

A E A M E S P

ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS E ARQUITETOS DE METRÔ

EXTERNALIDADES NO TRANSPORTE METROFERROVIÁRIO

17^a Semana de Tecnologia Metroferroviária

Eduardo A. Vasconcellos

14/09/2011

Mobilidade

Consumos

1. Materiais
2. Espaço
3. Tempo
4. Energia

Impactos

5. Uso/preço do solo
6. Efeito barreira
7. Emissões
8. Ruído/Vibrações
9. Descartes
10. Acidentes
11. Congestionamento

Consumos

1. Consumo de materiais

Europa, 1992 (117 milhões de veículos)

Material	Toneladas/ano (Produção)
Ferro, aço	10.500
Alumínio	908
Cobre	138
Plásticos	698
Borracha	747
Vidros	422
Asfalto	156.000

2. Consumo de espaço

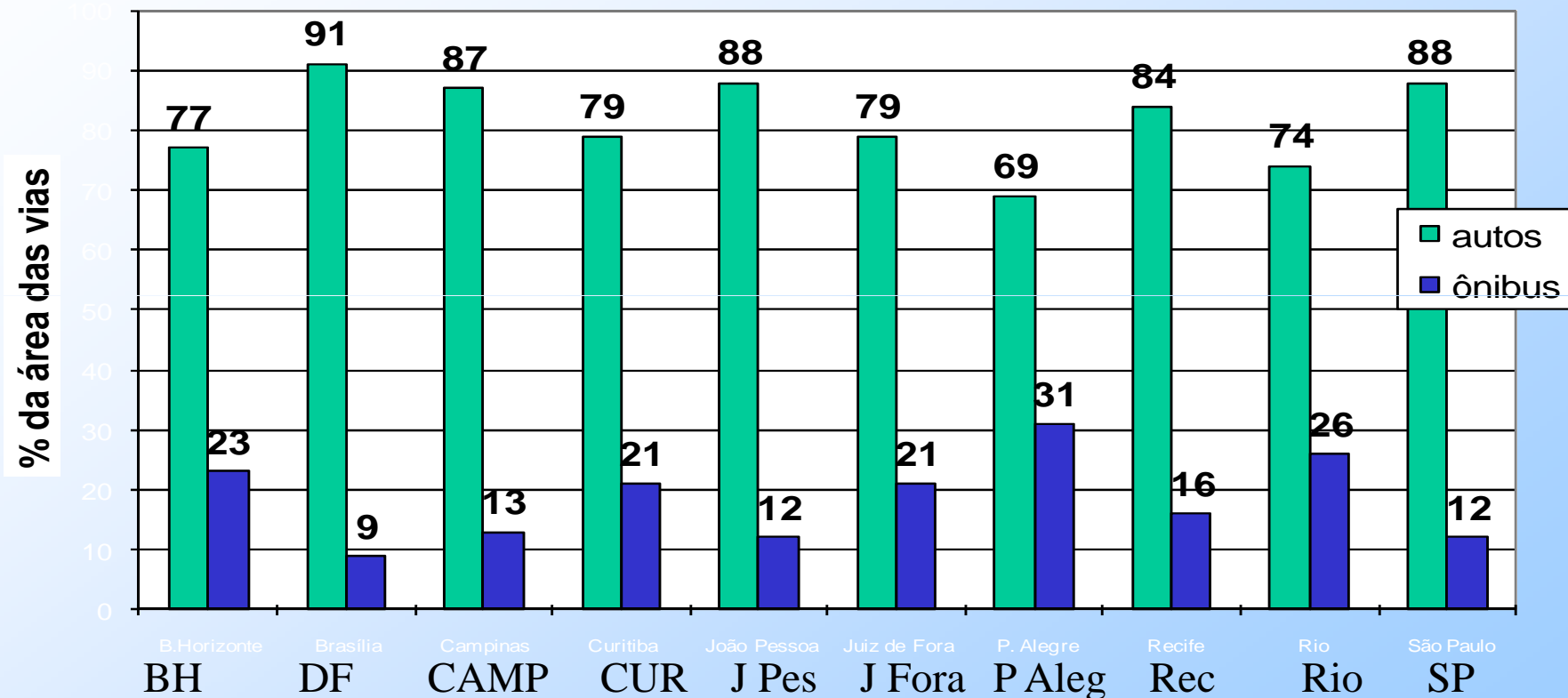
Consumo (estático)

a) Construção de vias: 20 – 25% da superfície
(mobilidade por automóvel) Los Angeles: 50%
(valor do sistema viário de São Paulo = R\$ 30-40 bilhões)

b) Estacionamento na via: 30 a 40% da via

(SP: 1,2 milhão de operações de estacionamento gratuito na via = R\$ 12 milhões de subsídio por dia)

Área de vias principais ocupadas por autos e ônibus



3. Consumo de tempo

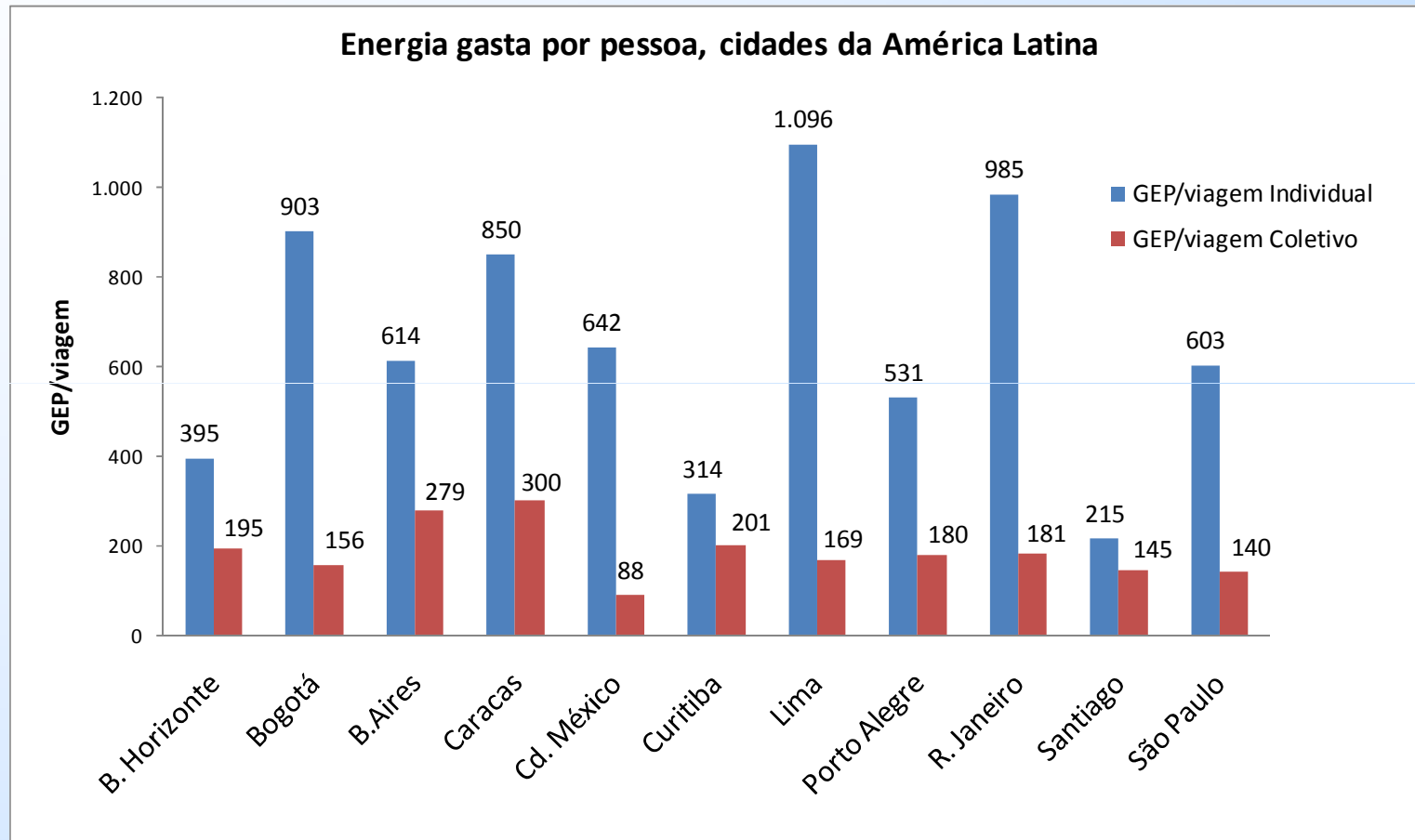
Modos públicos: acesso/espera/veículo/saída

Modos privados: acesso/veículo/saída

OD 2007: tempos máximos e mínimos de percurso

Modo	T mínimo	T máximo
Coletivo	20	210
Individual	10	140
A pé	5	69

4. Consumo de energia



Fonte: CAF (www.caf.com)

Impactos

5. Uso e preço do solo

Acessibilidade + novo modo | altera uso do solo
| altera preço do solo
(depende de cada **condição específica**)

6. Efeito "Barreira"

Av 23 de Maio (São Paulo) – cidade dividida em duas



7. Emissões

a) Poluentes **locais** (agenda marrom)

CO, NO_x, HC, SO_x, MP - limites de concentração

b) Poluentes do **efeito estufa** (agenda verde)

CO₂ (50%), CH₄ (metano – 18%), outros (32%)

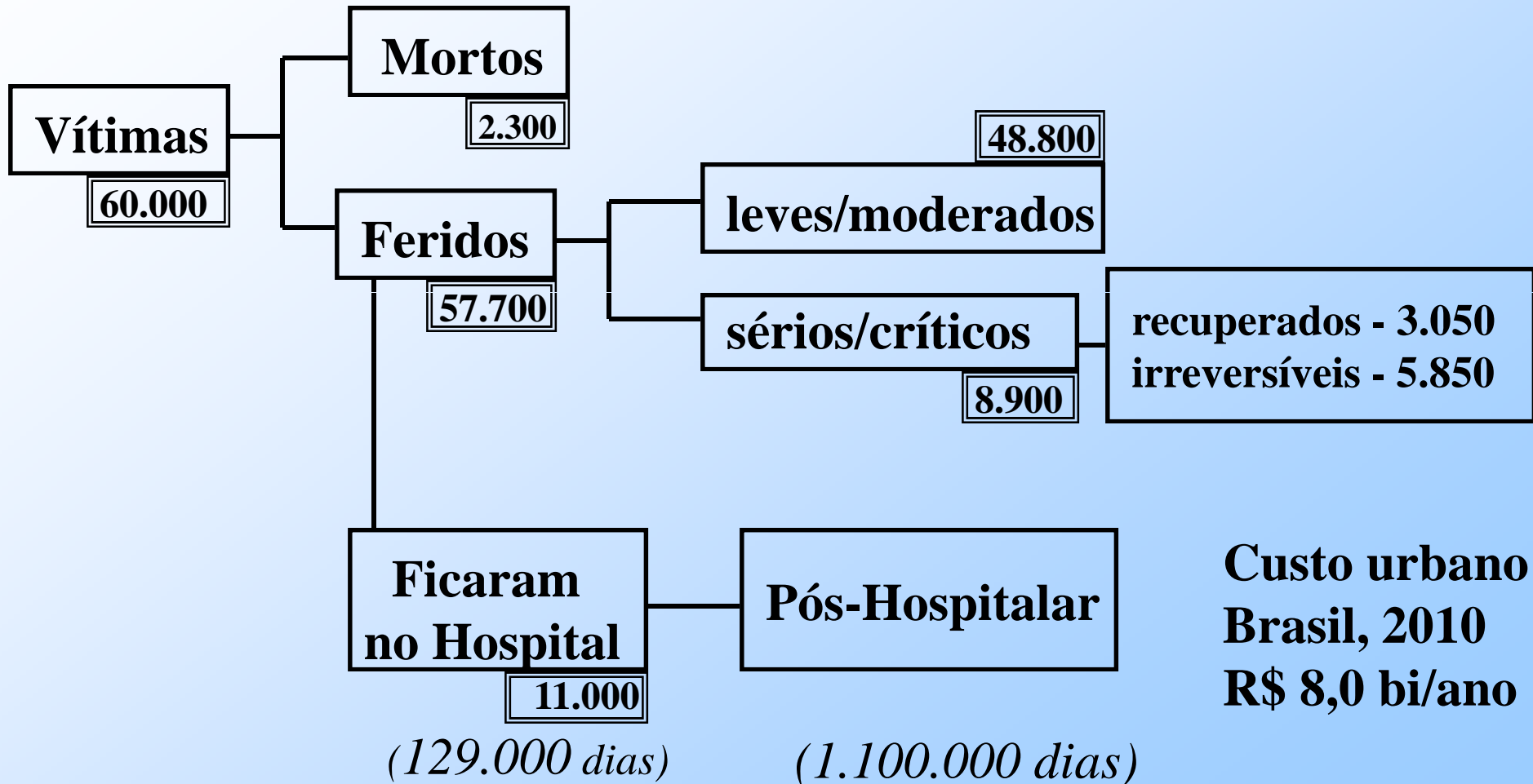
8. Ruídos e vibrações

Afetam locais próximos

Dependem do tipo de veículo, da via e da velocidade

9. Acidentes

Árvore de custos sociais dos acidentes (S. Paulo, 1995)



10. Descarte de materiais

Europa, 1992 (117 milhões de veículos)

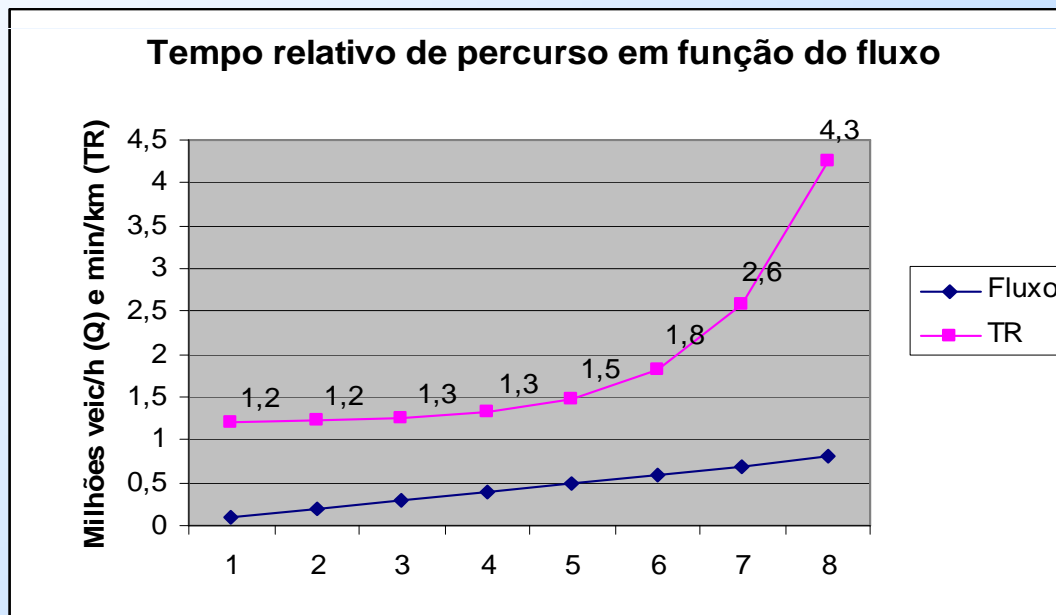
Material	Toneladas/ano
Ferro, aço	7.010
Alumínio	605
Cobre	93
Plásticos	471
Borracha	500
Vidros	286
Asfalto	87.000

11. Congestionamento

a) Conceito da Engenharia

Veloc. ideal = 60 km/h ↔ Veloc. "real" = 30 km/h

b) Conceito da Economia: custo marginal imposto aos outros



Custos

Internos: compra e operação, impostos, tempo excessivo

Externalizados – efeito transferido para outros

Formas de medição

a) Quando há preços de mercado

Quantidades: direta - tempo excessivo, acidentes

Custos monetários

Tempo: salários, impostos

b) Quando não há preço de mercado:

Preço hedônico: estimativa indireta

Preferência declarada: entrevista

Preferência revelada: observação

1. Acidentes de trânsito

Custos **diretos**

Tempo perdido	F.(salário, idade)
Tratamento hospitalar	medição direta
Danos aos veículos	medição direta
Danos à sinalização	medição direta

Custo **intangível**

Dor/sofrimento – “valor estatístico da vida” (PR/PD)

Peso do valor da vida - Reino Unido

Acidente	V Vida	Produção	Médicos	Peso V V
Fatal	1.028.039	77.586	729	93%
Grave	108.277	2.751	4.207	94%

2. Tempo de percurso (valor do tempo)

a) Estudos de engenharia - Horas perdidas x custo hora

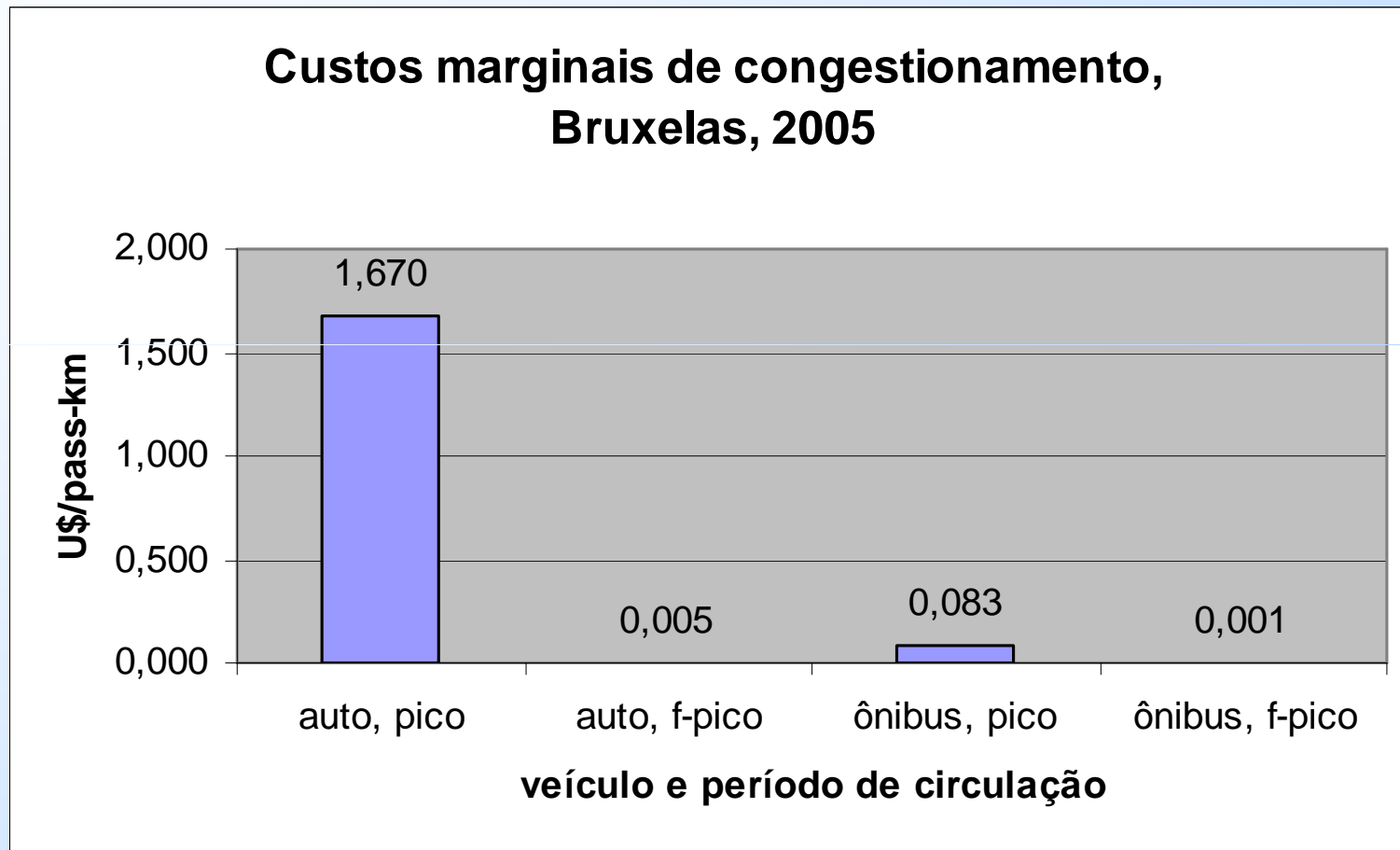
EUA

Cidade	U\$ milhões			U\$/veic
	Atraso	Gasolina	Total	
L Angeles	7.420	910	8.330	1.060

Brasil (IPEA/ANTP, 1998)

2011 (atualizado), 10 cidades: R\$ 1,4 bilhões

b) Estudo econômico – custo adicional transferido



3. Poluição (custos médicos + "VV")

Valores internacionais – variação e incerteza

	Mil/Mof 93	(U\$/kg) Delu 96	Lit 96
CO 1		0,01 – 0,09	
NOx	6,4 – 8,8	1,2 – 17,3	4,0
SOx	1 – 4,5	6,9 – 65,2	5,2
PM	3,6	9,8 – 134,0	4,9
CO2	0,06 – 0,13		0,05

Problema: Incerteza e variação

4. Valor do solo

Diferença “antes-depois” na área de impacto
Problema: isolar efeito do projeto

5. Impactos intangíveis

Efeito barreira

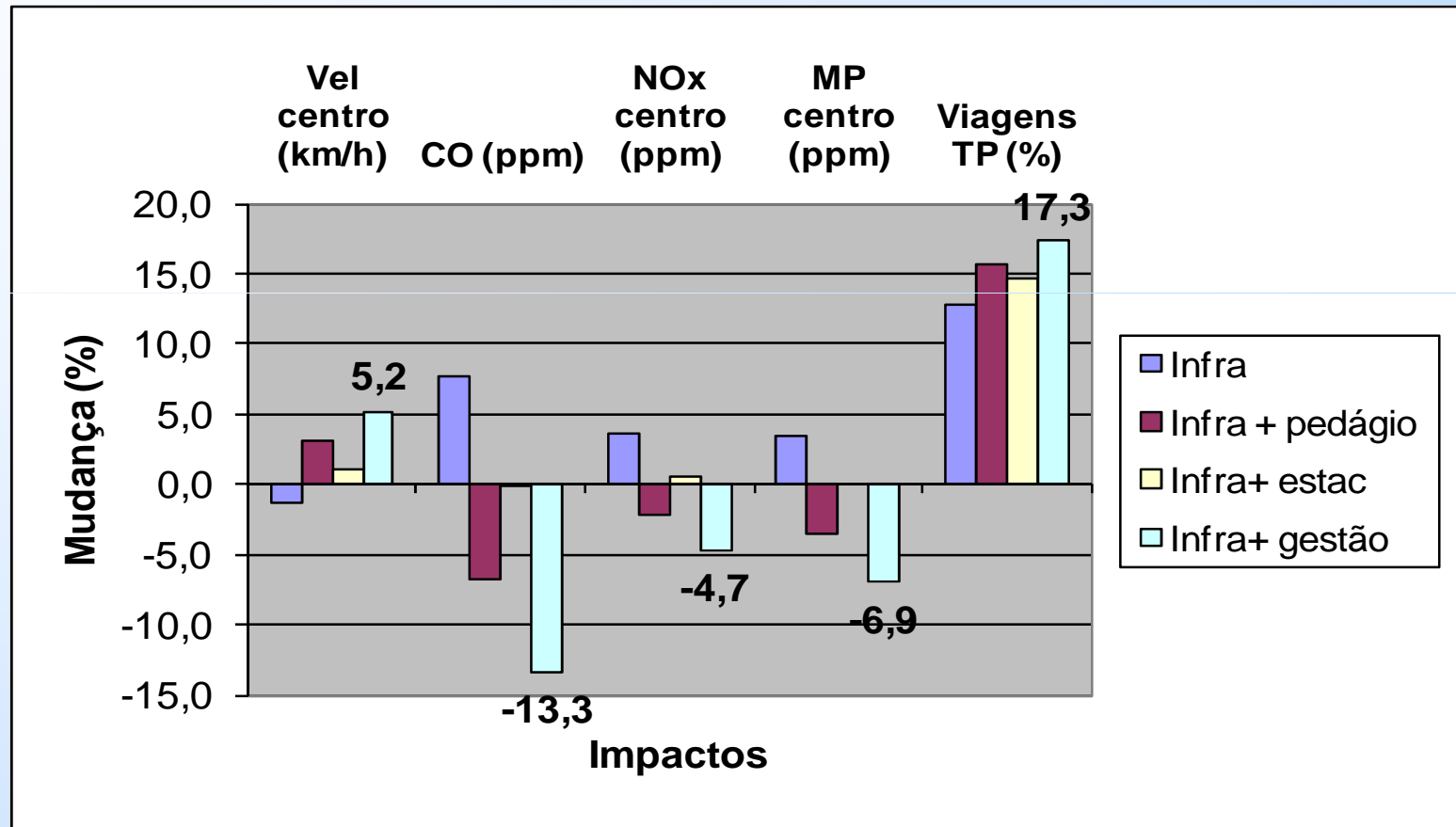
Descartes (nota: valor solo usado é tangível)

Confiabilidade

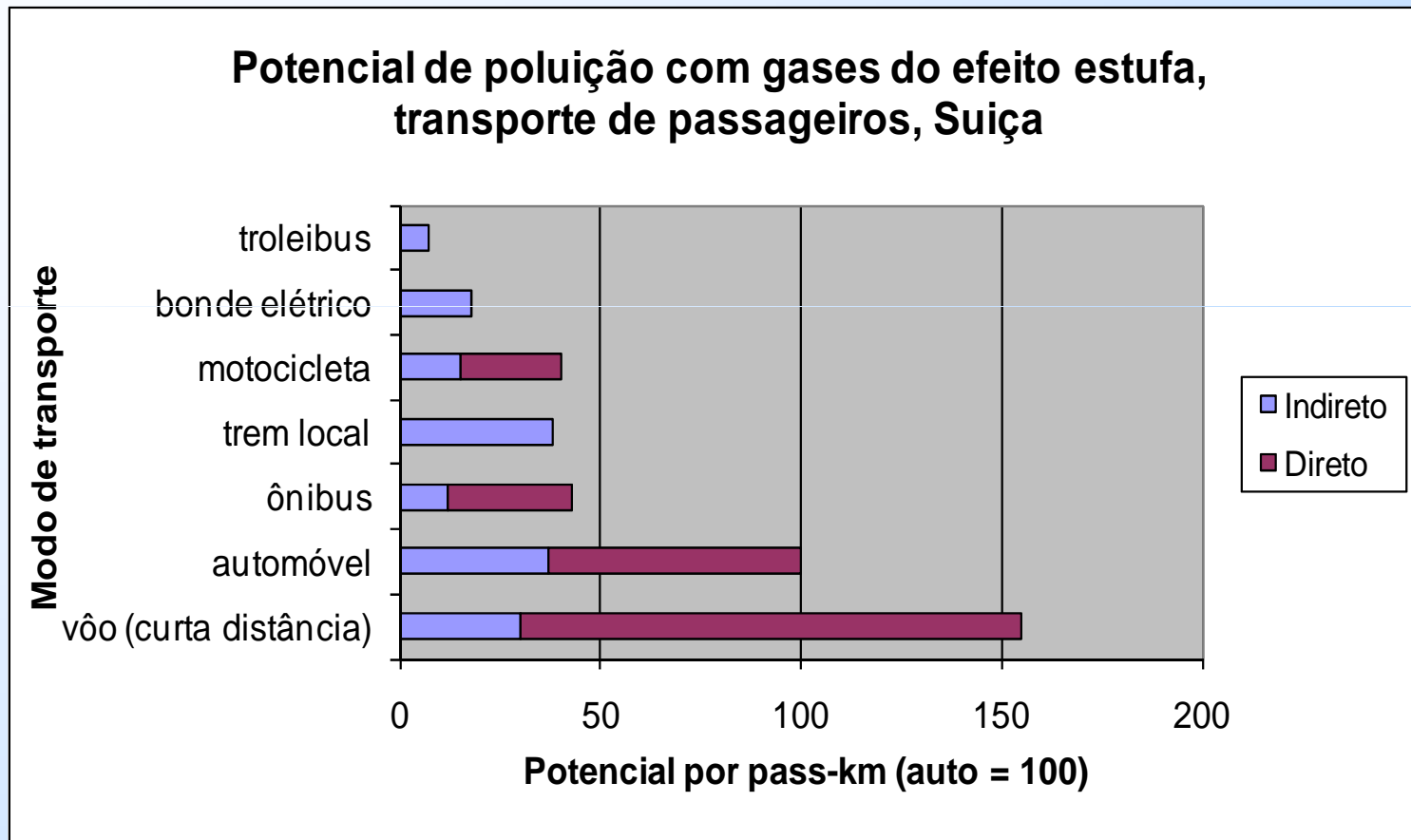
Regularidade

Análise de impactos

Operacional – apenas o uso **direto**



Impacto do ciclo completo: emissões de CO2 por modo



Estimativa dos impactos diretos de uma linha de metro

Cidade imaginária	Valor	
População	3.000.000 hab.	
Viagens/dia	Atuais	Vão p/ metro
Total	5.850.000	
A pé/ bicicleta	2.400.000	50.000 (10%)
Tp. Público (ônibus)	2.100.000	350.000 (70%)
Automóvel	1.200.000	75.000 (15%)
Motocicleta	150.000	25.000 (05%)
	total metro 500.000	

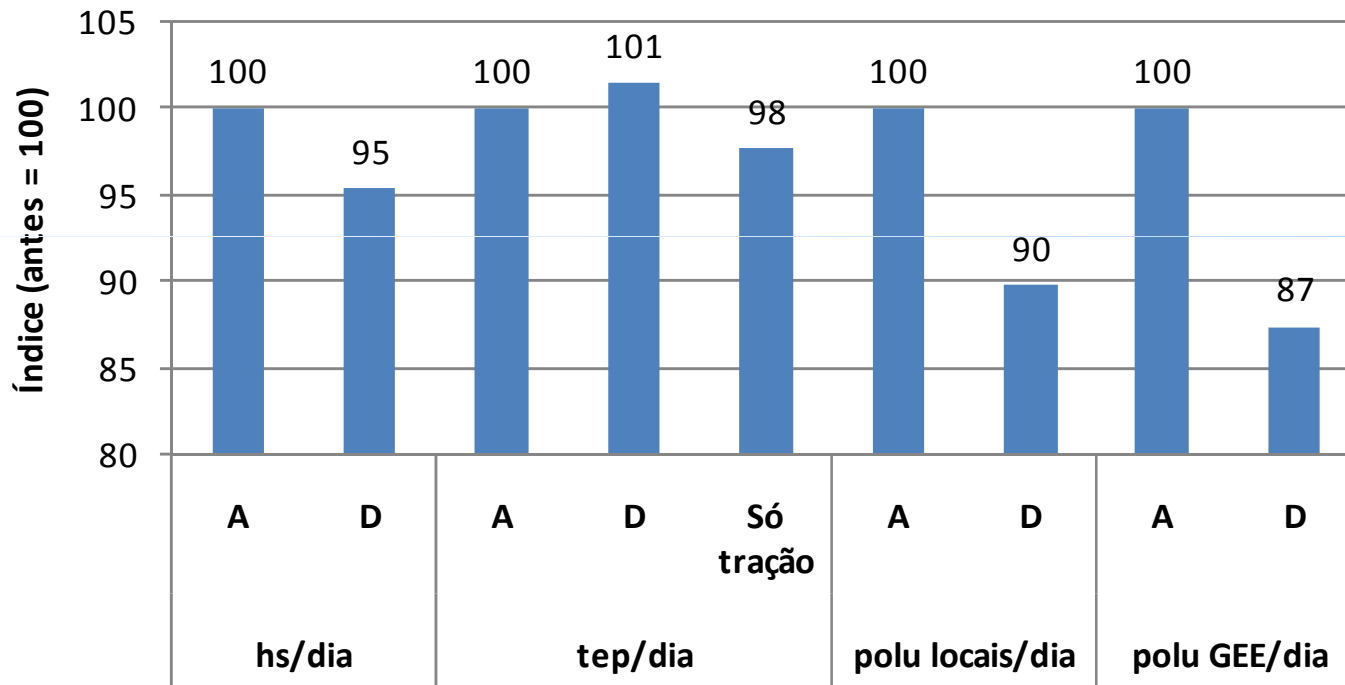
Resumo da quantidade dos consumos e impactos

Item	Quantidade		Dif/dia
	Antes	Depois	
Tempo ¹ , hs	2.575.000	2.454.000	- 121.000
Energia ¹ , tep	634	693 (619) ²	+ 9 (-15) ²
Emissões ¹ loc, ton	84	76	- 8
Emissões ¹ GEE, ton	1.727	1.509	-218
Acidentes, ano (bus)	3.893	3.244	- 649
Valor do solo (R\$)	1.000	1.500	R\$ 500/m ²

1 – poderia haver uma redução causada pela queda no congestionamento das vias, mas isto não foi considerado pois existem demandas reprimidas de uso do automóvel

2 – usando apenas energia de tração

Impactos de uma linha de metro de 500 mil passageiros



Impacto da linha de metro

Resumo dos ganhos tangíveis resultantes do metro

Item	Ganhos (10 ⁶ R\$/ano)	% total
Tempo	186	88
Emissões PL	9	5
Emissões GEE	2	1
Acidentes	13	6
Total	205	100

Notas:

- a) Ganhos de tempo aumentam muito em cidades mais congestionadas
- b) Valores de emissões e acidentes variam muito em função do custo adotado

Obrigado!

© Associação dos Engenheiros e Arquitetos de Metrô

Rua do Paraíso, 67 - 2º andar - Paraíso

São Paulo - SP - CEP: 04103-000

Tel/Fax: (11) 3284 0041

aeamesp@aeamesp.org.br