



# **Desafios dos Novos Sistemas Metroferroviários Baseados em Softwares**

**Metrô de São Paulo**

**Conrado Grava de Souza**

**Fábio Siqueira Netto**

- Descrever a evolução tecnológica dos sistemas metroferroviários e desafios decorrentes
- Mostrar exemplos que caracterizam a necessidade de nova abordagem operacional e técnica sobre os sistemas de missão crítica baseados em software
- Discutir as alternativas para se obter a propriedade de softwares

1. Introdução
2. Novo Paradigma de Sistemas Baseados em Software
3. Importância das Rotinas de Testes em Softwares
4. Questões relacionadas as propriedades de softwares
5. Conclusões

# 1. Introdução

---

- Projetos dos sistemas metroferroviários atuais têm incorporado novas tecnologias de hardwares e softwares
- Tal evolução obriga que as operadoras revejam seus conceitos de O&M
- Desconhecimento pode implicar riscos para o negócio das operadoras:
  - Planejar e acompanhar a execução dos testes de validação dos novos sistemas minimizam os riscos
  - Necessário definir estratégia de propriedade de softwares no contrato

1. Introdução
2. Novo Paradigma de Sistemas Baseados em Software
3. Importância das Rotinas de Testes em Softwares
4. Questões relacionadas as propriedades de softwares
5. Conclusões

- Os sistemas evoluíram mesmo, ou apenas sofreram pequenas mudanças?
- Se houve evolução, será que ela é mesmo significativa?

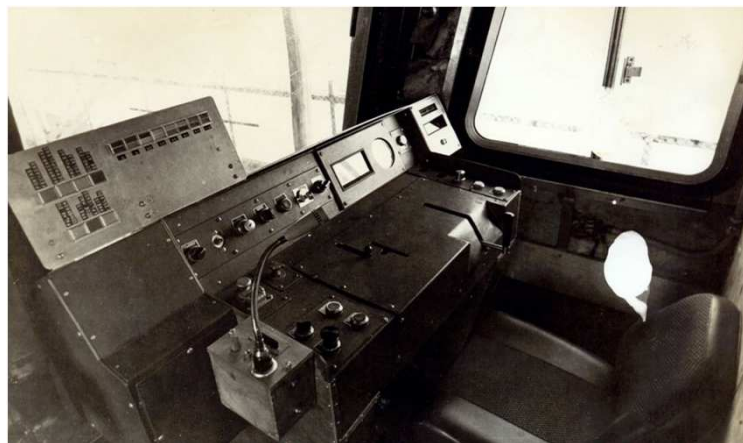
### CCO década 1970



### CCO anos 2000



### Console trem década 1970



### Console trem em 2014



Trem década 1970



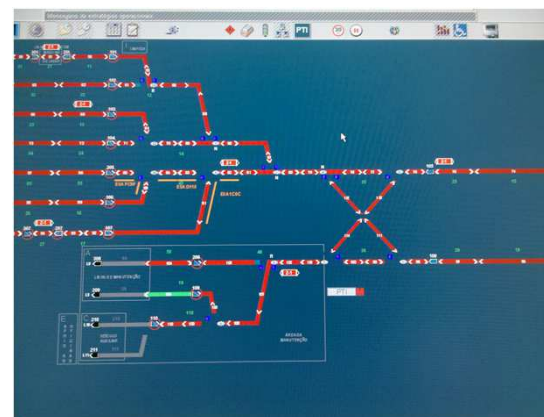
O mesmo trem em 2014



Sinalização década 1970



Sinalização em 2014





- Desafios estratégicos:
  - Capacitar equipes de O&M na mesma velocidade da evolução tecnológica
  - Preparar o ambiente para novos paradigmas
  - Criar mecanismos que minimizem a forte dependência de fornecedores
- Desafios táticos:
  - Desenvolver novas estratégias de O&M
  - Identificar todos os componentes operados por software
  - Planejar e controlar a obsolescência dos sistemas baseados em software
  - Desenvolver política de controle de versões de softwares

- Exemplo: trens do Metrô de São Paulo
  - 15 frotas diferentes, da década de 1970 até hoje
  - 10 frotas possuem números significativos de softwares
  - 900 é a quantidade aproximada de softwares nessas frotas
    - 500 estão embarcados (aplicativos)
    - 400 são para manutenção



- Pontos de atenção:
  - A lógica de operação dos novos sistemas está no software
  - A segurança de novos sistemas – **security e safety** – estão no software
- **Problema: conhecimento de software é de domínio público**



1. Introdução
2. Novo Paradigma de Sistemas Baseados em Software
3. Importância das Rotinas de Testes em Softwares
4. Questões relacionadas as propriedades de softwares
5. Conclusões

- Características dos softwares utilizados em metroferrovias:
  - Requisitos rígidos de segurança
  - Tempo de resposta baixíssimo
  - Tolerância à falhas
  - Alta disponibilidade e confiabilidade
- Rotinas de Testes em Softwares:
  - Assegura o atendimento aos requisitos definidos em projeto
  - Atende as necessidades operacionais
  - Procura por problemas para garantir a qualidade do sistema



- Validação e Teste são um processo:
  1. Planejamento dos testes
  2. Desenvolvimento dos casos de testes
  3. Execução dos testes
  4. Análise dos resultados para a Validação do sistema
- Processo pode ser aplicado em:
  - Módulos isolados ou integrados
  - Funções específicas
  - Segurança
  - Desempenho

- Recursos necessários para a realização dos testes:



Equipe independente, treinada e capacitada no sistema



Procedimentos claros e objetivos, com parâmetros definidos



Ferramentas adequadas e aferidas



Manter registros dos testes executados



- De acordo com o *American Council for an Energy-Efficient Economy*

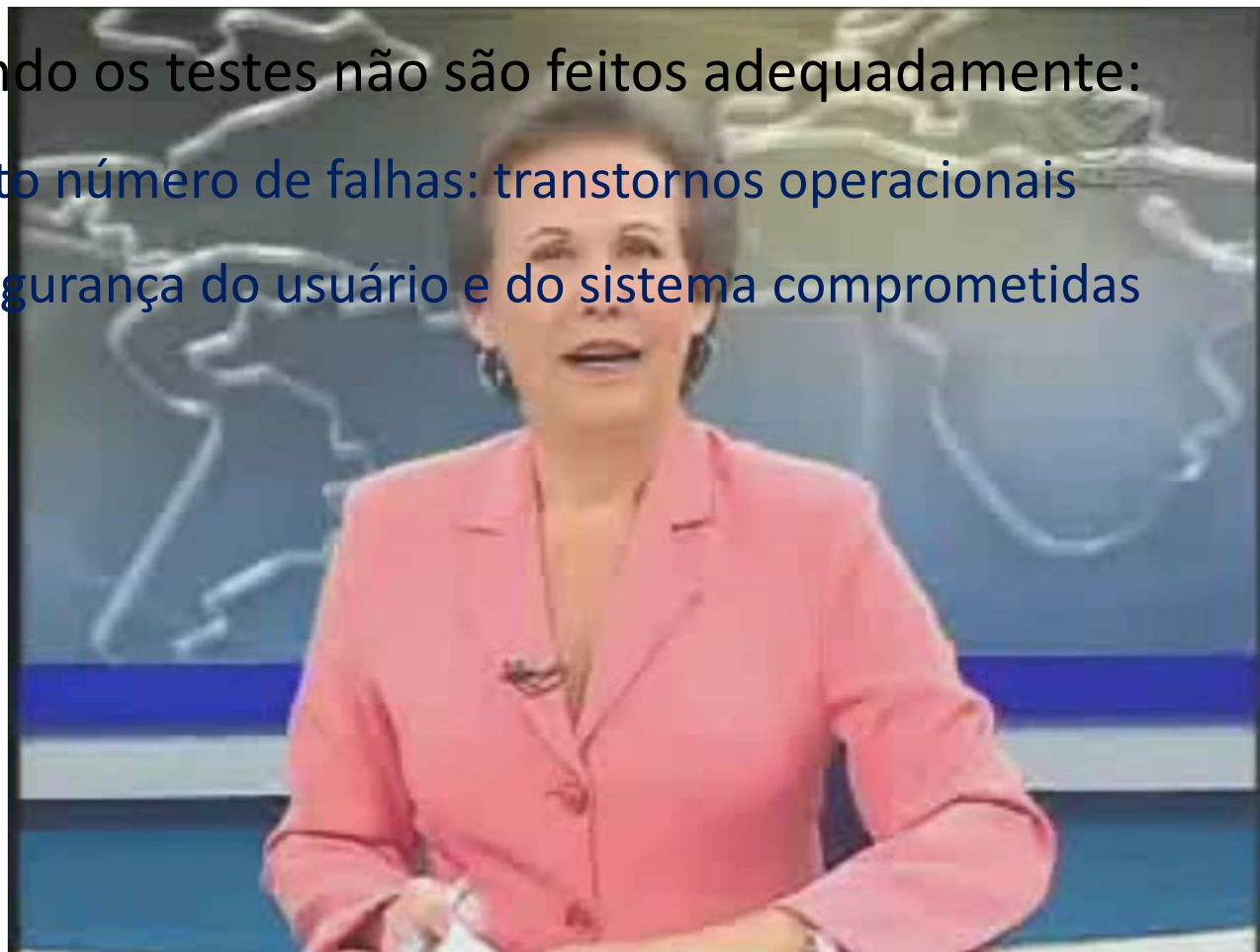
*“ Uma rotina de testes adequada reduz a ocorrência de problemas operacionais, melhora o conforto e provê economias de recursos”*

- Mesmo os softwares de apoio devem ser vistos com a mesma criticidade:
  - *Acidente com avião da empresa Spainair em 2008, vitimou 154 pessoas no voo JK5022*
  - **Causa:** *virus no sistema administrativo de controle de falhas*





- Quando os testes não são feitos adequadamente:
  - Alto número de falhas: transtornos operacionais
  - Segurança do usuário e do sistema comprometidas



1. Introdução
2. Novo Paradigma de Sistemas Baseados em Software
3. Importância das Rotinas de Testes em Softwares
4. Questões relacionadas as propriedades de softwares
5. Conclusões

- Propriedade do software implica:
  - Conhecer e dominar o seu código fonte ou;
  - Possuir os códigos executáveis, mas sem saber como funcionam
- Segredo industrial está nos códigos fontes
  - Fornecedores não entregam mesmo com cláusula em contrato
  - Operadoras não conseguem customizar aplicações sem o código fonte
- Alternativa: trabalhar com Escrow
  - Código fonte fica depositado em uma entidade independente
  - Assegura a propriedade para a operadora caso o fornecedor deixe de existir
  - Contrato deve prever este modelo de propriedade



1. Introdução
2. Novo Paradigma de Sistemas Baseados em Software
3. Importância das Rotinas de Testes em Softwares
4. Questões relacionadas as propriedades de softwares
5. Conclusões

- Para o setor metroferroviário, a evolução tecnológica representa um desafio em quatro dimensões: requisitos, desenvolvimento, processos de validação e de testes e modelo de trabalho
- Fator crítico de sucesso em projetos que envolvam novas tecnologias é a capacitação do corpo técnico e operativo
- Softwares usados em linhas metroferroviárias devem possuir rotinas rígidas de testes e validações
- Escrow representa uma alternativa para contornar as divergências entre operadoras e fornecedores sobre a propriedade de softwares

# Agradecemos a atenção

Conrado Grava de Souza  
Fone: +55-11-3179-2208  
[cgsouza@metrospcombr](mailto:cgsouza@metrospcombr)

Fábio Siqueira Netto  
Fone: +55-11-5060-4518  
[fabio.siqueira@metrosp.com.br](mailto:fabio.siqueira@metrosp.com.br)