráfego até a próxima região de AMV, determinando o sentido de movimento para o trem.

b) Controle de Tráfego

Uma vez alinhada uma rota, determinando um sentido de movimentação, o CMT impede o alinhamento de uma outra rota na mesma região de AMV ou em sentido contrário para impedir movimentos conflitantes. Dessa forma o controle de tráfego garante que os trens operados em MCS ou ATO nunca convirjam para o mesmo ponto da via.

c) Seleção de Código de Velocidade

A seleção de código de velocidade garante que o trem receba um código de velocidade compatível com a presença de outros trens próximos, mantendo uma distancia segura e permitindo um movimento dinâmico sem afetar do sistema.

DESCRIÇÃO FUNCIONAL do Multiplex

Funções básicas do Multiplex são:

a) Gerar código de velocidade para os circuitos de via

O equipamento Multiplex gera os códigos de velocidade e envia aos trilhos para que os trens possam recebê-los e correr na velocidade segura.

b) Transmitir e Receber códigos de velocidade

Ao realizar esta função de transmissão e recepção, ocorre uma comparação lógica no sistema Multiplex para determinar o local de uma ocupação física de um trem.

c) Detectar ocupação

O equipamento Multiplex compara os códigos de velocidade transmitidos com os recebidos e pela diferença ou igualdade, informar ao CMT se há ou não há uma ocupação daquele circuito de via.

DESCRIÇÃO FUNCIONAL DO EQUIPAMENTO ATO DA ESTAÇÃO

O ATO deve controlar o trem de forma automática, executando a aproximação na plataforma, abrir portas do trem, permanecer parado de portas abertas, comandar o fechamento das portas do trem e determinar o tempo de percurso até a próxima estação e repetindo o ciclo de forma a manter a regulação e distribuição dos trens na via controlados pelo CCO – Centro de Controle Operacional.

INTERFACE HOMEM/MÁQUINA (IHM OU PCL)

A movimentação dos trens são controlados e regulados pelo CCO e quando não puder efetuá-las, vai exigir a intervenção de um operador no PCL – Painel de Controle Local do SCT para diagnosticar e/ou executar partes dos comandos que seriam executados pelo CCO.

O PCL permite comandos do ATP e ATO, inclusive alterando ou interferindo na dinâmica do movimento dos trens tais como: Retenção em Plataforma, Trem Direto pela plataforma, alterar o local de manobra, alterar o tempo de parada (portas abertas), executar o alinhamento de rotas, proibir os bloqueios da região de AMV e diagnosticar as indicações no PCL para adotar estratégias de contorno, sempre supervisionado pelo CCO.

ALINHAMENTO AUTOMÁTICO DE ROTAS

Em condições normais de operação, todas as movimentações de trens pela via e regiões de aparelho de mudança de via (AMV) são controladas pelo sistema de proteção automática de trens (ATP).

O ILK (Intertravamento) ou CMT (Controle de Movimentação de Trem) possibilita o alinhamento de rotas em modo automático, modo central (CCO) e modo local (PCL), executando as seguintes verificações:

- a) Verificação do Sentido de Tráfego: Verifica a existência de trem se deslocando no sentido desejado ou conflitante ao da rota a ser alinhada.
- b) Verificação de Ocupação: Verifica a existência de ocupação nos circuitos de via da região do AMV.
- c) Verificação da Proibição de Rota: Verifica a existência de proibição de acesso a região de AMV.
- d) Verificação da Correspondência da Máquina de Chave: Verifica se as posições das agulhas envolvidas na rota estão com correspondência.

Quando os processos de alinhamento e movimentação do trem não ocorrem de forma automática, o operador do CCO ou da Sala Técnica precisam intervir para executar o alinhamento de rota através da interface homem/máquina (IHM ou PCL), enviando ao intertravamento os comandos de alinhamento de rota.

ALINHAMENTO MANUAL DE ROTAS

Em situações de falha no intertravamento ou nas máquinas de chave, uma rota desejada não pode ser alinhada automaticamente e verificações necessárias devem ser executadas pelas pessoas no campo e no CCO.

Portanto é necessário o alinhamento manual de rotas que consiste na tarefa de posicionar corretamente as agulhas, verificar o seu travamento mecânico e se a via permite o tráfego de trem ou de veículos auxiliares.

Todas essas atividades são realizadas mediante comunicação por transceptor portátil ou por telefone com a responsabilidade do empregado operativo do campo confirmar e liberar ao CCO o alinhamento de rota da origem ao destino.

O alinhamento manual de rota necessita do operador, a manipulação do equipamento máquina de chave. Por este motivo é necessário a utilização dos equipamentos de proteção individual (EPI) e postura física, conforme o Manual de Boas Práticas, evitando acidentes na execução dessas atividades.

5 – SISTEMA DE RADIOCOMUNICAÇÃO

A principal finalidade do sistema de radiocomunicação é proporcionar comunicações rápidas entre as áreas operacionais e de manutenção.

A radiocomunicação deve ser utilizada em situações emergenciais onde a telefonia é inviável ou ainda para transmitir informações rotineiras.

No Metrô de São Paulo atualmente o Sistema de Radiocomunicação em operação nas Linhas 1, 2, 3 e 5 é o VHF.

SISTEMA VHF

Basicamente é um sistema semelhante ao utilizado pelas emissoras de rádio FM, onde existem as figuras **do transmissor e do receptor**, ambos compartilhando um canal baseado em uma frequência de comunicação VHF – “Very High Frequency”.

O sistema caracteriza-se pelos seguintes componentes:

- c) **Rádios Bases** instaladas nas estações;
- d) **Antenas de transmissão/recepção (Cabo Fendido)**;
- e) **Zonas Mortas** de radiocomunicação (ZMRC) e zonas de abrangência;
- f) **Frequências** para utilização;
- g) **Transceptores Portáteis**;
- h) **Rádios dos Trens**;
- i) **Consoles de rádio do Centro de Controle**;
- j) **Gravação das Comunicações**

RÁDIOS-BASES

As rádios bases funcionam como estações repetidoras do sinal de rádio. Existem rádios bases instaladas em apenas algumas estações ao longo das Linhas 1 e 2 e praticamente em todas da Linha 3. As estações que não as possuem, efetuam compartilhamento com as vizinhas.

ANTENAS DE TRANSMISSÃO/RECEPÇÃO (CABO FENDIDO)

Conectada a cada estação rádio base existe uma antena conhecida como “**Cabo Fendido**”. É exatamente um cabo metálico estendido ao longo das vias e plataformas, garantindo a **irradiação e recepção** dos sinais de rádio para os elementos próximos a ele.

Nos diagramas em bloco verifica-se a existência do cabo em cada rádio base. Nas estações que não possuem rádio base, **a antena de uma estação vizinha é prolongada até o local em questão.**

ZONAS MORTAS DE RADIOCOMUNICAÇÃO (ZMRC) E ZONAS DE ABRANGÊNCIA

Devido a existência e localização das várias antenas e estações rádio bases, **há regiões onde a comunicação é garantida (Zonas de Abrangência) e outras onde existem ruídos, entrecortes e até mesmo não há possibilidade de comunicação (Zonas Mortas).**

Zonas de Abrangência

Em geral, **nas regiões onde houver “Cabo Fendido”, a comunicação é garantida e deve ocorrer sem interferências.**

Isso significa dizer que a comunicação é totalmente garantida e deve ocorrer:

- Ao longo das vias e fora das zonas mortas;
- Nas plataformas de todas as estações.

Qualquer dificuldade de comunicação nestes locais deve ser tratada como falha e a sua regularização deve seguir os trâmites de abertura de falha para o sistema de radiocomunicação daquela estação.

NOTA: Regiões como mezaninos, salas operacionais e técnicas, copas, acessos, algumas SSO entre outras áreas, possuem comunicação deficientes e muitas vezes inexistente. **É uma condição normal por se tratarem de áreas distantes do cabo fendido. Não é uma situação de falha de radiocomunicação.**

Zonas Mortas

As Zonas Mortas são regiões onde não há cabo fendido instalado, ou seja, são as regiões entre as estações rádio bases. Como o cabo fendido está lançado ao longo das vias, as zonas mortas existem somente nestes locais.

Por se tratarem de regiões importantes e de cuidados especiais, cada uma delas é **identificada através de uma pintura na parede, corrimão ou guarda-corpo.** A pintura é feita na forma de **Faixa Amarela**, intercaladas com **Faixas em Preto**, comumente conhecida como **“Pintura Zebrada”**.

A imagem mostra a demarcação das **Zonas Mortas** no sistema.



FREQUÊNCIAS DISPONÍVEIS

Os canais de frequência são nomeados com letras (A ou B) e números (1, 2, 3 ou 4).

Cada canal possui uma finalidade e um local diferente para utilização.

Na tabela abaixo, das Frequências VHF das Linhas 1, 2, 3 e 5 mostra as frequências disponíveis na Operação Comercial.

FREQUÊNCIAS VHF (Metrô)					
Posição no Transceptor	Frequências	Linha 1-Azul	Linha 2-Verde	Linha 3-Vermelha	Linha 5 – Lilás
1	A1	Trem, Estação e GMT com CCO	PTI	Trem, Estação e GMT com CCO	Trem, Estação e GMT com CC5
2	A2	PAT	Trem, Estação e GMT com CCO	PIT	PCR
3	B2	Segurança com CCS		Segurança com CCS	Segurança com CC5
		OTM2 no trem com o CCO		OTM 2 no trem com o CCO	OTM2 no trem com o CC5
4	B3		Segurança com CCS		
			OTM2 no trem com o CCO		
5	B4	<p>Não comunica com CCO/CCS/CC5. Utilizado em incidentes notáveis pelo <u>coordenador de campo</u> e empregados em atuação na estação. Utilizado para treinamentos nos pátios.</p>			

TRANSCEPTORES PORTÁTEIS

Os transceptores portáteis são os elementos mais importantes no processo de comunicação dos empregados em campo.

Cada conjunto transceptor pode ser composto de:

- a) Transceptor;
- b) Bateria;
- c) Antena;
- d) Carregador de bateria;
- e) Microfone de lapela;
- f) Estojo.

Normalmente, o termo transceptor é utilizado para referenciar o conjunto completo transceptor + bateria + antena.

RÁDIOS DOS TRENS

Os trens possuem um equipamento de rádio configurado nas frequências **A1 e A2**, conforme a sua Linha e tipo de frota.

Além deste equipamento, é utilizado um transceptor reserva, nas frequências B2 e B3, caso ocorra falha no rádio do trem ou para atendimento em falhas fora do trem.

Alguns trens possuem a capacidade de inversão de comando entre cabines, ou seja, se o rádio de uma cabine falhar é possível inverter o comando e utilizar-se do sistema de rádio da cabine oposta.

CONSOLES DO CENTRO DE CONTROLE

Cada console no Centro de Controle possui um sistema de radiocomunicação compatível com a sua Linha.

O console de rádio é composto de:

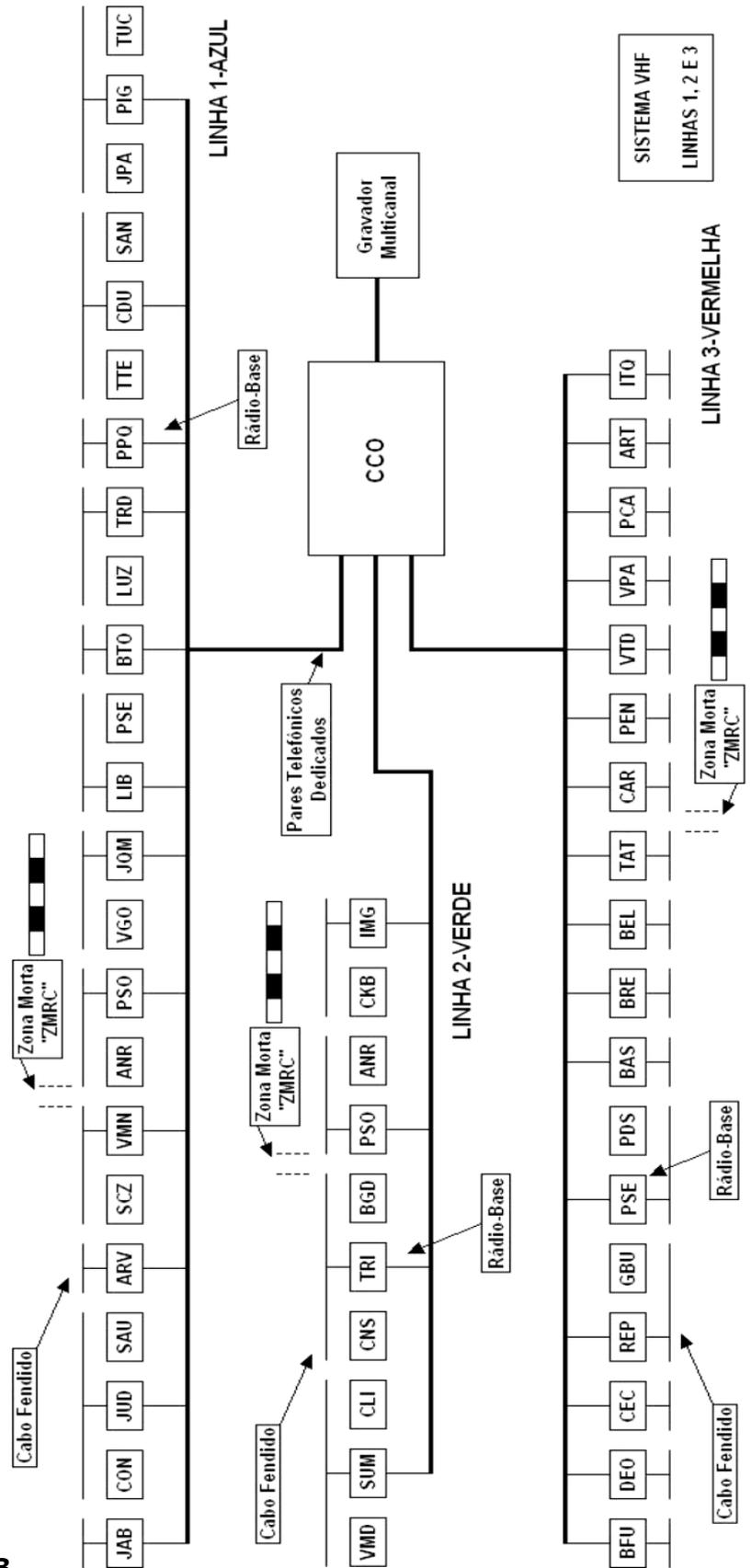
- a) Microfone de haste flexível;
- b) Dois alto-falantes embutidos
(Um para as estações selecionadas e outro para as não selecionadas);
- c) Dois botões de controle de volume (Um para cada alto-falante);
- d) Um mostrador digital tipo "LCD" ("Display de Cristal Líquido");
- e) Um teclado com funções específicas;
- f) Um teclado para seleção de grupos de estações.

GRAVAÇÃO DAS COMUNICAÇÕES

Por se tratar de um sistema primordial e que envolve a segurança de usuários, empregados e equipamentos, o funcionamento e utilização do sistema de radiocomunicação são monitorados e gravados por um equipamento denominado "**Gravador Multicanal**".

Basicamente é um gravador de voz que **registra todas as comunicações com o Centro de Controle**, envolvendo as frequências **A1, A2, B2 e B3**.

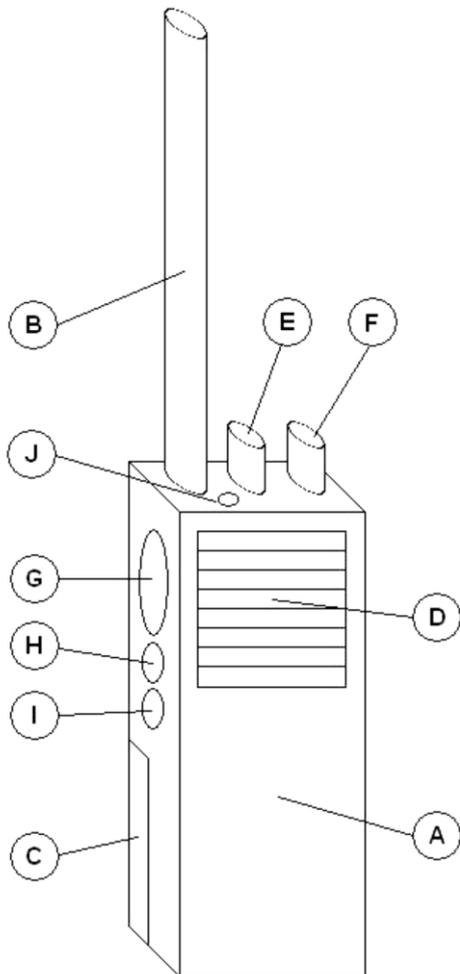
Rádio Bases das Linhas 1, 2 e 3



TRANSCEPTORES PORTÁTEIS VHF

Todo transceptor VHF possui a seguinte configuração básica:

- (A) Corpo do transceptor;
 - (B) Antena flexível;
 - (C) Bateria de inserção;
 - (D) Alto-Falante e microfone;
 - (E) Botão de seleção de canais de frequência;
 - (F) Botão de liga/desliga e ajuste de volume;
 - (G) Botão lateral "PTT" ("Push To Talk") ou APF (Aperte Para Falar);
 - (H) Botão lateral superior de função programável (Normalmente função "Scan");
 - (I) Botão lateral inferior de função programável (Normalmente função "Squelch");
 - (J) "Led" indicador.
- Vermelho constante: transmissão;
 - Verde constante: recepção;
 - Vermelho piscante e com bip sonoro: bateria fraca;
 - Vermelho piscante e sem bip sonoro: função "Scan" ativada.



BATERIAS – CARREGAMENTO E CONTROLE DE CARGA

A bateria de um transceptor é praticamente a “alma” do equipamento. Dependendo da carga armazenada o transceptor terá condições de transmitir e receber as comunicações com clareza e sem interferências.

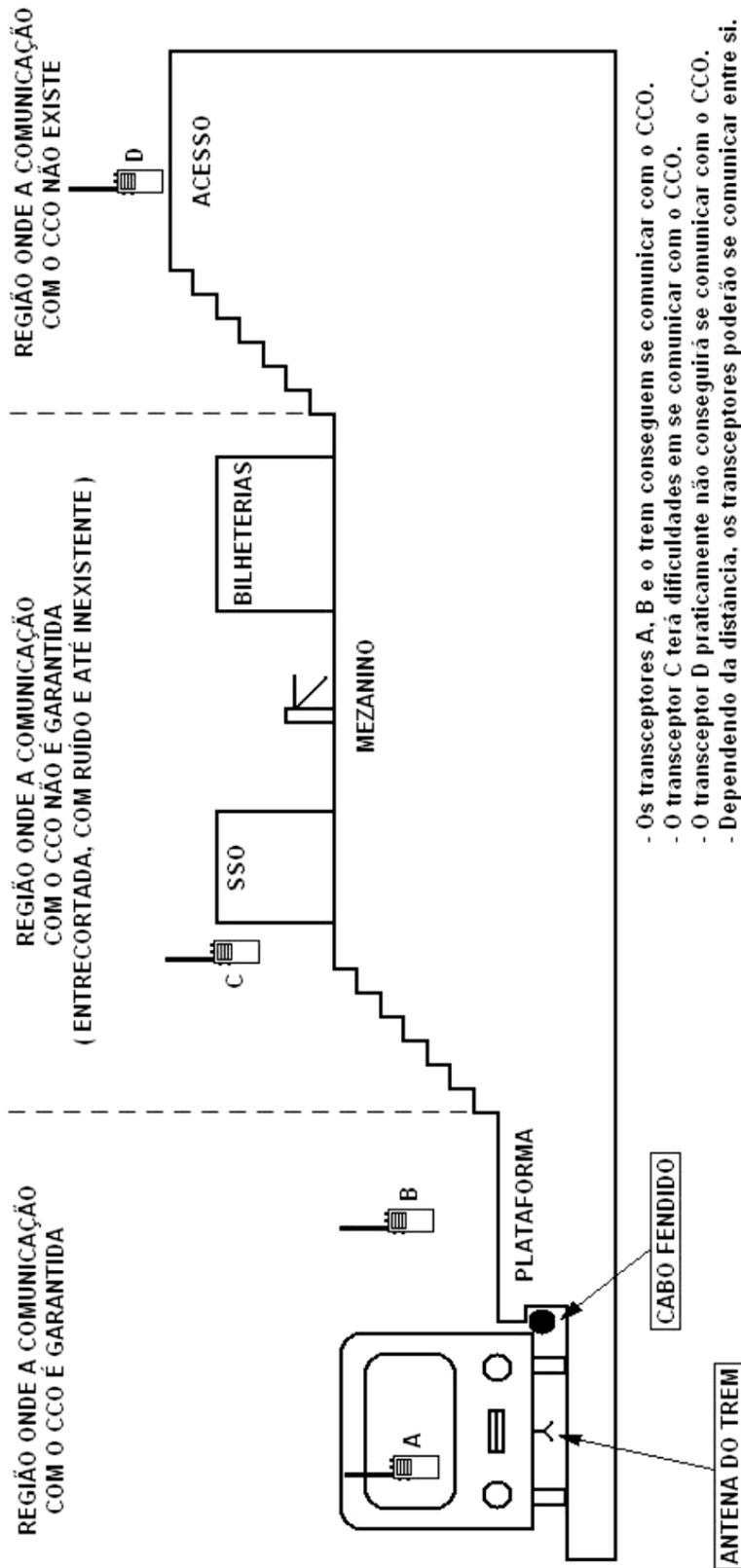
A bateria de um transceptor deve ser utilizada até a indicação de bateria fraca ou quando o próprio equipamento desligar-se por si só.

Cada bateria possui um carregador próprio e tempos de carga diferenciados. Existem os carregadores rápidos e lentos e os tempos de carga variam desde algumas até várias horas. Portanto a informação de que toda bateria deve ficar pelo menos 12 horas em carga É FALSA!!!

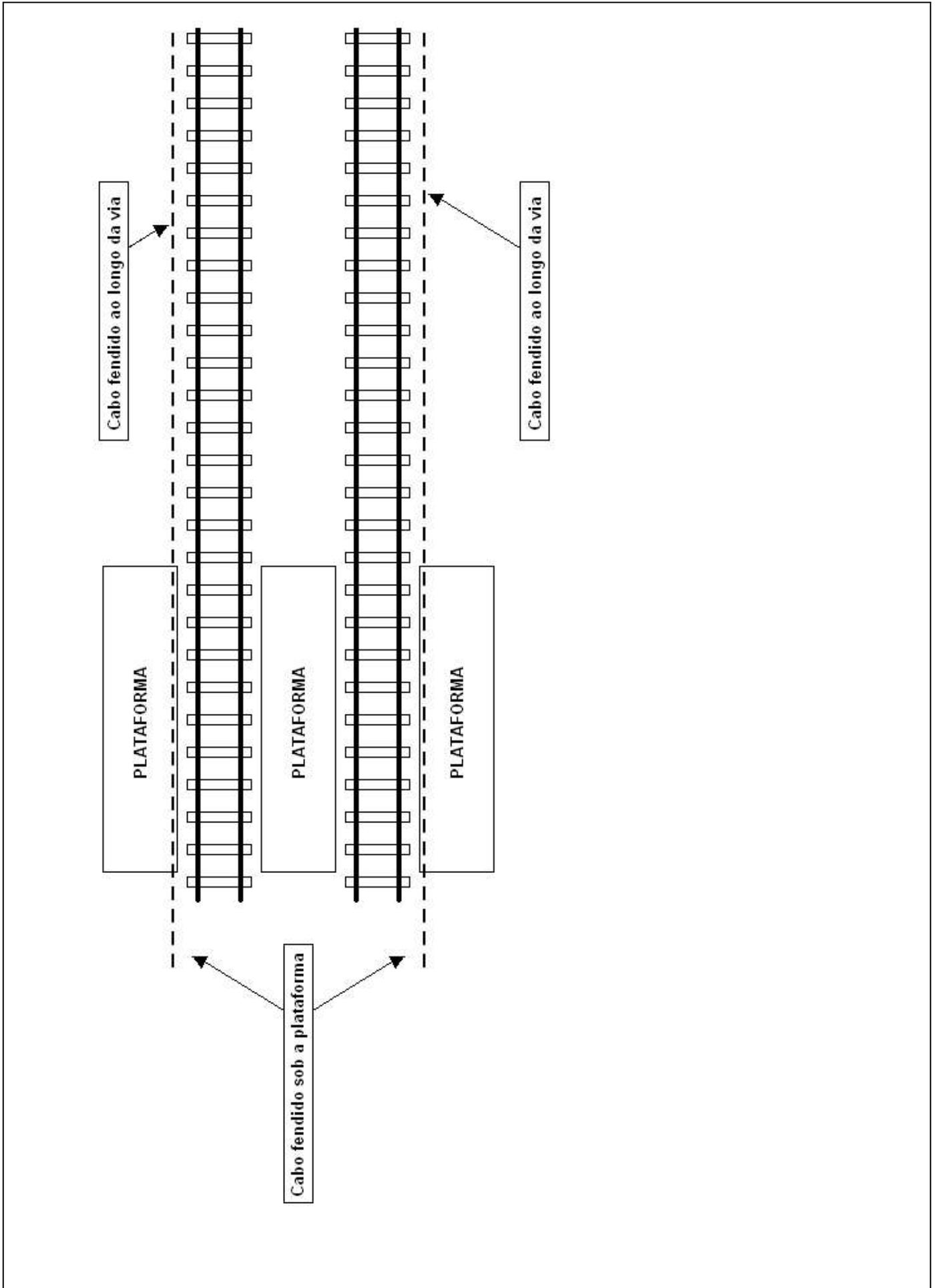
Uma bateria em boas condições e devidamente carregada deve durar de 6 a 8 horas

ZONAS MORTAS E ZONAS DE ABRANGÊNCIA DAS LINHAS 1, 2 E 3

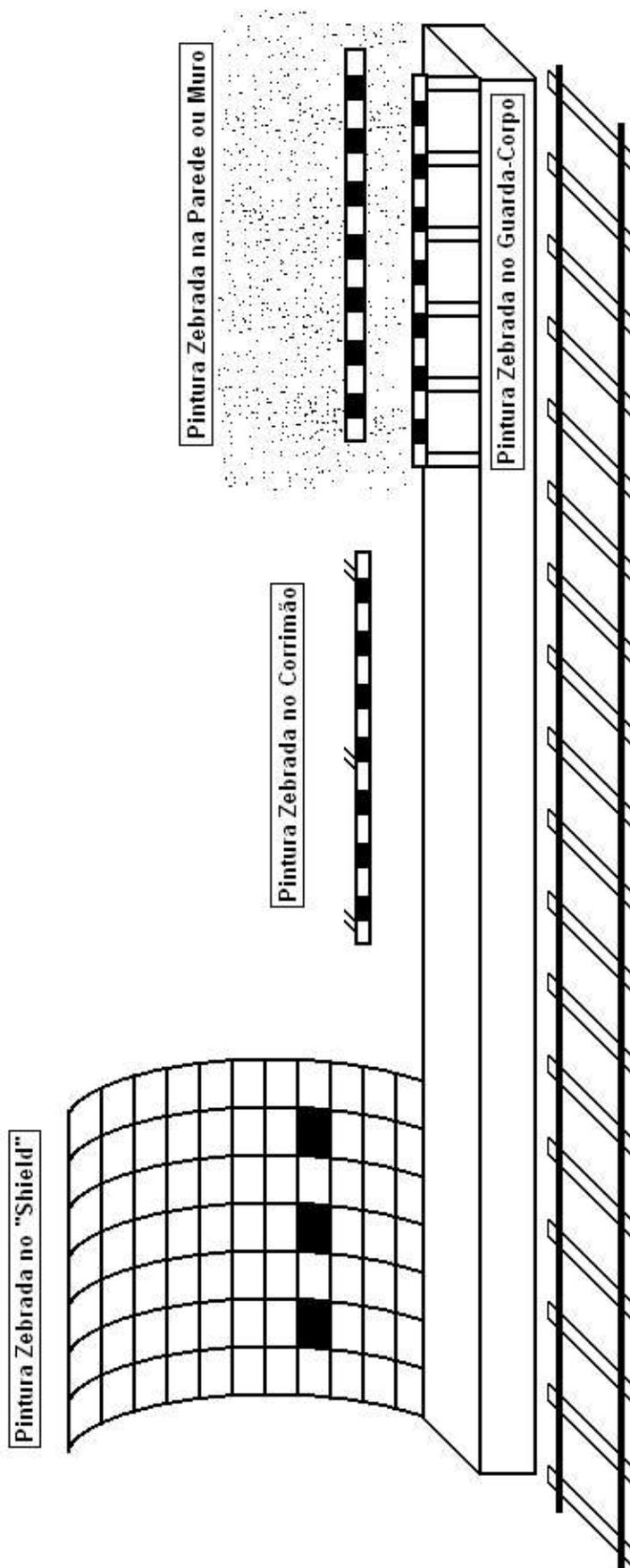
ZONAS DE ABRANGÊNCIA DO VHF



- Os transceptores A, B e o trem conseguem se comunicar com o CCO.
- O transceptor C terá dificuldades em se comunicar com o CCO.
- O transceptor D praticamente não conseguirá se comunicar com o CCO.
- Dependendo da distância, os transceptores poderão se comunicar entre si.



PINTURAS DAS ZONAS MORTAS – EXEMPLOS



LOCALIZAÇÃO DAS ZONAS MORTAS NAS LINHAS 1, 2 E 3

Entre as Estações	Observação
JAB e CON	Sul de CON, logo após o término da plataforma no sentido JAB. Fica entre CON e SE-242. Possui cerca de 48m
SAU e ARV	Norte de SAU, logo após o término da plataforma no sentido ARV. Exatamente sobre o X-03. Fica entre SE-547 e SAU. Possui cerca de 48m.
ARV e SCZ	Sul de SCZ, logo após o término da plataforma no sentido ARV. Fica entre SCZ e SE-273. Possui cerca de 38m.
VMN e ANR	Sul de ANR, logo após o término da plataforma no sentido VMN. Exatamente sobre o X-05. Possui cerca de 34m
PSO e VGO	Sul de VGO, logo após o término da plataforma no sentido PSO. Exatamente sobre o X-07. Possui cerca de 28m
JQM e LIB	Sul de LIB, logo após o término da plataforma no sentido JQM. Entre LIB e X-08. Possui cerca de 34m
Engate	Ligação com a Linha 3. Possui cerca de 16m.
<u>PSE e BTO</u>	Norte de PSE, logo após o término da plataforma no sentido BTO. Entre VT-255 e PSE. <u>Possui cerca de 10m.</u>
BTO e LUZ	Sul de LUZ, logo após o término da plataforma no sentido BTO. Entre LUZ e SE-360. Possui cerca de 36m.
TRD e PPQ	Sul de PPQ, quase 90m após o término da plataforma no sentido TRD. Possui cerca de 42m.
PPQ e TTE	Sul de TTE, logo após o término da plataforma no sentido PPQ. Possui cerca de 52m.
SAN e JPA	Norte de SAN, após o X-11. Possui cerca de 16m.
PSO e BGD	Leste de BGD, cerca de 100m após o término da plataforma no sentido PSO. Entre BGD e X-60. Possui de 14 à 24m.
<u>CNS e CLI</u>	Oeste de CNS, <u>cerca de 200m</u> após o término da plataforma no sentido CLI. Entre X-61 e CNS (Poço Sorocaba). Possui cerca de 26m.

FREQUÊNCIAS VHF DAS LINHAS 1, 2, 3, 5

LINGUAGEM DE COMUNICAÇÃO

Todos os diálogos via radiocomunicação devem seguir um padrão definido, onde sempre existem duas figuras bem definidas: **o emissor e o receptor**.

O emissor envia uma mensagem a um receptor e aguarda uma resposta deste. Logicamente, quando o receptor envia a mensagem ao emissor, as figuras se invertem.

PADRÃO DE MENSAGEM

Toda e qualquer mensagem deve seguir o padrão:

(Emissor) AO (Receptor) // (Mensagem)

Exemplos:

- OT Mario ao CCO.
- CCO ao trem 157 // Seguir viagem.
- AE João em JAB ao CCO // Retirando objeto da via 1 com gancho.
- SSE Carlos ao AS Roberto // Existe um pedinte incomodando usuários na plataforma 1.
- Trem 334 ao CCO // Estou com problemas de portas.

RETORNO DA MENSAGEM

Toda e qualquer mensagem deve ser respondida com a finalidade de se obter entendimento de ambas as partes na comunicação.

Se um retorno não foi ouvido ou entendido, é necessário que a comunicação seja repetida.

Exemplos:

- CCO ao trem 157 // Seguir viagem.
Trem 157 ao CCO // Seguindo viagem.
- AE João ao CCO // Objeto retirado de JAB-1 via liberada para circulação.
CCO ao AE João // Objeto retirado de JAB-1 considere a via energizada e liberada.

LINGUAGEM CODIFICADA

A linguagem codificada é utilizada para padronizar e agilizar a comunicação. Aliada ao padrão de mensagem comentado cria-se uma forma comum de comunicação onde o entendimento da mensagem torna-se mais claro e seguro.

Atualmente, utiliza-se a linguagem denominada "**Código Q**", que é um código muito utilizado no mundo inteiro, inclusive pela Polícia, Bombeiros, serviços de segurança e outros.

A tabela de "**Códigos Q**" possui quarenta e cinco códigos, porém para operação do sistema metroviário, **utilizam-se apenas seis (6) códigos básicos.**

CÓDIGOS "Q"

CÓDIGO	SIGNIFICADO
QRA	Identificação e localização exata do emissor
QRX	Aguardar na Escuta
QSL	Resposta que precede um retorno de mensagem
QSM	Solicitação de repetição da mensagem
QTI	Local de destino
QAP	Resposta que indica estar na condição de iniciar uma comunicação
NEGATIVO	Indicar uma condição negativa

QRA

É a identificação e localização completa de um empregado dentro do sistema. Normalmente utilizam-se os seguintes identificadores:

Cargo + Nome de guerra + Localização

Utilizações:

- O AE José está na SSO de JAB, qual é o seu **QRA**?
AE José na SSO de JAB.

- O AE José quer chamar o CCO.
AE José na SSO de JAB ao CCO.

- O OT Ronaldo está na composição 123, ao norte de PIG 1, qual o seu **QRA**?
OT Ronaldo trem 123 norte de PIG 1.

- O OT quer iniciar uma comunicação com o CCO.
OT Ronaldo trem 123 norte de PIG-1 ao CCO ou
Trem 123 ao norte de PIG-1 ao CCO ou
OT Ronaldo ao norte de PIG-1 ao CCO.

QRX

Código utilizado pelo receptor para informar que está ocupado com alguma atividade e solicita ao emissor para aguardar.

Utilizações:

- O OE Eduardo chama o CCO, porém este encontra-se ocupado em outro caso.
OE Eduardo ao CCO.
CCO ao OE Eduardo // QRX por favor.

- O CCO chama o OE Carlos, porém ele está atuando em um equipamento.
CCO ao OE Carlos.
OE Carlos ao CCO // QRX por favor // Estou atuando no quadro de baixa tensão.

QSL

Código utilizado somente como resposta para alguma ordem ou solicitação. É uma confirmação de uma mensagem (RETORNO).

Utilizações:

- O CCO solicitou uma atuação da AE Maria no trem 156.
CCO à AE Maria // Atuar na porta do trem 156.
AE Maria ao CCO // QSL // Atuando na porta do trem 156.
- AE Maria retirou um objeto e liberou a via para circulação.
AE Maria ao CCO // Objeto foi retirado e a via 1 de JAB está liberada para circulação.
CCO à AE Maria // QSL // Objeto retirado em JAB-1 // Considere a via energizada.
- O CCO solicita ao trem 339 para seguir viagem.
CCO ao trem 339 // Pode seguir viagem.
Trem 339 ao CCO // QSL // Seguindo viagem.

QSM

Código utilizado para solicitar uma repetição da mensagem devido a um não entendimento, falha na transmissão, ruído ou outro fator que interfira na comunicação.

Utilização:

- O CCO solicitou para o trem 145 aguardar na plataforma 1, porém a mensagem não chegou completa ao destino.
CCO ao trem 145 // Aguard..... (A mensagem não chegou clara ao receptor).
Trem 145 ao CCO // QSM // QSM.
CCO ao trem 145 // Aguardar na plataforma 1.
Trem 145 ao CCO // QSL // Aguardando na plataforma 1.

QTI

Código utilizado para solicitar a informação de destino de um empregado ou trem. É exatamente a pergunta "para onde você está indo?".

Utilização:

- O trem 168 está indo em direção ao ETC-1 e o CCO questiona o seu destino.
CCO ao trem 168 // Qual o seu QTI?
Trem 168 ao CCO // QTI do 168 é ETC-1.

QAP

É o código utilizado somente como resposta ao chamado de um emissor, ou seja, um empregado chama um outro, a resposta para o emissor será sempre um "QAP".

Utilizações:

- CCO à SSO de Vergueiro.
SSO de Vergueiro em QAP CCO.

- AE Adriano ao CCO.
CCO em QAP AE Adriano.

- CCO ao 147.
Trem 147 em QAP CCO.

- AS João ao CCO.
CCO em QAP AS João.

NEGATIVO

Palavra utilizada para denotar uma condição não verdadeira e realmente necessita-se passar a negativa.

Utilizações:

- Trem 154 ao CCO // Meu QTI é JAB-1.
CCO ao 154 // QSL // QTI é JAB-2.
154 ao CCO // Negativo // Negativo // QTI do 154 é JAB-1.

- CCO ao AE Roberto // Auxiliar na evacuação do 321 em REP-2.
AE Roberto ao CCO // QSL // Auxiliando na evacuação do 321 em REP-1.
CCO ao AE Roberto // Negativo // Negativo // Trem 321 em REP-2 // REP-2.

NOTA 1: Os códigos QSL e QAP NUNCA devem ser utilizados em uma pergunta.

Contra-exemplos:

- AE João está em QAP?
- CCO está em QAP?
- Você atuou na máquina de chave, QSL?
- Ô 145, você atuou na porta, QSL?

NOTA 2: Outros códigos "Q" nunca devem ser utilizados nas comunicações para não confundirem os empregados não habituados com esses códigos.

NOTA 3: Os termos "AFIRMATIVO" e "POSITIVO" nunca devem ser utilizados para não ocorrerem confusões com o "NEGATIVO", nos casos de entrecortes na comunicação.

SITUAÇÕES EMERGENCIAIS

Nas situações de risco à integridade física dos usuários e/ou segurança dos equipamentos, a comunicação deve seguir o seguinte padrão:

(Mensagem) EM (Local) // (Local) AO CCO (CC5) // (Mensagem) EM (Local)

Exemplos:

- Usuário na passagem de emergência em TAT 2 // TAT 2 ao CCO // Usuário na passagem de emergência em TAT 2.
- Usuário no leito da via em REP 1 // REP 1 ao CCO // Usuário no leito da via em REP 1.
- SPAP em Consolação 1 // Consolação 1 ao CCO // SPAP em Consolação 1.

PADRÃO DE PRONÚNCIA DOS NUMERAIS E SIGLAS

Alfanumérico

a) O padrão alfanumérico adotado é o existente na Língua Portuguesa, **com exceção do número "6"** que deve ser **pronunciado como "meia"**.

b) Os algarismos que compõem a identificação de um equipamento devem ser pronunciados isoladamente, precedidos do nome do equipamento.

Exemplos:

EQUIPAMENTO	PRONÚNCIA
Máquina de chave MC3221	Máquina de chave três dois dois um
Trem 123	Trem um dois três

c) Os números que podem ser confundidos com outros devem ser pronunciados isoladamente.

Exemplos:

NÚMERO	PRONÚNCIA
66	Meia meia
76	Sete meia
60	Meia zero
70	Sete zero

d) Números de 4 a 3 dígitos devem ser pronunciados isoladamente ou de dezena em dezena.

Exemplos:

NÚMERO	PRONÚNCIA
Trem 316	Trem três um meia
Máquina de Chave MC3221	Máquina de chave três dois dois um
Carro 3276	Carro trinta e dois sete meia
Carro 2945	Carro vinte e nove quarenta e cinco

e) Números de 2 dígitos devem ser pronunciados conforme dezena.

Exemplos:

NÚMERO	PRONÚNCIA
X-10	X dez
Feeder F31	Feeder F trinta e um
X-25	X vinte e cinco

f) Números que formam uma unidade devem ser pronunciados isoladamente.

Exemplos:

NÚMERO	PRONÚNCIA
Viatura 09	Viatura zero nove
Seccionadora SN-02	Seccionadora SN zero dois

Linhas 1, 2, 3 e 5

LINHA	PRONÚNCIA
Linha 1-Azul	Linha um azul
Linha 2-Verde	Linha dois verde
Linha 3-Vermelha	Linha três vermelha
Linha 5-Lilás	Linha cinco lilás

Estações – Linha 2-Verde

ESTAÇÃO	PRONÚNCIA
Imigrantes	Imigrantes
Chácara Klabin	Klabin
Ana Rosa	(Ana) Rosa Verde ou (Ana) Rosa Linha 2
Paraíso	Paraíso Verde ou Paraíso Linha 2
Brigadeiro	Brigadeiro
Trianon-Masp	Trianon
Consolação	Consolação
Clínicas	Clínicas
Santuário Nossa Senhora de Fátima - Sumaré	Sumaré
Vila Madalena	Madalena

Estações – Linha 3-Vermelha

ESTAÇÃO	PRONÚNCIA
Corinthians-Itaquera	Itaquera
Artur Alvim	ART
Patriarca	Patriarca
Guilhermina-Esperança	VPA
Vila Matilde	Matilde
Penha	Penha
Carrão	Carrão
Tatuapé	TAT
Belém	Belém
Bresser-Mooça	Bresser
Brás	Brás
Pedro II	PDS
Sé	Sé Vermelha ou Sé Linha 3
Anhangabaú	GBU
República	REP ou República
Santa Cecília	Cecília
Marechal Deodoro	Deodoro
Palmeiras Barra-Funda	BFU ou Barra Funda

Estações – Linha 5-Lilás

ESTAÇÃO	PRONÚNCIA
Capão Redondo	CPR ou Capão Redondo
Campo Limpo	Campo Limpo
Vila das Belezas	VBE ou Belezas
Giovanni Gronchi	GGR ou Giovanni
Santo Amaro	Santo Amaro
Largo Treze	LTR ou Largo Treze

Zona Terminal (TM) e de Transferência (TF)

Pronuncia-se o nome, número e localização.

Exemplos:

LOCAL	PRONÚNCIA
TM-1 de ANR	TM um de Ana Rosa
TM-2 de TUC	TM dois de TUC
TF-1	TF um
TM-2 de LTR	TM dois de Largo Treze

Estacionamento (Exx)

Pronuncia-se o nome e número.

Exemplos:

LOCAL	PRONÚNCIA
Linha 38	Linha trinta e oito
Linha 39	Linha trinta e nove
ETC-1 (Tucuruvi)	ETC um
ETC-2 (Tucuruvi)	ETC dois
B'1	B linha 1
B'2	B linha 2
EAR-1 (Ana Rosa)	EAR um
EAR-3 (Ana Rosa)	EAR três
ECL-3 (Clínicas)	ECL três
ECL-4 (Clínicas)	ECL quatro
EBF-21 (Barra Funda)	EBF vinte e um
EBF-3 (Barra Funda)	EBF três
EPN-3 (Penha)	EPN três
EPN-62 (Penha)	EPN meia dois
EPB-1 (Pátio Belém)	EPB um
EPB-2 (Pátio Belém)	EPB dois
EPC-10 (Pátio Capão Redondo)	EPC dez
EPC-15 (Pátio Capão Redondo)	EPC quinze
ECR-2 (Capão Redondo)	ECR dois
ECR-31 (Capão Redondo)	ECR trinta e um
ETR-1 (Largo Treze)	ETR um
ETR-2 (Largo Treze)	ETR dois

Intertravamento (X-yy)

Pronuncia-se o "xis" e o número.

Exemplos:

INTERTRAVAMENTO	PRONÚNCIA
X-00	X zero zero
X-11	X onze
X-58	X cinquenta e oito
X-64	X meia quatro
X-23	X vinte e três
X-33	X trinta e três
X-44	X quarenta e quatro
X-45	X quarenta e cinco

Pátios, Torres e Centros de Controle

LOCAL	PRONÚNCIA
Pátio Jabaquara	PAT
Pátio Itaquera	PIT
Pátio Belém	EPB
Pátio Capão Redondo	PCR
Torre do Pátio Jabaquara	Torre do PAT
Torre do Pátio Itaquera	Torre do PIT
Torre do Pátio Belém	Torre do EPB
Centro de Controle Operacional - Linhas 1,2 e 3 - CCO	CCO
Centro de Controle Operacional - Linha 5 - CC5	CC cinco

Subestação Primária (Yxx)

PRIMÁRIA	PRONÚNCIA
Saúde	YSA
Canindé	YCE
Cambuci	YCI
Barra Funda	YBF
Pedro II	YPS
Tatuapé	YTA
Guilhermina-Esperança	YVP
Guido Caloi	YGC

Subestação Retificadora (Wxx)

RETIFICADORA	PRONÚNCIA
Jabaquara	WJA
São Judas	WJU
Saúde	WSA
Praça da Árvore	WAR
Vila Mariana	WVM
Paraíso	WPS
São Joaquim	WJQ
Luz	WLU
Tietê	WTT
Carandiru	WCD
Zuquim	WZI
Guido Caloi	WGC