



2º Seminário de Trólebus

Planejamento, Qualidade do Transporte e
Benefícios da Tração Elétrica

MANVEL

Manutenção e Manufatura
de veículos elétricos

Objetivo

Nesta apresentação procuramos resumir, comparativamente, as características mais importantes apresentadas pelas diferentes modais de transporte urbano de massa, comparando os sistemas que utilizam veículos com motor à explosão (Motor à diesel) com as diversas alternativas que fazem uso de veículos elétricos ou híbridos.

Abordaremos os três seguintes itens, que devem ser considerados em qualquer comparação:

- a) Custos do investimento necessário para a implantação do modal;
- b) Custos operacionais incorridos durante a vida útil de cada sistema.
- c) Conveniência e conforto para os passageiros e para a população urbana.

Introdução

Os dados em que as comparações se baseiam foram coletados sob condições operacionais reais, em sistemas que operam nas cidades de São Paulo, São Bernardo do Campo e Wellington (Nova Zelândia), durante os anos de 2011 e 2012.

São apresentados em inglês, e os custos em U\$, visando facilitar comparações com outros centros urbanos.

Introdução

É necessário observar que os dados apresentados referem-se a medias obtidas nas cidades citadas, cada uma com suas peculiaridades especificas de traçado urbano e de trânsito.

Incentivamos os participantes deste Seminário a efetuarem comparações com os dados de suas respectivas cidades e sistemas de trânsitos, e/ou a efetuar seus comentários sobre os resultados e os aspectos aqui apresentados, encaminhando-as para a ABVE (Associação Brasileira de Veículos Elétricos), que tem como objetivo a divulgação, a promoção e a análise critica dos sistemas de transporte eletrificados.

Com isto, os dados poderão ser aperfeiçoados e enriquecidos.

Comparação entre os seguintes modais

- 1) Subway (Metro)
- 2) Light Rail Vehicles (VLT)
- 3) Trolley Buses (Conventional)
- 4) Hybrid Buses (Diesel-Electric)
- 5) Diesel Buses
- 6) Trolley Buses Using Ultra-Capacitors

Itens considerados na comparação

- a) Custos do investimento necessário para a implantação de cada modal.
(Tabela I)
- b) Custos operacionais mensais de cada sistema. (Tabela II)
- c) Conveniência e conforto para os passageiros e a população urbana vizinha.
(Tabela III)

Table I – Alternatives for Urban Transportation (Investments in U\$)

TYPE OF SYSTEM	CAPACITY OF TRANSPORT (PASSENGERS/HOUR)	COST OF INFRA STRUCTURE (U\$ / KM)	COST OF GARAGE (U\$ /m2)
1. Subway (Metro) (500 pass./car)	Large 30.000	Very large (Rails + Stations + Power Grid)	Large
2. Light rail vehicles (VLT) (160 pass./car)	Medium 9.600	Large 1.250.000,00 (Rails + over head line)	Large 937.500,00 (200 m ² /car + line + rail)
3. Trolley Buses (Conventional articulated)	Medium 9.600 (Articulated in corridors)	Medium 937.500,00 (Over l + overhead line)	Medium 937.500,00 (100 m ² / Bus + overhead Line)
4. Hybrid Buses (Diesel – Eletric; Articulated)	Medium 9.600 (Articulated in corridors)	Zero	Small Civil work + Zero (100 m ² /Bus)
5. Diesel Buses (Articulades) (160 pass / car)	Medium 9.600 (Articulated in corridors)	Zero	Small Civil work + Zero (100 m ² /Bus)
6. Trolley Buses Using Ultra- Capacitors (Articulated) (160 pass./car)	Medium 9.600 (articulated in corridors)	Very Small 100.000 / km (Charging Stations)	Small (Building + Zero) (100 m ² / Bus)

Note: Conversion Rate: June 2012 1 U\$ = 2,0 R\$

Table I – Alternatives for Urban Transportation (Investments in U\$)

TYPE OF SYSTEM	COST OF VEHICLES (U\$ / UNIT)	EMISSION OF POLLUTANTS	TOTAL COST (1000 U\$) U\$/CAR/km)
1. Subway (Metro) (500 pass./car)	Very Large	Zero	100.000
2. Light rail vehicles (VLT) (160 pass./car)	Large 950.000,00	Zero	3.137
3. Trolley Buses (Conventional articulated)	Medium 590.000,00	Zero	2.465
4. Hybrid Buses (Diesel – Eletric; Articulated)	Medium 650.000,00	Small	650
5. Diesel Buses (Articulades) (160 pass / car)	Small 450.000,00	Large	450
6. Trolley Buses Using Ultra- Capacitors (Articulated) (160 pass./car)	Medium 650.000,00	Zero	750

Note: Conversion Rate: June 2012 1 U\$ = 2,0 R\$

Table II – Alternatives for Urban Transportation Operational costs per month per car (7.500 km / month)

TYPE OF SYSTEM	FUEL (U\$ / MONTH)	LUBE OIL (U\$ / MONTH)	TIRES OR WHEELS	BRAKE LININGS
1. Subway (Metro)				
2. Light rail vehicles (VLT)	4.950 (3.0 kW.h / km)	Zero	1.200 (Wheels + Rails)	112
3. Trolley Buses (Conventional Articulated)	5.280 (3.2 kW.h / km)	Zero	703 (10 tires each 80.000)	54 (Change each 70.000 km)
4. Hybrid Buses (Articulated)	5.769 (1.3 km / l)	168 (8 Liters each 25.000 km)	703 (10 tires each 80.000 km)	54 (change each 70.000 km)
5. Diesel Buses (Articulated)	6.818 (1.1 Km/l)	168 (8 liters each 25.000 km)	1.875 (10 tires each 30.000 km)	126 (change each 30.000 km)
6. Trolley Buses w / ultra – caps (Articulated)	3.960 (2.4 kw.h/km)	Zero	703 (10 tires each 80.000 km)	54 (Change each 70.000 km)

Table II – Alternatives for Urban Transportation Operational costs per month per car (7.500 km / month)

TYPE OF SYSTEM	MOTORS REVAMP	COMPONENTS	BATERIES OR U-C	TOTAL U\$
1. Subway (Metro)				
2 . Light rail vehicles (VLT)	360	360	Zero	6.982
3. Trolley Buses (Conventional Articulated)	180	280	Zero	6.497
4. Hybrid Buses (Articulated)	285	700	312 (change at 2 years)	7.991
5. Diesel Buses (Articulated)	105	900	Zero	9.992
6. Trolley Buses w / ultra – caps (Articulated)	180	280	300 (Change at 10 years)	5,477

Parameters

- Conversion Rate: 1.0 U\$ = 2.0 R\$ (June 2012)

1 kW . h = U\$ 0,22

1 liter (diesel) = U\$ 1.0

1 liter (Lube oil) = U\$ 70,00 ; Change each 25.000 km (8 liters)

Tires
(Replace): $\left\{ \begin{array}{l} \text{Diesel: Each 30.000 km} \\ \text{Electric: Each 80.000 Km} \end{array} \right.$

Brake Linings:
(Replace) $\left\{ \begin{array}{l} \text{Diesel: Each 30.000 km} \\ \text{Electric: Each 70.000 km} \end{array} \right.$

Cost of motor
(Revamp) $\left\{ \begin{array}{l} \text{Diesel Motor: Each 400.000 km @ U\$ 5.600,00} \\ \text{Electric Motor: Each 50.000 km @ U\$ 1.200,00} \end{array} \right.$

Table III – Conveniência e conforto para os passageiros e a população urbana

TYPE OF SISTEM	EMISSION OF POLLUTANTS BY THE VEHICLE	NOISE LEVEL	VIBRATION LEVEL
1. Subway (Metro)	Zero	Medium	Low
2 . Light rail vehicles (VLT)	Zero	Medium	Low
3. Trolley Buses (Conventional)	Zero	Very Low	Low
4. Hybrid Buses (Diesel-Electric)	Small	Medium	Medium
5. Diesel Buses	Large	High	High
6. Trolley Buses using ultra-capacitors	Zero	Very Low	Low

Table III – Conveniência e conforto para os passageiros e a população urbana

Type of Sistem	Internal Confort	Visual Pollution of the streets	Possibility to observe the landscape
1. Subway (Metro)	Good	Zero or High	No
2 . Light rail vehicles (VLT)	Good	Medium	Yes
3. Trolley Buses Conventional)	Good	High	Yes
4. Hybrid Buses (Diesel-Electric)	Average	Zero	Yes
5. Diesel Buses	Low	Zero	Yes
6. Trolley Buses using ultra-capacitors	Good	Zero	Yes

Conclusão

É inegável a superioridade do transporte urbano eletrificado quando comparado ao transporte por veículos a combustão interna.

Com exceção do item “Custo Unitário do Veículo” (que é menor para os veículos à diesel) em todos os demais itens as alternativas eletrificadas são francamente superiores.

Dentre estas, destaca-se o sistema de transporte por Trolleybuses convencionais e o novo sistema por Trolleybuses à Ultra-Capacitores.

Observar que tanto os Trolleybuses convencionais com os VLT's e o Metrô necessitam de uma rede aérea alimentadora o que os vincula a um corredor fixo. Além disto, os VLT's e o Metrô são inapelavelmente restritos aos trilhos o que os torna incapazes de contornar obstáculos. Isto já não acontece com os Trolley, pois dispõem de alguma mobilidade lateral.

Este aspecto não é necessariamente negativo, pois somente com a utilização de corredores isentos do tráfego de rua, tais modais podem atingir os altos índices de eficiência previstos. Com este cuidado, tornam-se comparáveis ao transporte metroviário por uma fração do custo por cada passageiro transportado.

Em conclusão, para corredores de pequena ou média capacidade, os Trolleybuses se destacam das demais alternativas. Com relação a este modal, seus opositores, com alguma razão, apontam para os pontos fracos de rede aérea, argumentando que são expostas às intempéries e que introduzem alguma poluição visual. (Inexplicavelmente, poupam os VLT's e o Metrô das mesmas críticas, embora ambos também necessitem de rede aérea). Um desenvolvimento recente, os Trolleybuses a Ultra-capacitores, permitem a total eliminação da rede aérea e, portanto, eliminam está restrição.

No momento estes veículos estão em testes ou em desenvolvimento em diversos países, inclusive no Brasil.

Dentro em breve se tornarão uma alternativa muito atraente para o transporte urbano de massa.

OBRIGADO!

Antônio Vicente Albuquerque Souza e Silva

