



AEAMESP



# NOVO PARQUE DE INSTRUMENTOS PARA A MANUTENÇÃO

Francisco Carlos Lopes Mathias



AEAMESP



## “20ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA”

### CATEGORIA 3

#### NOVO PARQUE DE INSTRUMENTOS PARA A MANUTENÇÃO

Francisco Carlos Lopes Mathias (1)

#### RESUMO

Novas tecnologias para elevar a eficiência em processos de controle de trens e passageiros, exigem paralelamente investimentos em tecnologia analítica e diagnóstica com um novo parque de instrumentos.

O mérito deste trabalho de especificação e aquisição do novo parque de instrumentos para a manutenção se materializa em agregar ao Metrô de São Paulo recursos de qualidade, segurança e tecnologia.

Atendendo plenamente à manutenção dos sistemas modernizados e também à manutenção do próprio parque de instrumentos internamente ao Metrô.

Assim mantemos o domínio da tecnologia da manutenção dos novos sistemas e do novo parque de instrumentos, permitindo diagnósticos otimizados de falhas, monitoramento de desvios antecipando ações de manutenção e principalmente obter índices de confiabilidade e disponibilidade elevados.

#### DESCRIÇÃO

A Modernização dos sistemas de Sinalização e Telecomunicações consiste na substituição de todos os sistemas responsáveis pela movimentação automática e segura dos trens e todos os sistemas de controle de fluxo de passageiro, segurança operacional e apoio às operações de tráfego.

(1) Companhia do Metropolitano de São Paulo – Metrô; Engenheiro da coordenadoria de Estudos e Planejamento da Manutenção de Equipamentos Fixos Eletrônicos.

Temos a seguir exemplos de modernização de sistemas:



**Fig.1** Trem antes e depois da modernização; Foram instalados Rádios digitais, 10 redes de dados e vídeo e 26 câmeras a bordo de cada trem, substituídos os sistemas de propulsão e freios.



**Fig.2** Cabine antes e depois da modernização



**Fig.3** Cabines modernizadas; Utilizando a tecnologia de redes e rádios digitais.



**Fig.4** Sistema de CFTV IP, Telefones IP e sistema Multimídia; Utilizando a tecnologia de redes de fibra óptica e cabos metálicos.



**Fig.5** Porta de plataforma, Escadas rolantes e Bloqueios; Utilizando a tecnologia de redes digitais.



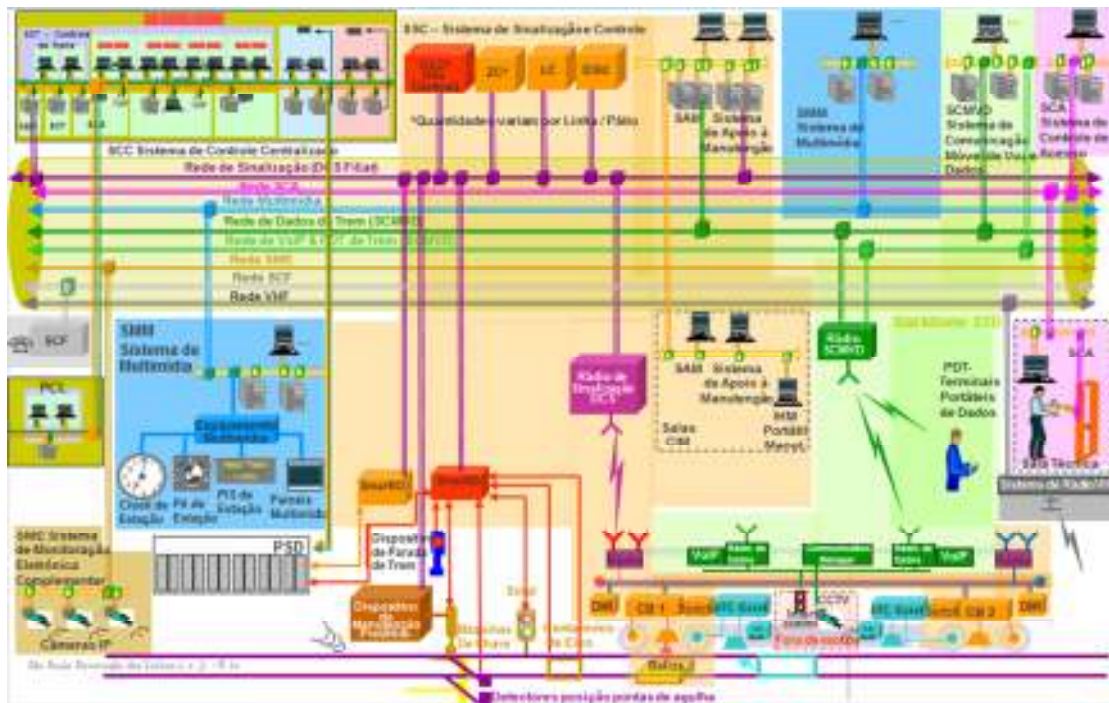
**Fig.6** Centro de Controle Operacional – CCO implantação de todos os sistemas com a tecnologia de redes e rádios digitais

Como vimos nos **Exemplos de Modernização**, estes novos sistemas de Sinalização e Telecomunicações são baseados na tecnologia da comunicação, Envolvendo estruturas de redes de cabos metálicos, fibra ópticas, redes wireless e rádios digitais “Spread Spectrum”.

Esta tecnologia reduz os custos permanentes de manutenção, pois com a utilização de arquitetura redundante e distribuída há um aumento significativo da confiabilidade e

disponibilidade dos equipamentos, porém há um aumento significativo de sua complexidade.

Temos na figura abaixo a visão geral dos novos sistemas de sinalização e telecomunicações:



**Fig.7** Modernização dos Sistemas das Linhas 1, 2 e 3 – Baseados na tecnologia da comunicação, envolvendo estruturas de redes e rádios. (Figura extraída do curso ministrado pela ALSTOM).

Temos alguns números que demonstram a dimensão desta arquitetura:

- 2000 Rádios Digitais;
- 2500 Câmeras IP (20 -80 câmeras por estação);
- 500 km de cabos (redes Metálicas e Fibra óptica);
- 1000 Switch;
- 500 Servidores;
- 1000 Estações de Multimídia;
- 20 redes em cada estação;
- 10 Redes a bordo do trem;
- 26 câmeras por trem.
- 7500 Dispositivos ligados em rede.





AEAMESP



Com os novos sistemas de sinalização e telecomunicações o Metrô de São Paulo espera intervalos entre trens cada vez menores, para a manutenção significa que é necessário extrair o máximo desempenho dos sistemas e equipamentos para acompanhar o forte compasso operacional. E qualquer perturbação do sistema, por menor que seja, gera grandes transtornos operacionais.

Assim diante de uma situação de perturbação do sistema a intervenção da manutenção torna-se muito crítica, exigindo cada vez mais ferramentas de diagnóstico otimizadas e domínio da tecnologia aplicada.

Desde o início de sua operação comercial, o Metrô vem assumindo a responsabilidade pelas suas próprias manutenções, tanto de campo como em oficina, para manter o padrão de Confiabilidade, Disponibilidade e Manutenibilidade.

Mas como conceber uma estrutura de manutenção de algo absolutamente novo no Brasil? Como obter informações assertivas para efetuar manutenções, tendo em vista que muitos fornecedores se apoiam em segredo industrial?

As respostas foram surgindo uma a uma com muito estudo fundamentado em modelos de outras empresas que operam sistemas críticos com esta tecnologia de comunicações.

Uma das respostas encontrada pela Engenharia da Manutenção é investir no novo parque de instrumentos para a manutenção.

Seria simples especificar estes instrumentos englobando somente a tecnologia de redes e rádios, pois no mercado temos muitas opções que atenderiam.

Porém tem um agravante que é os **ambientes agressivos** onde estão inseridos estes sistemas modernizados.

Estes **ambientes agressivos** são inerentes às instalações do Metrô, que são estações, túneis, vias em céu aberto, alimentações elétricas de alta tensão e potência lugares de difícil acesso, etc.

Temos na figura abaixo a visão geral dos novos sistemas inseridos nos **ambientes agressivos** inerentes às instalações do Metrô:



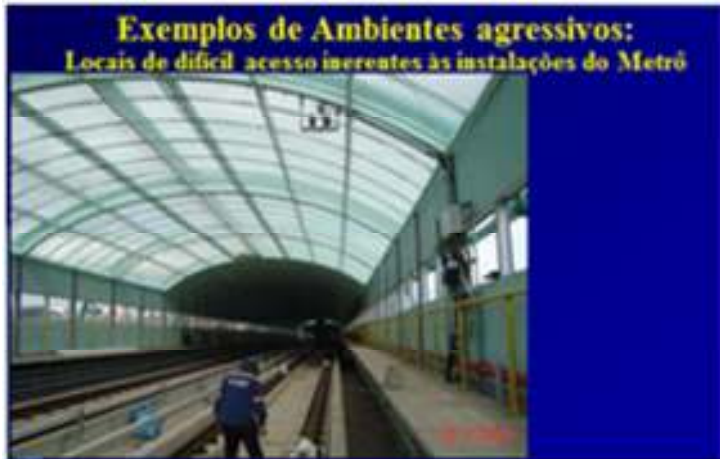
**Fig.8** Estruturas de redes e rádios inseridos nos ambientes agressivos inerentes às instalações do Metrô.

Acima temos representados as Estruturas de Redes e Rádios inseridos nos **Ambientes Agressivos (FÍSICOS, ELÉTRICOS, LÓGICOS)** que são inerentes às instalações do Metrô e que os instrumentos terão que suportar:

**Os Ambientes Agressivos FÍSICOS:** são os locais onde os equipamentos estão instalados (poeira, umidade, vibração, acesso restrito, etc.).



**Fig.9** Exemplo de ambiente agressivo inerente às instalações do Metrô.



**Fig.10** Exemplo de ambiente agressivo inerente às instalações do Metrô; Posicionamento das antenas do CBTC.



**Fig.11** Exemplo de ambiente agressivo inerente às instalações do Metrô; posicionamento dos cabos e rádios ao longo da via.





**Fig.12** Exemplo de ambiente agressivo inerente às instalações do Metrô; posicionamento dos cabos e rádios ao longo da via.

**Os Ambientes Agressivos ELÉTRICOS:** são as interferências provenientes dos campos magnéticos e elétricos provocados pela alimentação elétrica de alta tensão e corrente próximas dos locais de medição (motores de tração, ventilação do túnel, escadas rolantes, interferências de inversores de frequência, subestações retificadoras, retorno de correntes dos trens, etc.,).



**Fig.13** Exemplo de ambiente agressivo inerente às instalações do Metrô.

**Os Ambientes Agressivos LÓGICOS:** são as Interferências de RF geradas por dispositivo wireless nas faixas de 2.4GHZ e 5.8GHZ.

É uma preocupação recente para nós, pois nossos sistemas eram completamente confinados.

Esta Interferência pode ser Acidental ou Proposital sendo esta última denominada “ARMAS LÓGICAS”, que poderá causar atrasos ou até indisponibilidade do sistema, porém nunca um acidente devido às proteções do sistema.

Abaixo temos uma situação onde há possibilidade de dispositivo wireless interferindo no sistema.



**Fig.14** Exemplo de ambiente agressivo inerente às instalações do Metrô.

Este fato fez com que elevasse as exigências para a especificação de cada instrumento, pois também seria submetida a estes ambientes agressivos, visando sua imunidade às interferências, portabilidade e principalmente à segurança do operador do instrumento.

Além de operar em **Ambientes Agressivos**, outro parâmetro muito importante para o Metrô de São Paulo é a possibilidade de efetuar a manutenção do instrumento em nossas dependências, pois temos um laboratório completo, inclusive com os principais padrões para reparar e aferir todos os instrumentos.

Depois de reunidas todas estas condições de contorno o envelope de requisitos para especificação do Novo Parque de Instrumentos para a Manutenção contempla:

- Possibilitar a manutenção dos sistemas modernizados, de campo e oficina e do próprio parque de instrumentos internamente ao Metrô;
- Atender às normas segurança para o operador do instrumento;
- Facilidade de uso;
- Robustez;
- Portabilidade no caso de instrumentos para o campo;
- Suportar os ambientes agressivos inerentes às instalações do Metrô;
- Custo x Benefício, compatíveis com as necessidades.

Abaixo temos um quadro resumo dos principais parâmetros analisados na especificação do novo parque de instrumentos.



**Fig.15** Parâmetros para a Especificação do Novo parque de Instrumentos.

Assim a Engenharia de Manutenção disposta a induzir novas tecnologias e difundir novas técnicas de manutenção, espera com o novo parque de instrumentos:

- Diagnósticos de falhas otimizados;
- Domínio das novas tecnologias;
- Monitorar desvios antecipando ações de manutenção;
- Agregar ao Metrô recursos de qualidade e segurança garantindo a eficiência da manutenção.

A seguir temos alguns exemplos de instrumentos adquiridos para a manutenção, conforme figura abaixo:



**Fig.16** Exemplos de Instrumentos adquiridos para a Manutenção.

Neste quadro muitos são instrumentos de uso rotineiro e em manutenções programadas, mas destacamos 05 (cinco) tipos de instrumentos que essencialmente garantem a otimização de diagnóstico de falhas mais complexas, que são:

- Analisador de Redes portátil;
- Analisador de espectro portátil - 100KHZ a 8GHZ;
- Analisador de espectro em tempo real portátil - 10KHZ a 6,2GHZ;
- Sistema de diagnóstico de falhas em placas.
- Sistema de aquisição e gravação de dados.

Abaixo temos a descrição das principais características e aplicação:

### **ANALISADOR DE REDES PORTÁTIL**



Sua finalidade é medir todas as métricas que permitam identificar a performance das redes de cabos metálicos, cabo de fibra óptica e redes wireless.

Seu uso será em estações, túnel, vias, subestações e trens. Assim é imprescindível sua imunidade a ruído, robustez e portabilidade.

### **ANALISADOR DE ESPECTRO PORTÁTIL – 100KHZ A 8GHZ**



Sua finalidade é medir todas as métricas que permitam identificar a performance dos rádios digitais instalados ao longo das vias.

Seu uso será em túnel, vias em céu aberto e trens. Assim é imprescindível sua imunidade a ruído, robustez e portabilidade.



## ANALISADOR DE ESPECTRO EM TEMPO REAL PORTÁTIL – 10KHZ A 6,2GHZ



Sua finalidade é medir todas as métricas que permitam identificar a performance dos rádios digitais instalados ao longo das vias, identificar e localizar interferências, inclusive intrusão proposital (ARMAS LÓGICAS).

Seu uso será em túnel, trens e principalmente em vias a céu aberto. Assim é imprescindível sua imunidade a ruído, robustez, rapidez em processar os sinais (Tempo Real) e portabilidade.

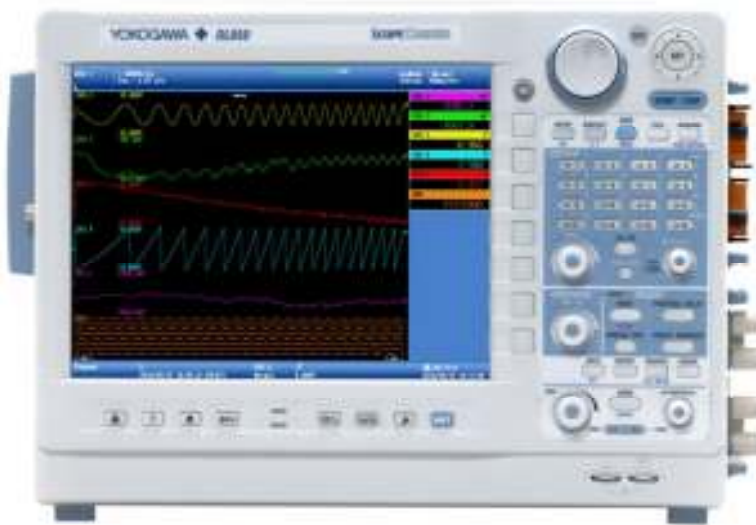
## SISTEMA DE DIAGNÓSTICO DE FALHAS EM PLACAS



Sua finalidade é realizar o diagnóstico de falha em placas de circuitos eletrônicos, sem a necessidade de esquemas elétricos, jiga de testes e conhecimento específico da funcionalidade do equipamento. Possibilitando atingir um alto índice de placas reparadas, mesmo com todas as dificuldades citadas acima.

Seu uso será nas oficinas eletrônicas, atendendo tanto as placas dos sistemas de sinalização e telecomunicações como também do parque de instrumentos.

## SISTEMA DE AQUISIÇÃO E GRAVAÇÃO DE DADOS



Sua finalidade é medir todas as métricas que permitam identificar a performance dos sistemas elétricos e eletrônicos instalados ao longo das vias, estações, subestações de alimentação elétrica e trens.

Possibilita a captura de vários sinais simultaneamente, transitórios e a sua gravação. Tornando possível correlacionar os efeitos físicos e identificá-los após a ocorrência otimizando a análise de falhas intermitentes.

### **Expectativa com a utilização do novo parque de instrumentos:**

Com a utilização do novo parque de instrumentos espera-se não simplesmente diagnosticar mais rapidamente uma falha nos sistemas modernizados, mas também melhorar ainda mais o desempenho do sistema, implementando novas técnicas e funcionalidades prevendo desvios e antecipando falhas catastróficas.



AEAMESP



## FUTURO

Cada vez mais temos restrições em realizar testes para diagnósticos de falhas mais complexos fora do horário comercial, devido à quantidade cada vez maior de atividades realizadas neste período. Assim a gerência de manutenção através da sua engenharia esta estudando a viabilidade da tecnologia de sensores wireless, RFID, telemetria e diagnósticos por imagem de alta velocidade.

Seu uso será em horário comercial aproveitando o transcorrer das operações normais dos equipamentos, sem modificá-los e transparente para os usuários.

## CONCLUSÃO

O mérito deste trabalho de especificação e aquisição se materializa em:

- Diagnóstico de falhas otimizado;
- Manutenção nos sistemas modernizados e do novo parque de instrumentos;
- Domínio das novas tecnologias;
- Monitorar desvios antecipando ações de manutenção;
- Agregar ao Metrô recursos de qualidade e segurança garantindo a eficiência da manutenção.

Assim mantemos o domínio da tecnologia da manutenção dos novos sistemas e do novo parque de instrumentos.

**Nota:** Esse trabalho foi apresentado no GPAA 2012 em Recife – PE e ABRAMAN 2013 em Salvador – BA.

FRANCISCO CARLOS LOPES MATHIAS

ENGENHEIRO ELETRICISTA

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO – METRÔ

Engenheiro da Coordenadoria de Estudos e Planejamento da Manutenção de Equipamentos Fixos Eletrônicos do Metrô –SP.

[fmathias@metrosp.com.br](mailto:fmathias@metrosp.com.br)

0XX 11 5060 - 4384