



**Análise Comparativa entre as
Arquiteturas Centralizada e
Distribuída no Controle de
Movimentação de Trens**

**25 a 28
de agosto
São Paulo**

Centro de Convenções Frel Caneca
Rua Frel Caneca, 596

METROFERR
2009
EXPOSIÇÃO DE PRODUTOS E SERVIÇOS

Flávio Monteiro Rachel

**Companhia do Metropolitano de São Paulo
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**

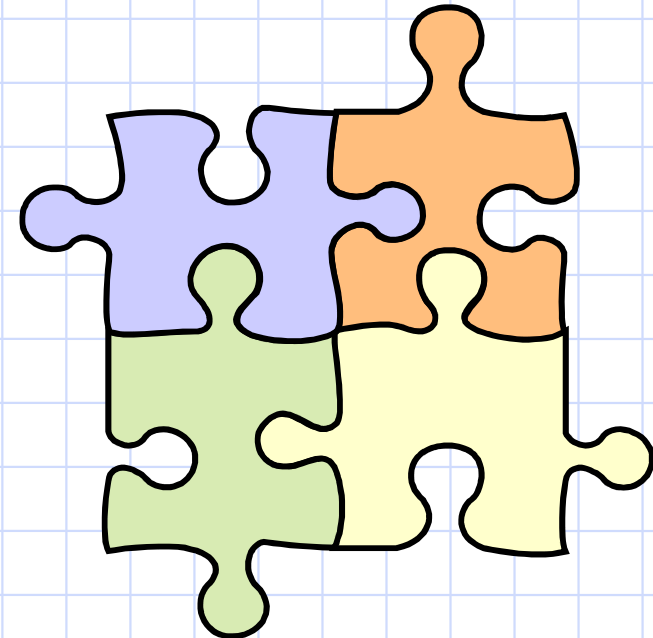
Paulo Sérgio Cugnasca

**GAS – Grupo de Análise de Segurança
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**

15ª Semana de Tecnologia Metroferroviária



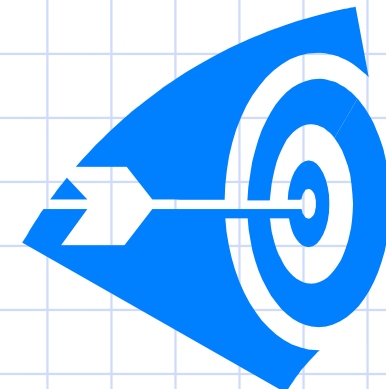
- ◆ **Objetivo**
- ◆ **Cenário do Estudo**
- ◆ **Sinalização Fixa / Sinalização Móvel**
- ◆ **Arquiteturas Centralizada/Distribuída/Mista**
- ◆ **Sistemas Multi-Agentes**
- ◆ **Considerações Finais**



Objetivo



- ◆ O principal objetivo deste trabalho é a realização de uma análise comparativa entre as arquiteturas centralizada e distribuída no controle de movimentação de trens.
- ◆ Este estudo representa uma análise da mudança de sinalização prevista no processo de modernização dos trens da Companhia do Metropolitano de São Paulo.





Cenário do Estudo



EXPANSÃO SP

- Expansão de 61,3 km para 240 km;
- Investimento de R\$ 20 bilhões no Metrô, CPTM e EMTU;
- 47 novos trens para o Metrô e 60 novos trens para a CPTM



Cenário do Estudo



- Modernização de trens:
 - ◆ 51 Trens Linha 1 – Azul
 - ◆ 47 Trens Linha 3 – Vermelha
- Atualização tecnológica dos equipamentos de controle automático, propulsão e frenagem;
- Mudança no sistema de sinalização



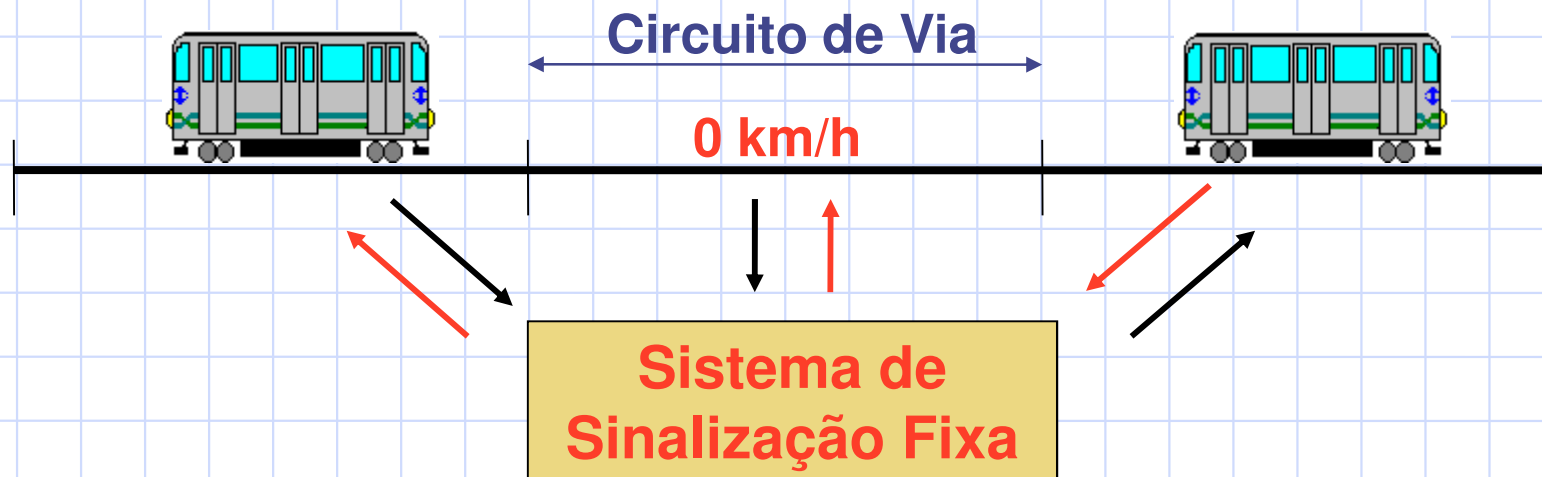


- ◆ Sinalização por blocos fixos (Circuitos de Via) e
- ◆ Sinalização por blocos móveis (CBTC).

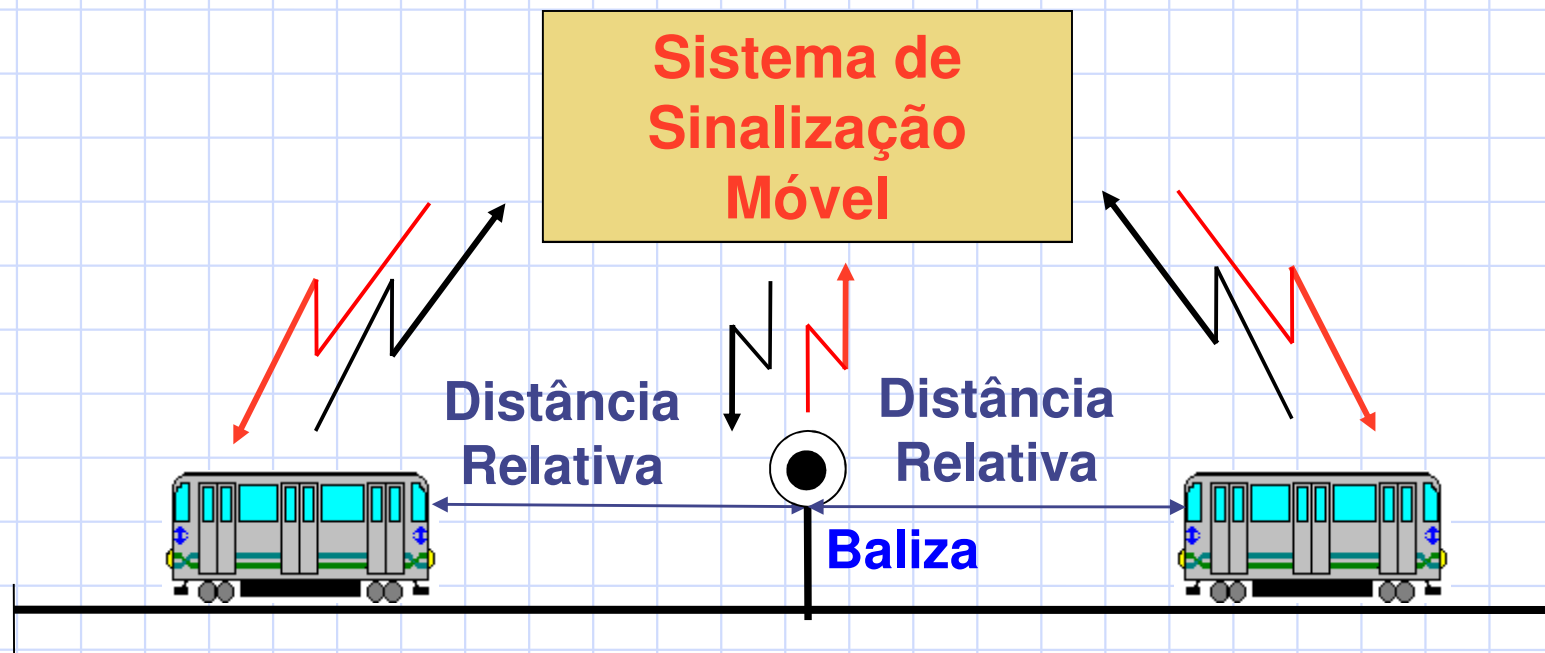




- Sistema de Sinalização por Blocos Fixos :



- Sistema de Sinalização por Blocos Móveis :

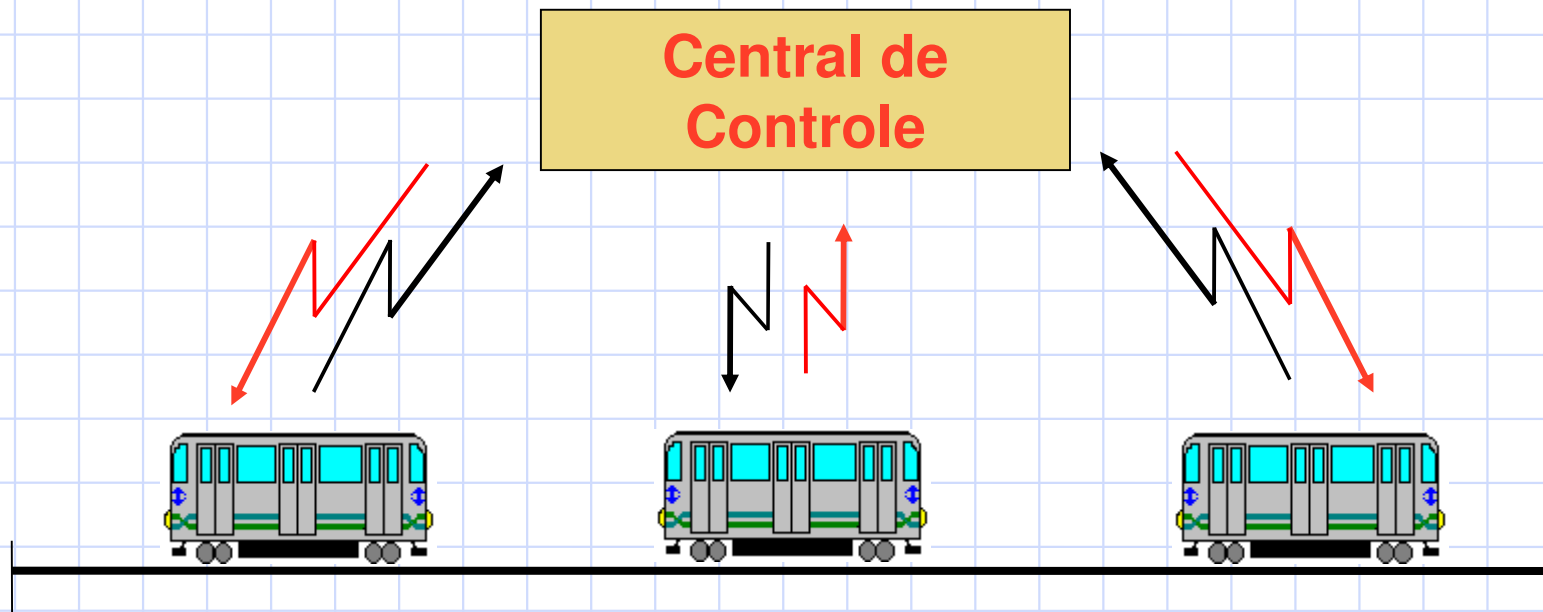




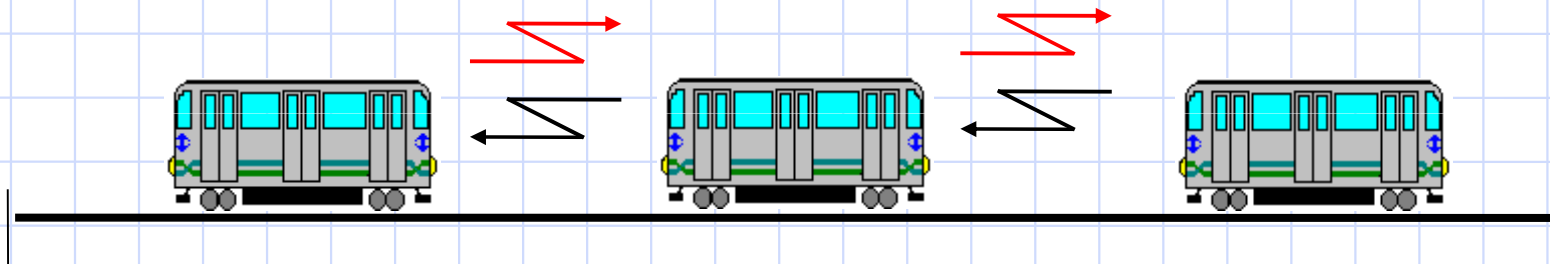
- ◆ **Arquitetura Centralizada;**
- ◆ **Arquitetura Distribuída e**
- ◆ **Arquitetura Mista**



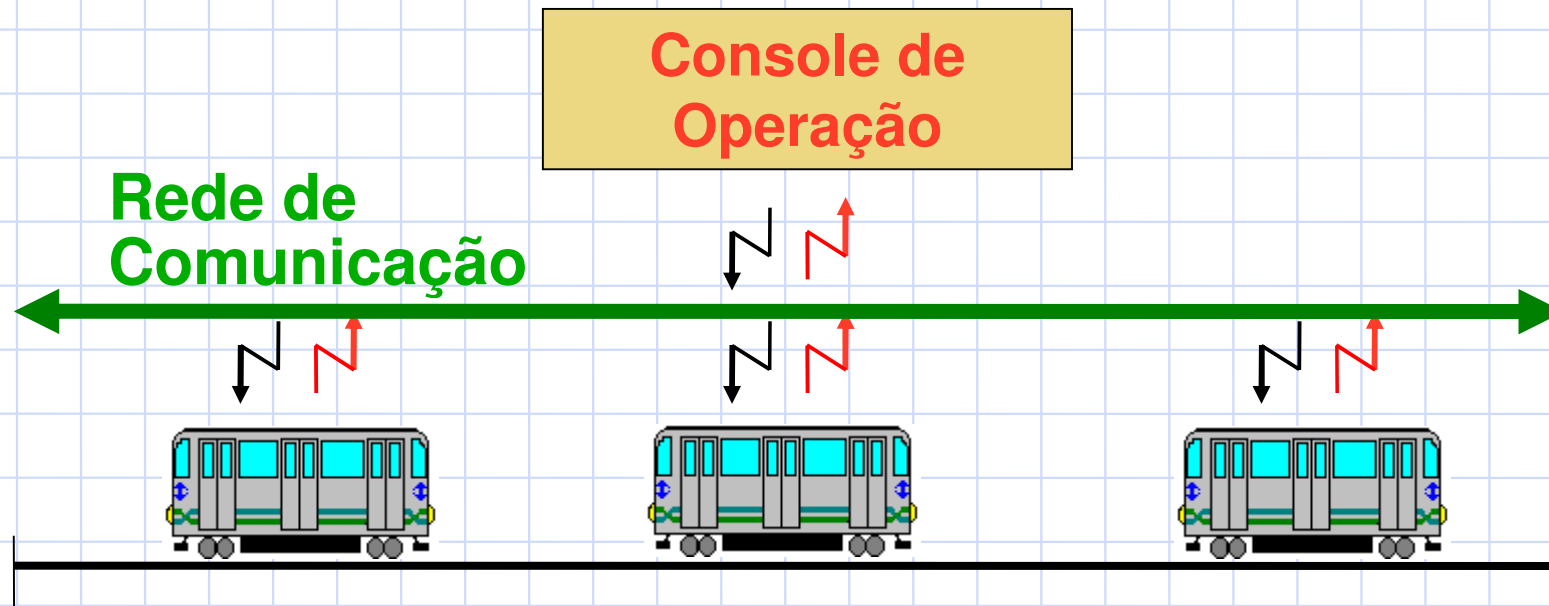
- Arquitetura Centralizada Aplicada ao Controle de Trens :



- **Arquitetura Distribuída Aplicada ao Controle de Trens :**



- Arquitetura Mista Aplicada ao Controle de Trens :





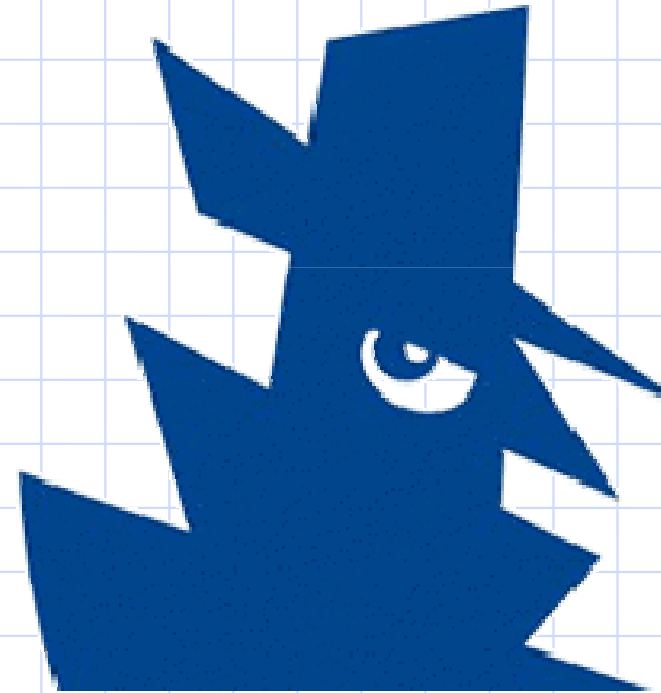
Arquitetura	Centralizada	Distribuída
Característica		
Visualização	Global	Local
Interação	Direta	Indireta
Custo de Implementação	Maior	Menor
Velocidade	Menor	Maior
Segurança	Menor	Maior



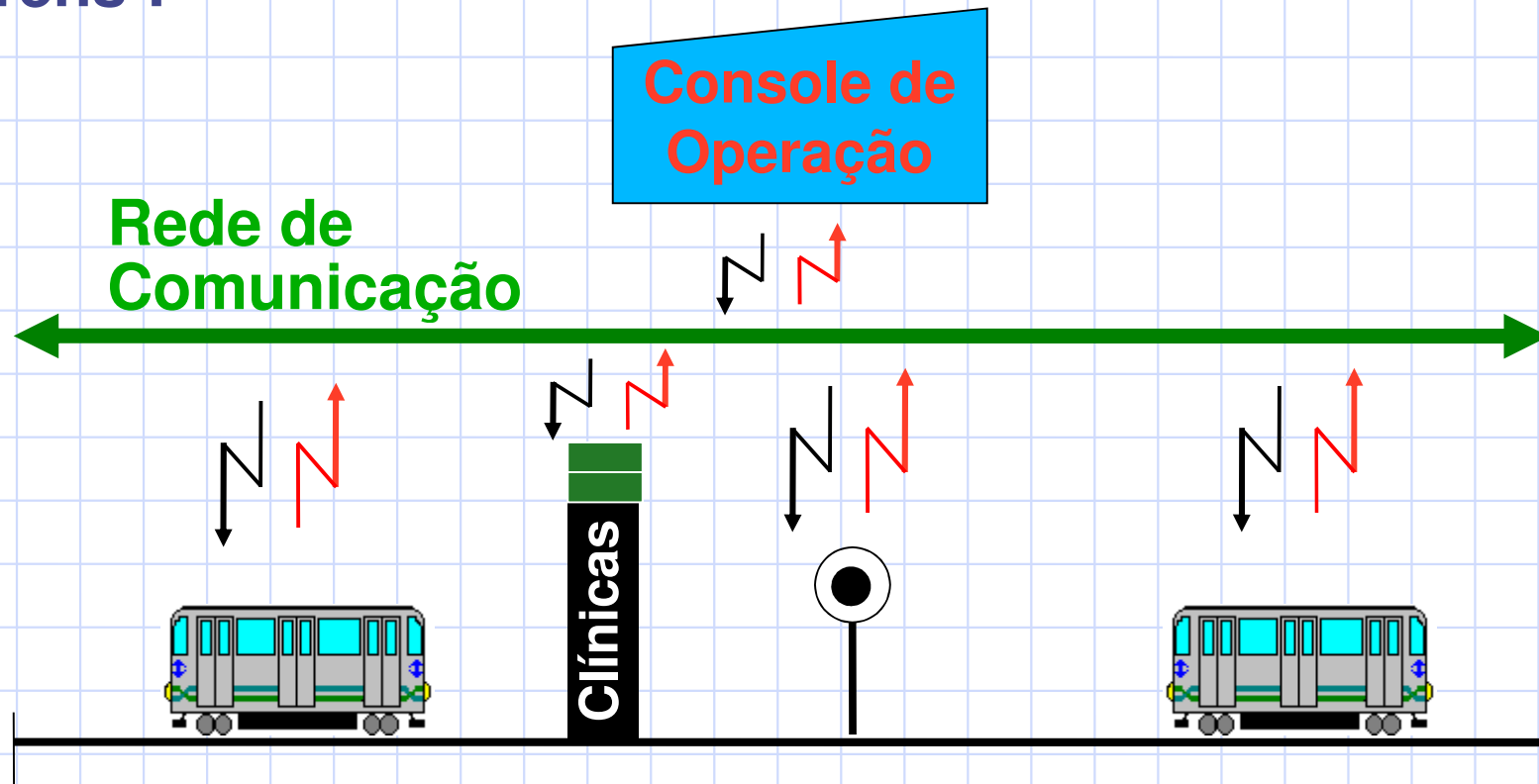
Sistemas Multi-Agentes



- **Agente** : Elemento de Hardware ou Software designado para a realização de uma determinada tarefa.
- Um agente é um objeto (unidade de programação) com poder de decisão.
- As propriedades de um sistema Multi-Agentes emergem da interação entre os agentes,



- Aplicação de Sistemas Multi-Agentes ao controle de trens :





Considerações Finais



- ◆ **A modernização dos trens e do sistema de sinalização é uma tendência mundial:**
 - **América : EUA (NYC, San Francisco, Detroit, Las Vegas, Philadelphia, Dallas, Seattle, Washington DC) e Canadá (Toronto, Vancouver);**
 - **Europa: Inglaterra (Londres), França (Paris, Lyon), Espanha (Madri, Barcelona), Suíça (Lausane), Hungria (Budapeste);**
 - **Ásia: Turquia (Ancara), Malásia (Kuala Lumpur), China (Hong Kong, Wuhan, Ghuangou), Coréia (Seul), Taiwan (Taipei) e Singapura.**
- ◆ **A grande maioria destes projetos utilizam soluções prontas de fornecedores (Alcatel, Alstom, Bombardier, Siemens, GE entre outros) e utilizam uma arquitetura centralizada ou mista. O processamento, porém, é sempre centralizado;**



Considerações Finais



- ◆ A análise das arquiteturas resultou em uma lista de vantagens/desvantagens de cada tipo de arquitetura e a arquitetura mista procura solucionar as desvantagens, procurando reforçar os pontos fortes de cada arquitetura;
- ◆ Os próximos passos deste trabalho incluem o projeto de um simulador de sistema de controle de trens utilizando a arquitetura mista, porém com processamento distribuído e a utilização da técnica de Sistemas Multi-Agentes.



Flávio Monteiro Rachel

fmrachel@metrosp.com.br

flavio.rachel@poli.usp.br

Paulo Sérgio Cugnasca

paulo.cugnasca@poli.usp.br