



## PAINEL 9 AUTOMAÇÃO EM METRÔS

STO "semi-automático"  
DTO "driverless"  
UTO "unattended operation"

*Tadashi Nakagawa*

**HEADWAYX**  
Engenharia

*Peter L. Alouche*

**PA** Transport  
Consulting

# Níveis de Automação de um Metrô

Norma IEC 6220-1

## Níveis de Automação em Metrôs (Norma IEC 62290-1)

### Nível I de Automação: Operação Manual dos Trens (não automática)

O condutor dá partida ao Trem, fecha as portas, acelera e freia.

O sistema supervisiona as atividades do condutor quanto aos sinais de via e velocidade.

### Nível II de Automação: Operação do Trem Semi-Automática - (STO)

O condutor atua em caso de situação de risco. A Aceleração e Frenagem são automáticas. A Velocidade é supervisionada continuamente pelo Sistema.

A Partida do trem é da responsabilidade dos agentes operacionais

### Nível III de Automação: Operação do Trem sem condutor ("Driverless")- (DTO)

Não há condutor para observar a via e a parada do trem em caso de situação de risco.

É necessário um agente operacional presente a bordo.

A partida do trem da estação e o fechamento das portas, podem ser automáticos ou da responsabilidade dos agentes.

### Nível IV de Automação: Operação do Trem não atendida - (UTO)

A partida segura do trem da estação, incluindo o fechamento das portas, são automáticas. O sistema suporta detecção, gerenciamento de riscos e situações de emergência, como a evacuação de passageiros.

Algumas situações de risco ou situações de emergência, como o descarrilamento ou a detecção de fumaça ou fogo, podem requerer a intervenção de agentes.

# Operação de Metrô

## Níveis de Automação

Operação do Trem	Condução	Parada do Trem	Fechamento de Portas	Operação em caso de incidente	Exemplos
Manual	Condutor	Condutor	Condutor	Condutor	Bruxelas Barcelona Hamburgo
STO - Semi - Automática	Automático	Automático	Condutor	Condutor	Metrô SPaulo – L1,2,3 Hong Kong Singapura
DTO - Driverless	Automático	Automático	Agente no trem	Agente no trem	Docklands, Osaka Ankara
UTO - Unattended	Automático	Automático	Automático	Automático	Metrô SP – L4 Metrô Paris – L14 Toulouse People Movers

# Operação Semi Automática - STO

Metrôs pioneiros em STO

## Operação em ATO mas Condutor na Cabine

**BART de San Francisco**



Fonte: Mike Rohde 2004-2007,  
Photos by M. Rohde. Page updated 11 August 2007.

**São Paulo**



Fonte: Metrô de São Paulo



# Operação Driverless - DTO

Metrô Condução automática com agente a bordo

**Operação “Driverless” – DTO  
sem condutor com agente no trem**

Docklands



Osaka



Fonte: Mike Rohde 2004-2007,  
Photos by M. Rohde. Page updated 11 August 2007.

# Unattended Operation - UTO

Metrô Leves – condução sem agente a bordo

**Unattended Operation - UTO**  
sem condutor e sem agente no trem

Métro de Lyon



Métro de Lille



Sky Train de Vancouver



# Unattended Operation - UTO

Metrôs pesados condução sem agente a bordo

**Unattended Operation – UTO**  
sem condutor e sem agente no trem

**Metrô de Paris L14**



**Metrô São Paulo L4**



**Metrô de Dubai**



# Operação sem condutor

## Sistemas em Serviço

Ásia	Europa	Américas
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ankara (1997)</li><li>• Kobe Port Island e Rokko Island (1981 – a pneus)</li><li>• Kuala Lumpur (1997 – VLT)</li><li>• Osaka (1981, Nanko Port Town Line, c/ pneus)</li><li>• Tokyo Waterfront (1995 – a pneus)</li><li>• Yokohama (1989, Kanazawa Seaside VLT, c/ pneus)</li><li>• Singapore (2003, North-East line e VLT a pneus)</li><li>• Taipei (1996, Muzha line, VAL)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Copenhagen (2002)</li><li>• Lille 1 (1983, VAL)</li><li>• Lille 2</li><li>• London Docklands (1987, VLT)</li><li>• Lyon Maggaly (Line D, 1992, sem portas plataf)</li><li>• Paris Météor (1998, Line 14, c/ pneus)</li><li>• Paris Orlyval</li><li>• Rennes (2002, VAL)</li><li>• Toulouse A (1993, VAL)</li><li>• Torino (2006, VAL)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• São Paulo (2011)</li><li>• Chicago</li><li>• Detroit (1986, people mover, LIM)</li><li>• Jacksonville (1989, people mover, monorail)</li><li>• Miami (1986, people mover, a pneus)</li><li>• Newark Airport</li><li>• San Francisco (Barth)</li><li>• Toronto (Scarborough)</li><li>• Vancouver 1 (1986, Skytrain, LIM, o mais extenso)</li><li>• Las Vegas (1995, monorail)</li></ul>



# Operação sem condutor

## Sistemas em construção

Ásia	Europa	América do Norte
<ul style="list-style-type: none"><li>• Tokyo Nippori</li><li>• Singapore</li><li>• eoul (Yong-In line, LIM))</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Barcelona Line 9</li><li>• Lille 2 (extensão)</li><li>• London Jubilee Line</li><li>• Nuremberg (U1/U2/U3)</li><li>• Paris Météor (St Laz)</li><li>• Paris – Linha 1(renovação)</li><li>• Milão – Linha 5</li><li>• Metrô Thessaloniki</li><li>• Roma – Linha C</li><li>• Toulouse A (extensão)</li><li>• Toulouse B</li><li>• Lausanne (2007, c/ pneus)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• New York (Canarsie Line)</li><li>• Vancouver 2</li></ul>

# Automação de um Metrô

## Sistemas necessários para a Automação

- ✓ **ATP – Automatic Train Protection**
  - ✓ É o sistema que garante a proteção intrínseca ( fail – safe)
- ✓ **ATO - Automatic train operation (determina a condução)**
  - ✓ É o sistema que determina o desempenho da condução e as paradas nas estações, abertura de portas etc)
- ✓ **ATS - Automatic Train Supervision**
  - ✓ É o sistema que supervisiona a circulação dos trens e o desempenho dos sistemas
- ✓ **CBTC - (Communications Based Train Control)**
  - ✓ É a tecnologia de controle baseada em Radio Comunicação
- ✓ **CCO - Centro de Controle Operacional para a supervisão automática dos trens**
  - ✓ É o centro de decisões. Torna-se vital nas emergências.
- ✓ **Sistema de Telecomunicação, incluindo a transmissão de dados**
  - ✓ É o elo de ligação entre sistemas, equipamentos, material rodante, pessoal operativo e de manutenção e usuários.

# Elementos chaves para a Automação

## ATP – Proteção Automática dos Trens

### **ATP - Automatic Train Protection**

- ✓ **Garante a segurança da movimentação dos trens**
- ✓ **Previne uma colisão frontal, traseira ou lateral entre veículos.**
- ✓ **Previne a circulação dos trens em velocidade superior à permitida pela via**
- ✓ **Impede a entrada do trem em trecho de linha se há outro trem à sua frente**
- ✓ **O ATP baseava-se inicialmente na tecnologia dos blocos fixos**
- ✓ **Evoluiu para a codificação digital, baseada no perfil da via**
- ✓ **Tecnologia atual de controle por comunicação – CBTC**

# Elementos chaves para a Automação

## ATO – Operação Automática dos Trens

### ATO - Automatic Train Operation

- ✓ **É o sistema que controla automaticamente a movimentação e o desempenho dos trens**
- ✓ **Comanda a abertura e fechamento das portas**
- ✓ **O princípio básico do ATO é o de prover o comando da propulsão e frenagem dos trens, para assegurar uma velocidade menor que o limite de segurança**
- ✓ **A tecnologia do ATO evoluiu em paralelo à evolução do ATP**
  - ✓ **inicialmente com blocos fixos, codificados na via em graus de velocidade máxima velocidade permitida**
  - ✓ **depois com microprocessadores**
  - ✓ **atualmente com a tecnologia CBTC .**
- ✓ **Com CBTC consegue-se menor intervalo entre trens e conseqüentemente maior oferta e menor custo operacional**
- ✓ **O ATO é a tecnologia que permite as Operações o DTO e UTO**

# Automação de um Metrô

## ATS – Supervisão Automática dos Trens

### **ATS - Automatic Train Supervision**

- ✓ **É o sistema que controla a circulação do conjunto de trens de forma harmônica**
- ✓ **Organiza a circulação de acordo com a demanda**
- ✓ **Introduz automaticamente os trens na linha, a partir de seu local de estacionamento**
- ✓ **Controla sua partida nos terminais da linha, controla a manobra de retorno e estabelece as rotas de entrada dos trens nos terminais das linhas e nos pátios**
- ✓ **Supervisiona todos os sistemas fixos (Energia, sistemas auxiliares, arrecadação, etc. através do DTS (Data Transmission System))**

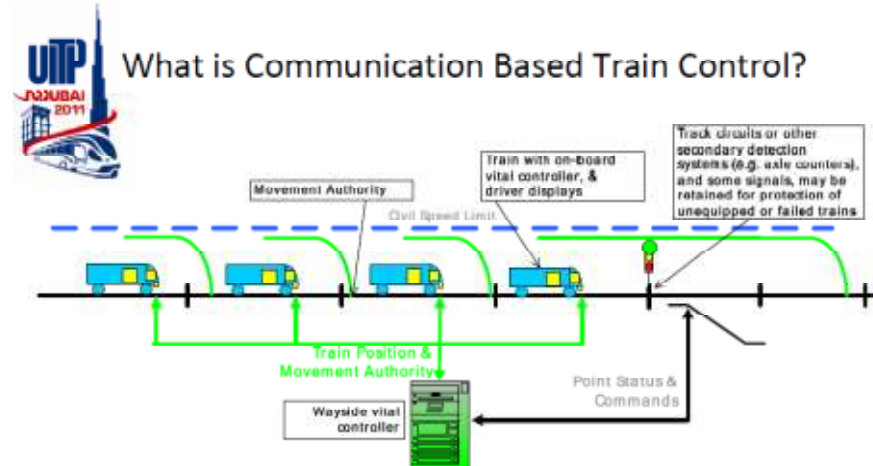


# Automação de um Metrô

## CBTC – Communication Based Train Control

### Vantagens do CBTC

- ✓ **Maximiza o desempenho da linha**
  - ✓ **pela diminuição do headway**
  - ✓ **redução do tempo de viagens**
- ✓ **Maximiza a flexibilidade operacional**
- ✓ **Assegura maior nível de segurança**
- ✓ **Todos seus sub- sistemas são fail-safe ou redundantes**
- ✓ **Reduz os custos de operação e de manutenção**
  - ✓ **Minimiza os equipamentos à margem da via**
  - ✓ **Facilita os diagnósticos para a manutenção**
  - ✓ **Diminui os custos “Life-cycle costs”**
  - ✓ **Permite dispositivos de redução de consumo de energia**
    - ✓ **Coordena chegada e partida de trens na mesma zona de tração**
- ✓ **Perfis de velocidade - Otimiza o tempo de “coasting”**

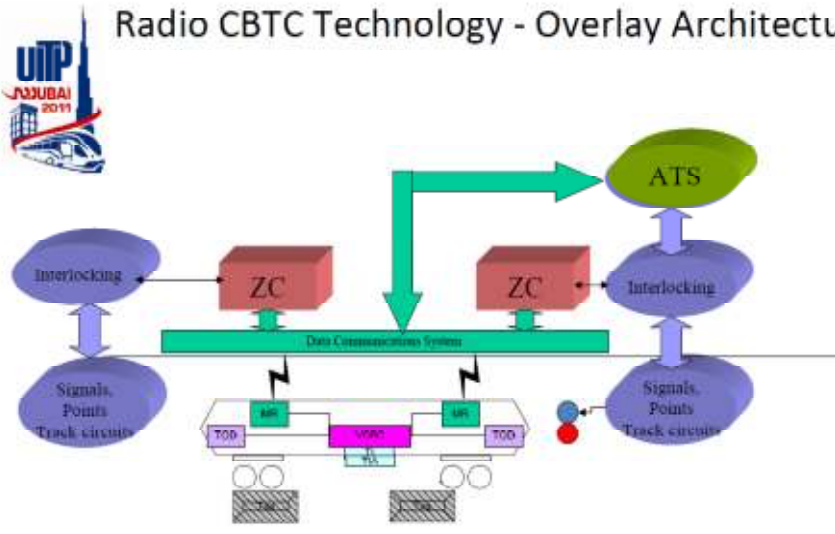


- CBTC defined in IEEE 1474.1 (1999)

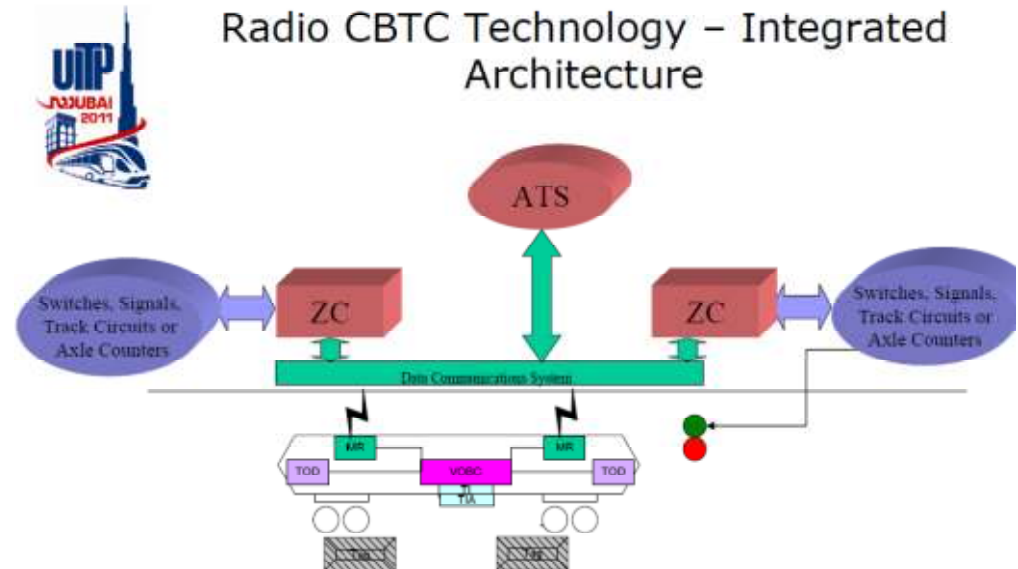
# Automação de um Metrô

Radio CBTC Technology - Overlay Architecture

CBTC – Communication Based Train Control



Radio CBTC Technology – Integrated Architecture



# Automação de um Metrô

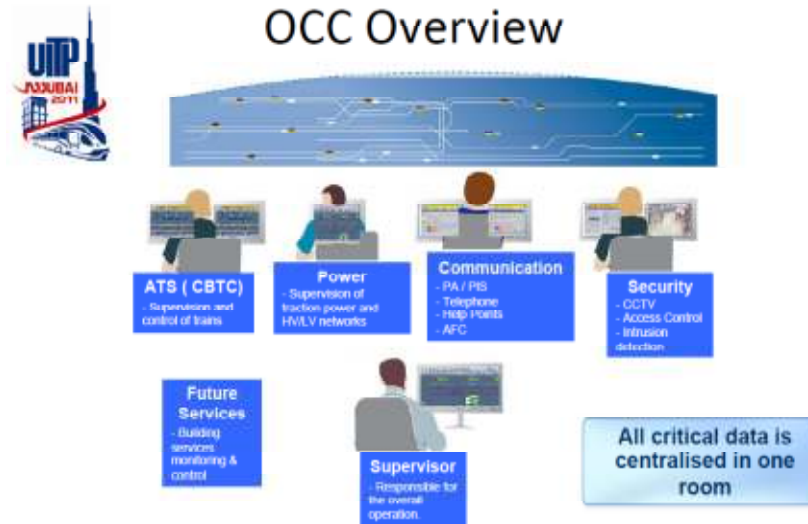
## CCO - Centro de Controle Operacional

- ✓ **CCO - Centro de Controle Operacional para a supervisão automática dos trens**
- ✓ **Quanto mais elevado o nível de automatismo, mais sofisticado é o CCO**

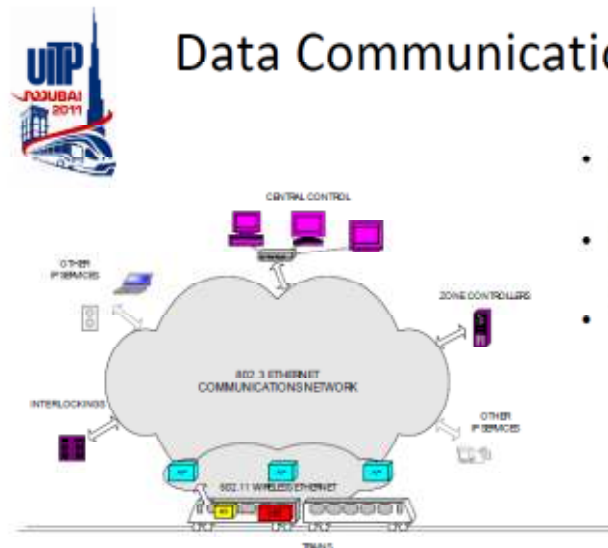


# Automação de um Metrô

## CCO e Sistema de Telecomunicações



## Data Communication System



- End to end 802.3 Ethernet network
- Embedded 802.11 WLAN
- Transparent to applications

# Automação de Metrô

## Por que automação ?

### O que se espera com a Automação ?

- ✓ **Mais Rapidez no Transporte**
  - ✓ **Menor Tempo de viagem**
  - ✓ **Menor headway (Menor tempo de espera na Estação)**
- ✓ **Mais Segurança Operacional**
- ✓ **Mais Segurança Pública**
- ✓ **Mais eficiência no sistema**
- ✓ **Mais Confiabilidade**
- ✓ **Mais disponibilidade**
- ✓ **Mais Conforto nas estações e trens**
- ✓ **Integração boa com outros modos**
- ✓ **Menores custos possibilitando e Tarifa menor**



# Automação de Metrô

## Ganhos obtidos com alto níveis de automação

### Porque elevar o nível de Automação ?

- ✓ **Mais Qualidade de Transporte**
- ✓ **Mais Oferta de Transporte**
  - ✓ **Nas Operações DTO e UTO são maiores as vantagens**
    - ✓ **quanto à maior velocidade**
    - ✓ **menores headways**
    - ✓ **menor tempo de viagem**
    - ✓ **otimização da circulação dos trens**
    - ✓ **maior segurança operacional por não depender da ação humana.**
- ✓ **Maior confiabilidade e maior disponibilidade**
- ✓ **Mais atenção aos usuários (disponibilidade de pessoal operativo)**
- ✓ **Menor custo operacional para o Operador (sem condutores)**
- ✓ **Mais transporte com menos custo operacional**
- ✓ **Mais oportunidades para os empregados com menos rotinas**
- ✓ **Mais Investimentos a longo termo com a Redução de custos**

### ✓ **Porque elevar o nível de Automação ?**

**Para os usuários**

**Com a automação em geral (STO, DTO, UTO) consegue-se**

- ✓ **Maior disponibilidade do transporte (no vale, nos eventos, nas greves)**
  - ✓ **velocidade maior nas viagens**
  - ✓ **menores intervalos entre trens**
  - ✓ **menor tempo de espera nas estações**
  - ✓ **Maior confiabilidade no transporte**
  - ✓ **maior segurança operacional**
  - ✓ **mais conforto durante os picos de demanda**
  - ✓ **mais qualidade de oferta de serviço aos usuários**
  - ✓ **maior segurança pública no sistema pelo fato do UTO exigir maior monitoração pelo CCO (visual e áudio) inclusive nos trens**

### Porque elevar o nível de Automação ?

#### Para o Pessoal Operativo

- ✓ **Livres de tarefas de condução e de rotina**
  - ✓ **podem dar mais atenção aos usuários**
  - ✓ **proporcionando inclusive maior segurança pública.**
  - ✓ **Trocam suas tarefas rotineiras por responsabilidades mais gerais**
  - ✓ **Para os empregados, há a vantagem de não terem mais atividades rotineiras e cansativas de operação de trem**
  - ✓ **Com a sofisticação dos sistemas elevam seu nível de conhecimento**

# Automação de Metrô

Por que níveis mais elevados de automação ?

## Para a Empresa Operadora (Pública ou Privada)

- ✓ O automatismo (STO, DTO, UTO) permite gestão operacional mais flexível
- ✓ A vantagem do sistema UTO é permitir uma oferta adaptável à demanda
- ✓ Melhor utilização dos trens nos picos e nos horários de vale
- ✓ Não fica sujeita à escala e disponibilidade de condutores em caso de eventos programados ou não programados na cidade
- ✓ Maior segurança operacional e maior confiabilidade
- ✓ baixo índice de paradas do sistema
- ✓ Redução da duração das viagens
- ✓ Redução do tempo de manobras nos terminais
- ✓ maior eficiência ao sistema
- ✓ redução dos custos operacionais
- ✓ Maior atenção aos usuários que exige das empresas dispor de empregados treinados e com perfil voltado para tais funções.

# Automação de Metrô

Por que níveis mais elevados de automação ?

- ✓ **Na renovação de linhas não automáticas , os sistemas DTO e UTO**
- ✓ **Permitem às empresas operadoras uma eficiência global da organização**
- ✓ **Possibilitam o aperfeiçoamento dos processos internos da empresa graças às novas tecnologias,**
- ✓ **Há também uma mudança no perfil dos empregados que têm que ter melhor qualificação profissional**
- ✓ **O pessoal operativo deve ser treinado para conhecimento do funcionamento dos equipamentos e restauração operacional rápida**
- ✓ **Ganhos em termos de Custos: o custo de investimento adicional para novos sistemas de sinalização, telecomunicação, portas de plataformas, etc. é marginal.**
- ✓ **Em termos de custos operacionais**
  - ✓ **há menores custos de manutenção pela alta confiabilidade dos trens**
  - ✓ **menores custos de energia devido a eficiência da operação dos trens**
  - ✓ **redução dos custos de pessoal com a eliminação da função de operador do trem.**



# Automação de Metrô

Por que níveis mais elevados de automação ?

Ganhos	STO	DTO	UTO
Proteção automática dos trens (ATP)	✓	✓	✓
Tempos de viagens regulares	✓	✓	✓
Maior uniformidade nas viagens	✓	✓	✓
Menos trances na tração e frenagem dos trens	✓	✓	✓
Otimização da energia	✓	✓	✓
Redução nas variações na regulação do serviço		✓	✓
Automação nos terminais		✓	✓
Eliminação das restrições na ausência de condutores			✓
Flexibilidade em poder operar com trens menores			✓
Resposta imediata à um fluxo maior de passageiros			✓
Possibilidade de redução dos custos operacionais			✓
Deteção automática das falhas e resposta imediata			✓

# Automação de Metrôs

## Exigências e Riscos da Automação

### Exigências de um Sistema com alto grau de automação

- ✓ **Um metrô com alto grau de automação é um Projeto Tecnológico**
  - ✓ **com pontos críticos**
  - ✓ **Com muitas interfaces**
  - ✓ **Com muitas seqüências de automação**
- ✓ **É um Projeto complexo que de ver ser gerenciado com**
  - ✓ **Visão sistêmica**
  - ✓ **Gestão de riscos**
  - ✓ **Reengenharia administrativa**
- ✓ **Exige um Gerenciamento das Interfaces que garanta**
  - ✓ **Consistência entre sub-sistemas**
  - ✓ **Perfeita comunicação e protocolos amigáveis**
  - ✓ **Perfeita integração entre os subsistemas**

# Automação de Metrô

## Exigências e Riscos da Automação

### Exigências de um Sistema com alto grau de automação

- ✓ **Otimização do Projeto Sistêmico**
- ✓ **Integração do sistema com todos os setores da Empresa**
- ✓ **Testes globais (testes de campo) em condições operacionais**
  - ✓ **Normais**
  - ✓ **De degradação**
- ✓ **Seleção criteriosa do Pessoal Operativo**
- ✓ **Treinamento intensivo e especializado**

# Automação de Metrô

## Exigências e Riscos da Automação

### **Exigências de um Sistema com alto grau de automação**

- ✓ **Muita tecnologia**
- ✓ **Muita coragem**
- ✓ **Muita humildade**
- ✓ **Opinião Pública preparada para a mudança**
- ✓ **Cidade, imprensa e população informadas**

# Automação de Metrô

## Exigências e Riscos da Automação

### Exigências de um Sistema com alto grau de automação

- ✓ **Subir no nível de automação dos sistemas, implica em**
  - ✓ **Projeto tem maior complexidade nos sistemas e equipamentos**
  - ✓ **Envolve muitas interfaces**
  - ✓ **Precisa ser bem implantado**
  - ✓ **Exige da Empresa uma administração ágil e totalmente informatizada**
  - ✓ **Exige uma logística especial para as emergências**
  - ✓ **e restabelecimento de serviço**
- ✓ **É por isso que a decisão de maior automação precisa ser analisada com critérios técnicos, administrativos e econômicos.**

**STO “semi-automático”**

**X**

**DTO “driverless”**

**X**

**UTO “unattended operation”**

# STO x DTO x UTO

## Diferenças nas características

### **Os níveis de automação diferem**

- ✓ **no serviço oferecido**
- ✓ **nas suas vantagens e riscos**
- ✓ **nas suas características técnicas**
- ✓ **no seu desempenho**
- ✓ **na complexidade de sua tecnologia**
- ✓ **Exige processadores “fail-safe” tanto on-board, quanto na via**
- ✓ **nas especificações do material rodante**
- ✓ **No grau de redundância de todos seus subsistemas**
- ✓ **na complexidade do Centro de Controle Operacional (CCO)**
- ✓ **Em aspectos operacionais das estações, plataformas e centros de manutenção.**



# STO x DTO x UTO

## Diferenças nas características

✓ Os níveis de automação diferem principalmente nos aspectos relativos aos fatores RAMS

- ✓ **Reliability – Confiabilidade**
- ✓ **Availability - Disponibilidade**
- ✓ **Maintainability – Manutibilidade**
- ✓ **Safety - Segurança**

# DTO x UTO ?

## Eis a Questão

### A grande questão

✓ **Adotar o Nível Operacional III de Automação: DTO**  
**Operação sem condutor ("Driverless") mas com agente a bordo**

**Ou**

✓ **Adotar o Nível Operacional IV de Automação: UTO**  
**Unattended Operation : Operação do Trem sem condutor e sem agente a bordo**

**Tira ou não Tira o agente do Trem ?**

# DTO x UTO ?

## Diferença nas exigências

### DTO x UTO - Diferenças

- ✓ **Nas questões técnicas de sistema de sinalização, pouca diferença**
- ✓ **Na Operação UTO há maiores exigências em termos de confiabilidade e redundância de certos equipamentos**
- ✓ **Na Operação UTO há algumas medidas operacionais importantes a tomar**
- ✓ **A grande questão são os riscos em caso de uma emergência**
- ✓ **Na Operação UTO, medidas especiais devem ser tomadas para fazer face a situações do tipo**
  - ✓ **Queda de energia**
  - ✓ **Parada de um trem dentro do túnel**
  - ✓ **Fogo num trem**
  - ✓ **Evacuação dentro do túnel**
  - ✓ **Primeiros socorros para pessoas com algum problema repentino**
  - ✓ **Tumulto dentro do trem**
  - ✓ **Ação de vandalismo**

# DTO x UTO ?

Diferença nas necessidades e exigências

## DTO x UTO – Exigências no caso da operação UTO

- ✓ **No DTO exige-se:**
- ✓ **Maior confiabilidade para o material rodante**
- ✓ **Maior confiabilidade para o sistema de alimentação elétrica**
- ✓ **Maior confiabilidade incluindo redundâncias no sistema de telecomunicações**
- ✓ **Sistemas mais abrangentes de supervisão e monitoramento**
- ✓ **Postos de socorro e restabelecimento de serviço especiais previstos ao longo da linha para casos de emergências**
- ✓ **Comunicação direta usuários com CCO**



# DTO x UTO ?

## Diferença nas necessidades e exigências

### **DTO x UTO – Exigências no caso da operação UTO**

- ✓ **O sistema UTO exige aparelhos de comunicação direta, instalados nos trens e estações, para a comunicação dos usuários com o Centro de Controle em caso de emergência ou necessidade qualquer por parte dos usuários**
- ✓ **Maiores proteções contra vandalismo e tumultos**
- ✓ **Sistema amplo e claro de Public Address**
- ✓ **O UTO exige Sistemas mais abrangentes de monitoramento, Monitoramento a partir do CCO, salas de controle das estações e centro de segurança**
- ✓ **maior número de câmaras de CCTV, instaladas estrategicamente nos trens, ligadas ao Centro de Controle Operacional e às salas de supervisão das estações**
- ✓ **Câmeras nos trens cobrindo o salão inteiro**
- ✓ **Câmeras nas plataformas, elevadores, escadas rolantes, etc**
- ✓ **Câmeras especiais para áreas de baixa luminosidade ou com presença de fumaça instaladas em pontos estratégicos dos túneis, áreas de manobra, etc.**

# DTO x UTO ?

Diferença nas necessidades e exigências

✓ A Operação UTO exige a adoção de Portas de Plataformas



# IMPORTÂNCIA DAS PORTAS DE PLATAFORMA

## NA SEGURANÇA OPERACIONAL E DOS USUÁRIOS

- ✓ **Evitam que usuários ou objetos caiam na via**
- ✓ **Evitam entrada de pessoas não autorizadas nos túneis**
- ✓ **Evitam entrada de animais nas vias e túneis**
- ✓ **Eliminam os atrasos causados pelos eventos acima**
- ✓ **Eliminam acidentes nas vias, incluindo suicídios**
- ✓ **Reduzem custos conseqüentes desses eventos**
- ✓ **Aumentam a proteção contra incêndio na via**
- ✓ **Aumentam a segurança pública nas plataformas**
- ✓ **Reduzem a propagação de tumultos e de pânicos**
- ✓ **Aumentam a sensação de segurança por parte do público e dos operadores de trens e estações**

**Em Operação UTO (sem condutor e sem agente a bordo), as portas de plataforma são imprescindíveis para a segurança dos usuários**





# IMPORTÂNCIA DAS PORTAS DE PLATAFORMA

## NO CONFORTO AMBIENTAL E DOS USUÁRIOS

- ✓ **Impacto positivo na segurança e controle operacional**
- ✓ **Maior eficiência energética em termos ambientais**
- ✓ **Menor efeito "pistão" do trem entrando na estação**
- ✓ **Nas plataformas em elevado ou em superfície, proteção contra as intempéries (chuva, vento, etc.)**
- ✓ **Com a plataforma cheia, acesso organizado aos trens**
- ✓ **Melhor proteção aos usuários no acesso ao trem, inclusive ao usuário portador de deficiência**
- ✓ **Informações integradas para o usuário**
- ✓ **Permitem agregar mídia eletrônica**
- ✓ **Melhoria ambiental da estação e maior controle na temperatura das estações**



# DTO x UTO ?

Diferença nas necessidades e exigências

- ✓ **As operações DTO e UTO também diferem nas exigências relativas à Locação em pontos estratégicos de Equipes especiais treinadas para**
  - ✓ **Manutenção corretiva**
  - ✓ **Restabelecimento de serviço em caso de falhas (MTTR)**
  
- ✓ **No atendimento a ocorrências graves e a de emergência**
  - ✓ **Esquema especial para retirada de trem bloqueado no túnel**
  - ✓ **Descarrilamento de um trem**
  - ✓ **Fogo num trem**
  - ✓ **Evacuação de passageiros**

## **Conclusões**

# CONCLUSÕES

- ✓ **Não existe metodologia para determinar o nível de automação a adotar, numa linha nova ou numa linha em renovação**
- ✓ **Cada projeto precisa ser analisado na sua concepção e no seu contexto**
- ✓ **Não se pode adotar cegamente um nível mais elevado de automação**
- ✓ **A automação permite uma redução de custos que leva a viabilizar economicamente sua operação como “negócio”.**
- ✓ **Os critérios de seleção de um determinado nível de automação são mais subjetivos do que baseados numa análise detalhada do Projeto - negócio, considerando as diversas alternativas.**

# CONCLUSÕES

- ✓ **O processo de seleção do nível de automação é geralmente considerado como uma decisão de escolha tecnológica de sinalização e controle**
- ✓ **Não é uma análise técnica e criteriosa das características operacionais que se quer introduzir na rede como um todo.**
- ✓ **Os sindicatos de trabalhadores têm grande influência nesta seleção, considerando a potencialidade de perda de locais de trabalho**
- ✓ **É o Operador do Sistema, baseado nas normas, na regulação do transporte e nas leis nacionais que tem decide a escolha**
- ✓ **Para ele, dois elementos podem orientar o caminho desta escolha são:**
  - ✓ **O desempenho operacional desejado**
  - ✓ **O s custos na vida útil do sistema (life-cycle-cost).**

# CONCLUSÕES

- ✓ **O Operador do Sistema é orientado pelo seu pessoal operativo e talvez por consultorias externas e se fundamentam em experiências bem sucedidas em outros metrôs**
  
- ✓ **Há Operadores que preferem adotar sistemas convencionais porque a automação certamente envolve riscos**
  - ✓ **Riscos de ser mal implantada**
  - ✓ **Riscos de não terem sido tomadas todas as medidas necessárias em caso de uma ocorrência grave**
  
- ✓ **É necessário que se efetue uma análise de Riscos, associada a medidas especiais de mitigação**
  
- ✓ **Os usuários também têm influência, na medida em que podem ser relutantes a circular em composições sem operador a bordo, embora concretamente o nível de aceitação da automação por parte deles, tem sido total ao redor do mundo.**

# Automação em Metrô

Obrigado

**Muito Obrigado a todos .....**

**Tadashi Nakagawa**  
tadashi@headwayx.com.br



**Peter L. Alouche**  
peter.alouche@uol.com.br

