



## Sistemas alternativos de média capacidade

**Peter Alouche**  
Consultor

## A questão urbana e interurbana

- A escolha do transporte, uma decisão de planejamento importante
- A tecnologia influencia no entorno e no desenvolvimento da Região
- Tem impacto a médio e longo prazo



São Paulo

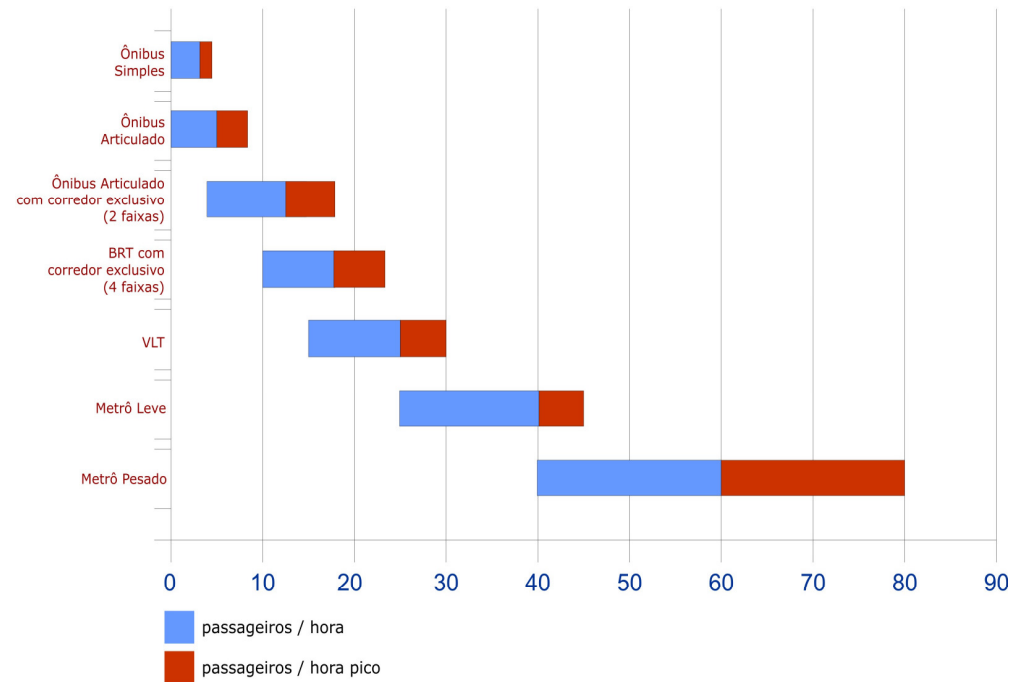


VLT de Paris - França

É preciso saber o que a população quer para seu futuro  
É uma decisão Política

## A questão da oferta face à demanda

- Garantir as ofertas futuras
- Demanda no horizonte do projeto (perfil, tipo do usuário, hora do pico)
- Oferta (tempo, velocidade, Acessibilidade e conforto)



Capacidade de transporte de diferentes modos

## A questão tecnológica

- Tecnologia conhecida e comprovada
- Tecnologia flexível para adaptação às condições locais
- Tecnologia que permita operação e manutenção simples e barata
- Tecnologia **ecologicamente limpa benéfica** (elétrica ou com **biodiesel limpo de baixa emissão – EURO3**)

## A questão econômica e financeira

- Custo de inversão
  - Infra-estrutura e superestrutura
  - Material rodante e Equipamentos Fixos
- Custo de operação, manutenção e renovação
- LCC (Life Cycle Cost) – Custo no Ciclo de Vida
- Engenharia financeira incluindo as externalidades



**VLT (Bombardier)**

Cada modo tem seu lugar apropriado  
A disputa entre modos é um falso dilema

# Critérios de Seleção

## A questão econômica e financeira

- Custo de inversão
  - Infra-estrutura e superestrutura
  - Material rodante e Equipamentos Fixos
- Custo de operação, manutenção e renovação
- LCC (Life Cycle Cost) – Custo no Ciclo de Vida
- Engenharia financeira incluindo as externalidades
  - Externalidades
    - Congestionamento do trânsito
    - Contaminação ambiental
    - Acidentes



AEAMESP

15ª Semana de  
Tecnologia  
Metroferroviária  
2009

## **As Tecnologias de Transporte Coletivo de Pequena e Média Capacidade em Regiões Urbanas e Suburbanas**



## Veículos rigidamente guiados

### Veículos de pequeno porte

- People mover
- Aeromóvel
- Telecabine



Telecabine de Medellin

### VLTs

- (VLT de pequeno porte) – Bonde
- Monotrilhos
- VLTs clássicos
- VLPs sobre pneus
- VLT (Trem) Regional



VLT de Strasbourg

### Metrôs Leves (VLTs de maior porte)

- Metrôs leves tipo VAL
- Metrôs com motor linear

### Metrôs

- Metrô sobre rodas de pneus
- Metrô urbano
- Metrô regional (trem metropolitano)



Metrô de SP

## People Mover

- Sistema de menor capacidade, 100 a 300 pessoas por composição, geralmente em elevador, muito utilizado para servir pequenas comunidades, aeroportos, etc
- O intervalo entre composições pode chegar a 60 seg
- É conhecido no Japão e nos EUA como AGT (automated Guideway Transit System)



Tampa (EUA)





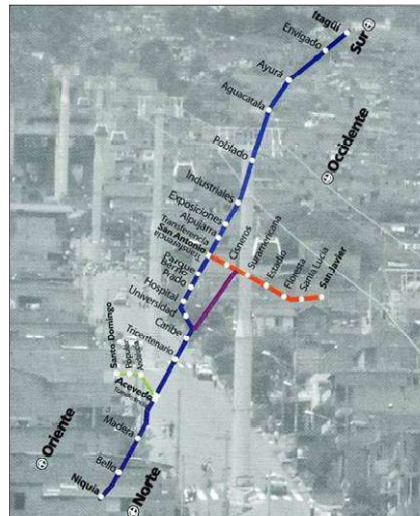


AEAMESP

15ª Semana de  
Tecnologia  
Metroferroviária  
2009

## Veículos de pequeno porte

### Telecabine de Medelin



### Skyrail



Skyrail - Combina as tecnologias do monotrilho e das telecabines

Ideal para curtas distâncias (2-3km) em áreas residenciais ou resort areas

## Bonde (streetcars)

- Capacidade de transporte de 4.000 a 15.000 passageiros por hora por sentido
- Veículo sobre trilhos, constituído de um, eventualmente de dois módulos, circula nas vias públicas, compartilhando essas vias com o automóvel e até com os pedestres.
- Tem características dinâmicas excelentes
- Sua confiabilidade operacional e sua velocidade dependem das condições da via



San Francisco



Pittsburg



AEAMESP

15ª Semana de  
Tecnologia  
Metroferroviária  
2009

# Monotrilho

## Tecnologia do Monotrilho

Transporte que opera num único trilho, em oposição às ferrovias tradicionais que possuem dois trilhos paralelos. Um dos mais antigos monotrilhos, o de Wuppertal (Alemanha), foi construído em 1901 e ainda se encontra em funcionamento.

Possuem dois tipos: Apoiado e suspenso.



**Monotrilho tipo apoiado – Haneda**



**Monorail tipo suspenso – Chiba**

## VLT (Tramway)

“VLT” , “Tramway” ou “Tranvia” - quando em superfície, com faixa não totalmente segregada, e “Metrô Leve” (UITP) quando a faixa é totalmente segregada

- Capacidade entre ônibus e metrô pesado (15 a 35 mil p/h/s)
- É uma alternativa ecológica e urbanisticamente muito boa
- Boom de VLT’s na Europa, EUA e Austrália

## Modalidades do VLT

- VLT de Superfície (com Segregação Parcial)
- VLT com Segregação Total
- VLT regional – interliga cidades
- Maioria dos VLT’s são a tração elétrica
- Existem VLT’s a diesel e híbridos



**VLT elétrico de Lyon (França)**



**VLT a diesel de Wilhelmshöhe (Alemanha)**



## Metrô Leve (VLT de maior porte)

- Atende oferta inferior ao de um metrô pesado, mas superior ao corredor de ônibus ou de um VLT
- Segregação total das vias
- seus veículos com gabarito reduzido, menor que o dos metrôs clássicos.
- Circula assim em túneis de diâmetro menor (4 m) e em elevados mais estreitos e leves
- Garante uma capacidade de transporte que varia de 30.000 a 40.000 pass/h/sentido



**Metrô Leve de Monterrey - México**



**Metrô Leve de Valência - Espanha**



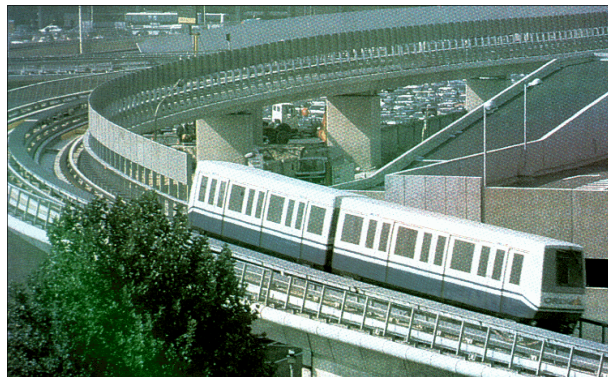
**Metrô Leve de Medelin - Colômbia**



- O VAL é um metrô leve com automatismo integral e veículos com rodas de pneus.
- Via absolutamente segregada e construção geralmente, em elevado
- Esta tecnologia está em Lille, Orly (Paris), Chicago, Toulouse, Taipeh e Rennes

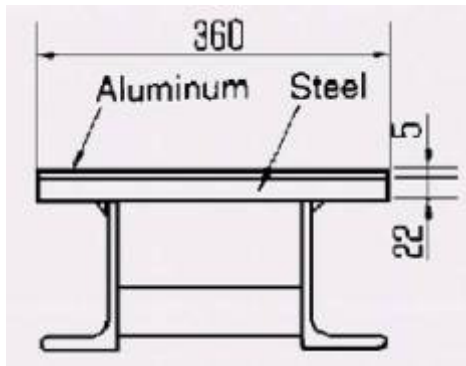
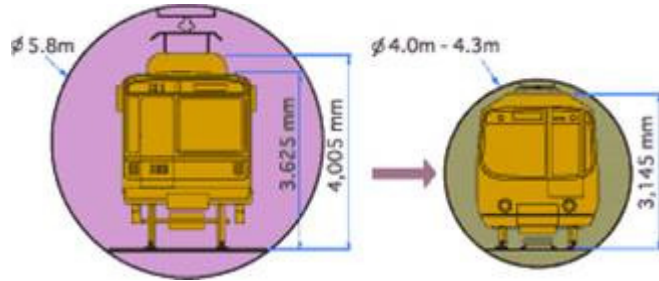


Metrô de Lille



Orlyval

# Tecnologia do Motor Linear



**Metrô Tóquio - L12**



**Metrô Leve de Vancouver**

## Vantagens

- Vantagens em vencer rampas de até 8%
- Melhor aderência, menos ruídos, menos trepidação

## Desvantagens

- Menor velocidade máxima
- Maior consumo de energia
- Própria limitação dos pneus

- Desenvolvida principalmente pelos franceses
- Adotada em Paris, Montreal, Lille, Lyon, Marselha, México e Santiago do Chile



Metrô de Paris – Rodas de Pneus



## Metrô Urbano (pesado)

- Atende regiões mais centrais
- Nível de demanda de 40 a 80.000 pass/h/sent
- Perfil de demanda achatado
- grau de segregação total
- Distância entre estações 800 a 1200 m
- Traçado em geral em subterrâneo mas tem trechos em elevado ou superfície em zonas menos densas ou mais periféricas
- Mantém uma velocidade máxima de 80 a 100 km/hora, com intervalos de 90 a 120 seg nas horas de pico



**Metrô Urbano – São Paulo (Sé)**



**Metrô de Londres**

- Transporte elétrico sobre trilhos
- Atende regiões mais periféricas com um nível de demanda de 60 a 120.000 passageiros/hora/sentido
- Demanda acentuada nas horas de pico, de manhã no sentido bairro - centro e à tarde, no sentido contrário
- Segregação total
- Distância >1.500m entre estações
- Em geral em superfície mas possui trechos subterrâneos nas zonas centrais
- Velocidade máxima de 80 a 100 km/hora com intervalos de 120 seg nas horas de pico



CPTM - Expresso Leste



RER de Paris





# Investimentos Estimativos dos Modos

Tecnologia	Necessidades de demanda	Vantagens	Desvantagens
<b>METRO</b> enterrados e elevados	Demanda alta (de <b>40.000 a 80.000</b> pass/h/sent)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Imagem positiva para a cidade</b></li> <li>▪ Altas velocidades comerciais (<b>28 a 40 km/h</b>)</li> <li>▪ <b>Atrai usuários para os transportes públicos</b></li> <li>▪ Usa relativamente pouco espaço público</li> <li>▪ <b>limpo</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Custos de infra-estrutura altos (<b>US\$ 60 a 180 mi por km</b>)</li> <li>▪ <b>Pode requerer subsídios operacionais</b></li> <li>▪ Longos períodos de desenvolvimento e construção</li> <li>▪ Só com PPP pode ter privado no financiamento</li> </ul>
<b>VLT</b> Veículo leve sobre trilhos	Demanda moderada de passageiros ( <b>15.000 a 35.000</b> pass/h/sent)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Imagem positiva para a cidade</b></li> <li>▪ Atrai usuários para os transportes públicos</li> <li>▪ <b>Desempenho silencioso</b></li> <li>▪ Pode se ajustar a ruas estreitas</li> <li>▪ <b>Poucas emissões locais</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Custos de infra-estrutura moderadamente altos (<b>US\$ 15 a 45 milhões/km</b>)</li> <li>▪ <b>Pode requerer subsídios operacionais</b></li> <li>▪ Só com PPP pode ter privado no financiamento</li> </ul>
<b>BRT</b> Bus rapid transit	Demanda moderada de passageiros ( <b>10.000 a 30.000</b> pass/h/sent)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Custos de infra-estrutura mais baixos (<b>US\$ 10 a 20 milhões/km</b>)</li> <li>▪ <b>Em geral, não requer subsídios operacionais</b></li> <li>▪ Boa média de velocidades comerciais (<b>20 a 30 km/h</b>)</li> <li>▪ Pode ser operado por privado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Pode trazer consigo o estigma negativo da tecnologia de ônibus</b></li> <li>▪ Se mal implantado, degrada a corredor</li> <li>▪ <b>Poluição e Barulho</b></li> </ul>

## Alguns ensinamentos tirados da apresentação na AEAMESP de Jeff Kenworthy Curtin University The Significance of Rail Systems in Developing More Sustainable and Livable Cities

- Maior congestionamento numa cidade é muito associado ao menor uso do carro
- Congestionamento parece agir como um freio à dependência do automóvel.
- O uso do carro aumenta com a sua velocidade média aumentando.
- O uso do carro diminui com o aumento do congestionamento. Tentar remover o congestionamento através da construção de auto-estradas leva as cidades a uma maior utilização dos carros
- Com os milhões que gastamos em estradas estaremos mais perto de assassinar as nossas cidades (Presidente da Câmara de Munique)
- Se você tirar o espaço rodoviário, uma grande quantidade de tráfego desaparece. Tráfego se comporta mais como um "gás", do que como um "líquido", mas os planejadores do transporte e engenheiros são treinados a pensar em trânsito como um "líquido", que inunda tudo, se você não criar canais para que ele seja executado. Derrubar a auto-estrada em Seul comprovou isso.

**"As principais vantagens do VLT vêm a ser o que são muitas vezes consideradas como desvantagens - seu alto custo e inflexibilidade ..." Inflexibilidade pode ser redefinida como "segurança" ... Pelo mesmo argumento, as principais desvantagens de depender de ônibus convencionais são o que são geralmente assumidas como vantagens - o seu baixo preço e flexibilidade (p.5) ... "**

(fonte: Hass-Klau et al, (2003) Bus or Light Rail: Making the Right Choice Brighton and Bergische Universität Wuppertal

## Projetos em estudo de implantação

- VLT (SIM) da Baixada Santista
- VLT de Brasília
- VLT de Goiânia
- VLT de Belém
- VLT de Vitória
- VLT em Porto Alegre
- VLT em Recife
- VLT em Fortaleza e no Cariri
- VLT em São Paulo (Congonhas – metrô)
- VLT no Rio ( Niterói – São Gonçalo)
- VLT em João Pessoa, Maceió, Natal e Teresina (Conversão de antigos sistema de trens em VLTs)



**Projeto desenvolvido por TRENDS**



AEAMESP

15ª Semana de  
Tecnologia  
Metroferroviária  
2009

## Conclusões sobre a escolha de um modo

**A escolha da tecnologia de transporte é uma decisão importante de planejamento**  
**Depende do sítio, do entorno, do contexto, da demanda e do tipo de usuário**  
**Depende do custo de investimento, do custo operacional e do custo de renovação**

**Cada modo tem seu lugar apropriado**  
**A disputa entre modos é um falso dilema**

**É preciso saber o que a população quer para seu futuro**  
**É uma decisão Política**

## Conclusões sobre a escolha de um modo

**Obrigado!**

**Peter Alouche**  
Consultor da

