

O Custo da Imobilidade



**Os efeitos
positivos em
saúde do
transporte
urbano sobre
trilhos**

Profa. Dra. Simone Georges El Khouri Miraglia
Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP

Introdução

- A poluição do ar é um problema importante em centros urbanos:
 - Número crescente de veículos;
 - Capacidade reduzida das vias;
 - Reduzidos investimentos em transporte público.
- Nível elevado da atividade econômica em São Paulo => aumento do poder de compra da população => aquisição de carros próprios => elevados congestionamentos.



Cidades, Transportes e Sustentabilidade



Frota Veicular X Congestionamentos

Município de São Paulo

- **1.200** veículos novos por dia nas ruas
 - **344 km** => maior congestionamento da história (23/05/14 - **CET**)
 - Frota veicular > **7 milhões**
 - População > **11 milhões**
- ↓
- Aumento da demanda por infraestrutura de habitação e transportes



Cidades, Transportes e Sustentabilidade



Cidades, Transportes e Sustentabilidade

Metrô
1 trilho
60.000 pass./h

Ônibus
1 pista
6.700 pass./h

Carros
3 pistas
5.450 pass./h



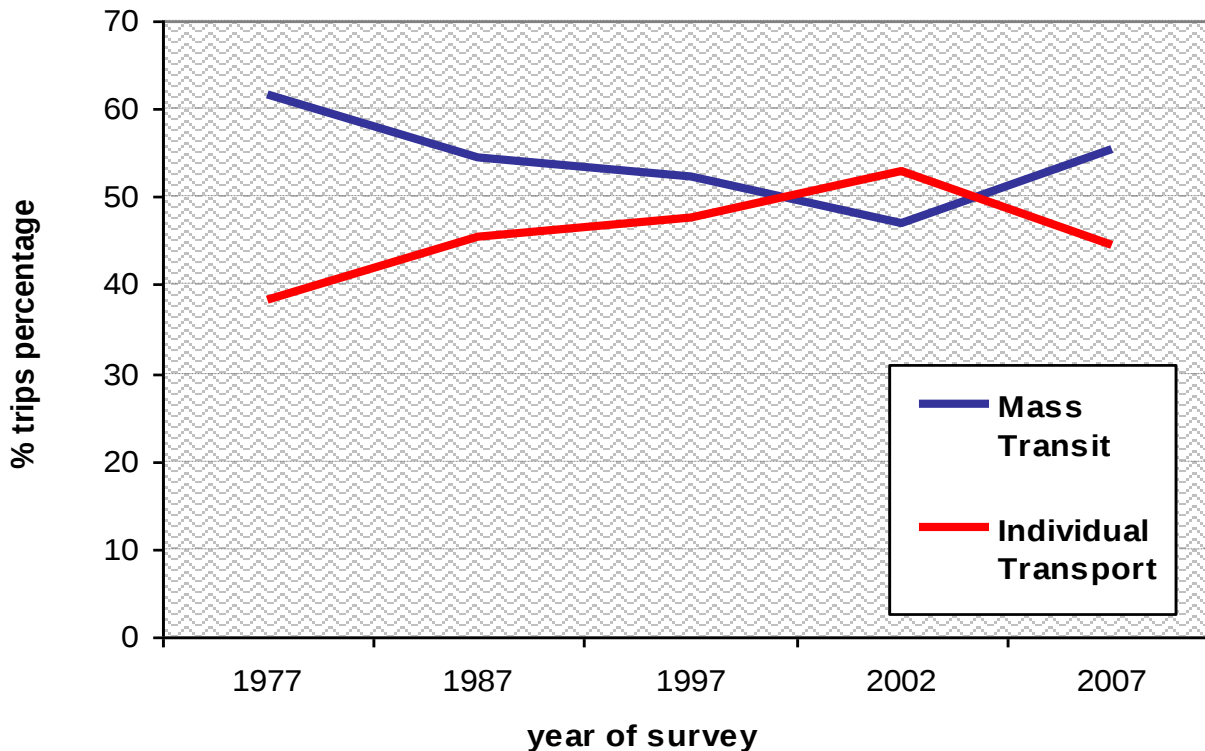
Cenário Insustentável



- **Crescimento da Motorização (Problemas com Mobilidade)**
- **Poluição Atmosférica**
- **Custos Sociais**

Problemática do Transporte Urbano – Município de São Paulo

Divisão Modal
SP



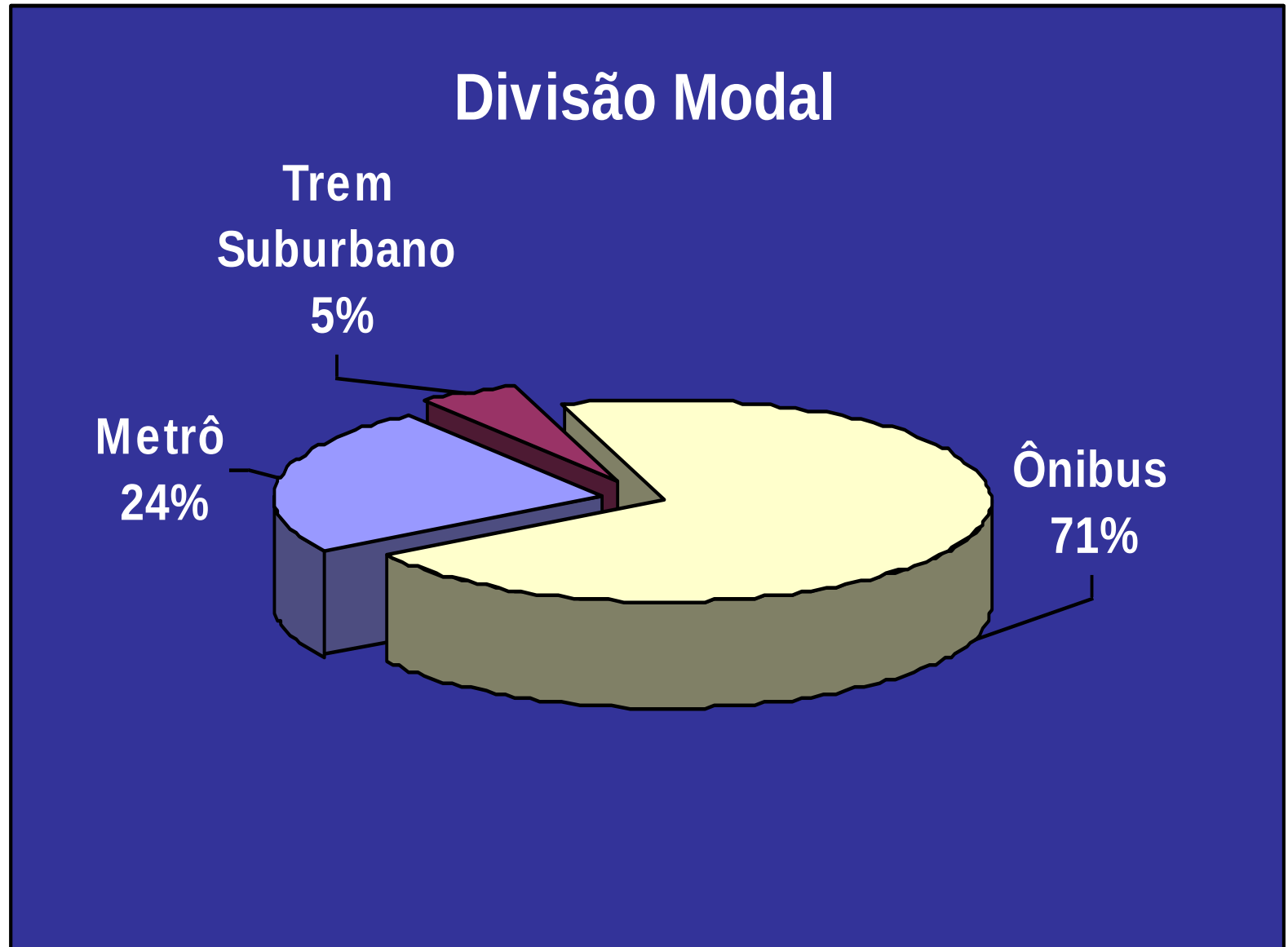
**Viagens
Motorizadas**

55%
Transporte Público

45%
Transporte Individual

Fonte: Metrô, Pesquisa O/D, 2007

Problemática do Transporte Urbano – Município de São Paulo

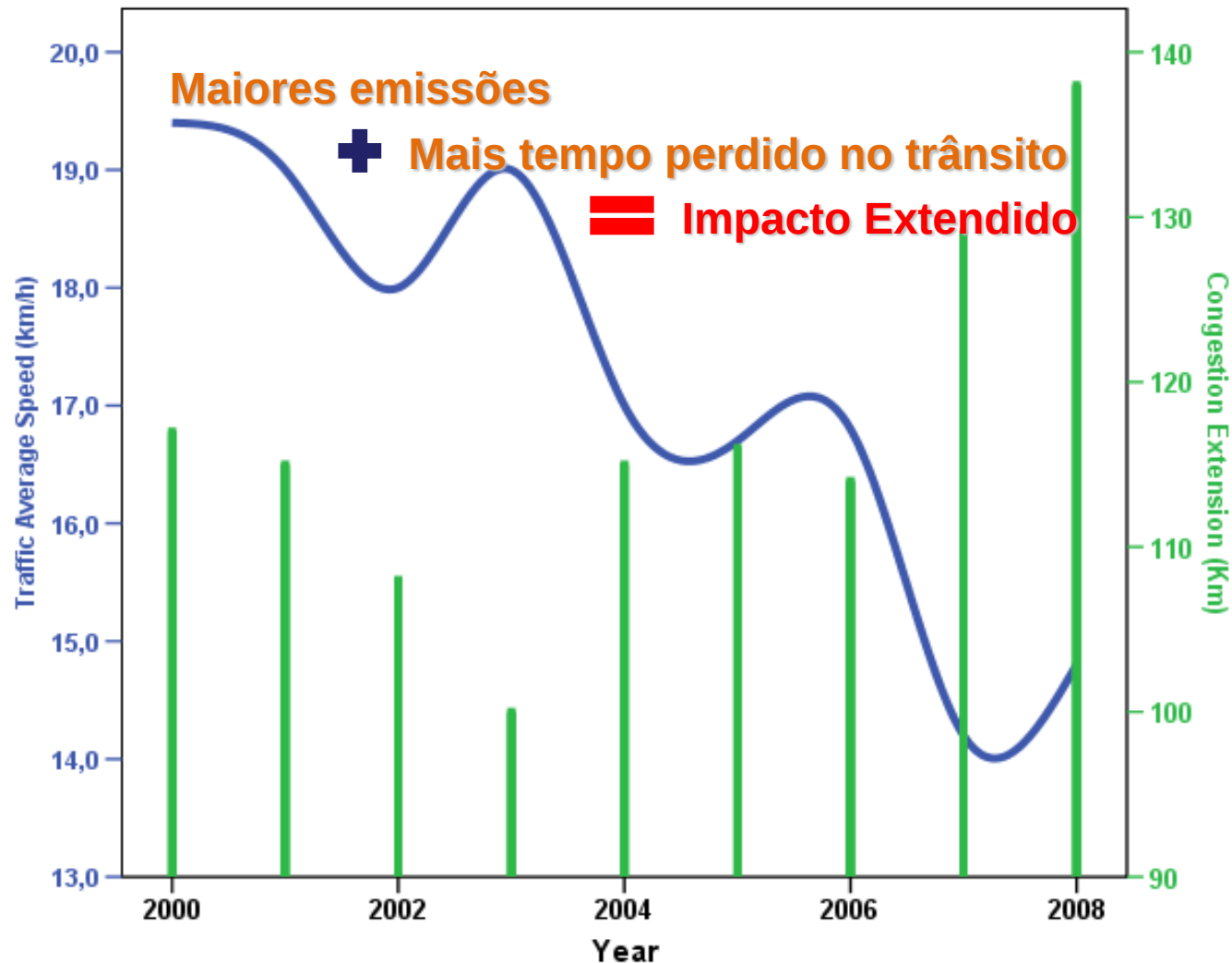




SÃO PAULO Cerca de 90% da poluição atmosférica é gerada pelos carros, motos, ônibus e caminhões

Photo: Antonio Milena

Velocidade do Tráfego x Extensão do Congestionamento



Source: SILVA, F.R., SALDIVA, P. H. N., LOURENCO, L. F.A., MIRAGLIA, S.G.E.K.

The risk and economic estimation of absenteeism due to air pollution in São Paulo, Brazil. AEROSOL AIR QUAL RES. , 2012

Custos da Poluição Atmosférica em SP

Custos Diretos

US\$208 milhões/ano

Saúde: mortalidade e morbidade

(MIRAGLIA, S. G. E. K., SALDIVA, P. H. N.,
BÖHM, G. M.

An Evaluation of Air Pollution Health Impacts
and Costs in São Paulo, Brazil.

Environmental Management. , v.35, p.667 -
676, 2005.).



Custos Indiretos

Políticas de Transporte

Políticas de Controle de Emissões

Políticas Tecnológicas



ESTUDO DE CASO

METRÔ DE SÃO PAULO

ESTUDO DE CASO: METRÔ DE SÃO PAULO



Objetivo

- Avaliar os benefícios do Metrô de São Paulo em termos de poluição atmosférica (concentração de MP_{10}), efeitos associados na saúde pública (mortalidade por doenças cardiorespiratórias) e valor monetário, considerando os eventos de paralisação do serviço de metrô (2003 e 2006).

C B P da **Silva**, P H N **Saldiva**, L F **Amato-Lourenço**, F **Rodrigues-Silva**, S G E
K **Miraglia**

Journal of Environmental Management 101 (2012) 191-196

Metodologia

1. Cenário sem o serviço do Metrô

- **Paralisações**
 - 2003
 - 2006
- **Médias diárias de MP_{10}**
 - Nos dias de greve +
 - Nos dias ex-ante e ex-post (CETESB)
- **Mortalidade por doenças cardiorespiratórias na população idade > 60 anos**



Metodologia

2. Cenário Controle: Metrô operando normalmente

- Comparação com dias similares

**Dia da semana, mês, ano,
temperatura, umidade relativa do
ar, velocidade dos ventos**

Fonte de Dados: CETESB



Impacto da Poluição Atmosférica na Saúde

- $RR_{\text{adjusted}} = e (\beta PM \times \Delta PM)$
- $CM_{\text{air pollution}} = (RR - 1) * DCM$

Onde:

RR_{adjusted} = risco relativo de mortalidade cardiorespiratória associada à poluição atmosférica;

βPM = coeficiente da regressão;

ΔPM = variação na concentração de MP_{10} (equivalente à diferença entre os dias de paralisação e os dias controle);

$CM_{\text{air pollution}}$ = mortalidade cardiorespiratória atribuída à poluição atmosférica;

DCM = média diária da mortalidade cardiorespiratória nos 3 dias após a paralisação.

Valor Monetário do Impacto da Poluição Atmosférica na Saúde



- Excesso de mortalidade atribuída às emissões atmosféricas adicionais;
- Conceito de VVE (Valor de Vida Estatística);
- Dado de VVE utilizado de estudo de revisão de valores feito pela agência ambiental dos Estados Unidos (USAEPA).



RESULTADOS

2003 – Influência da Paralisação do Metrô

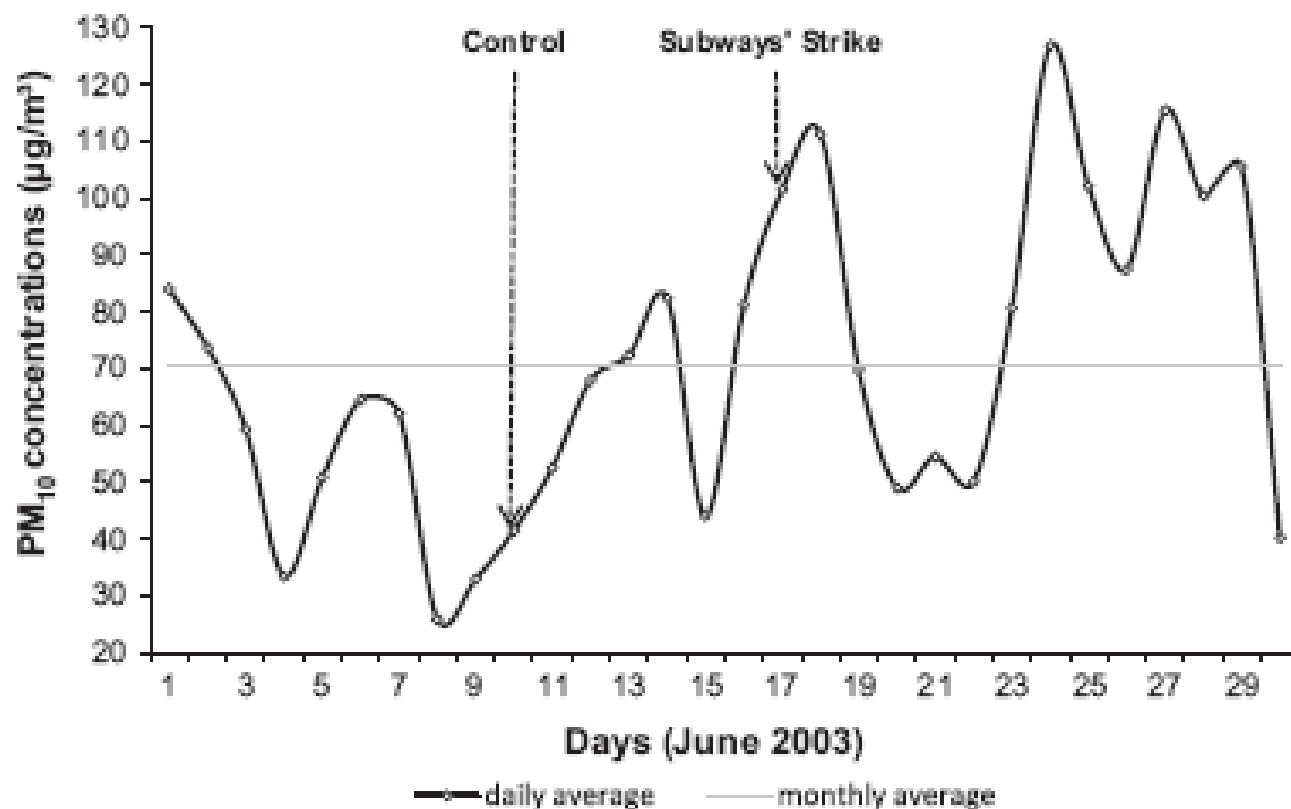


Fig. 2. PM₁₀ concentration during the June 2003 subway strike (Source: based on data from CETESB).

2006 – Influência da Paralisação do Metrô

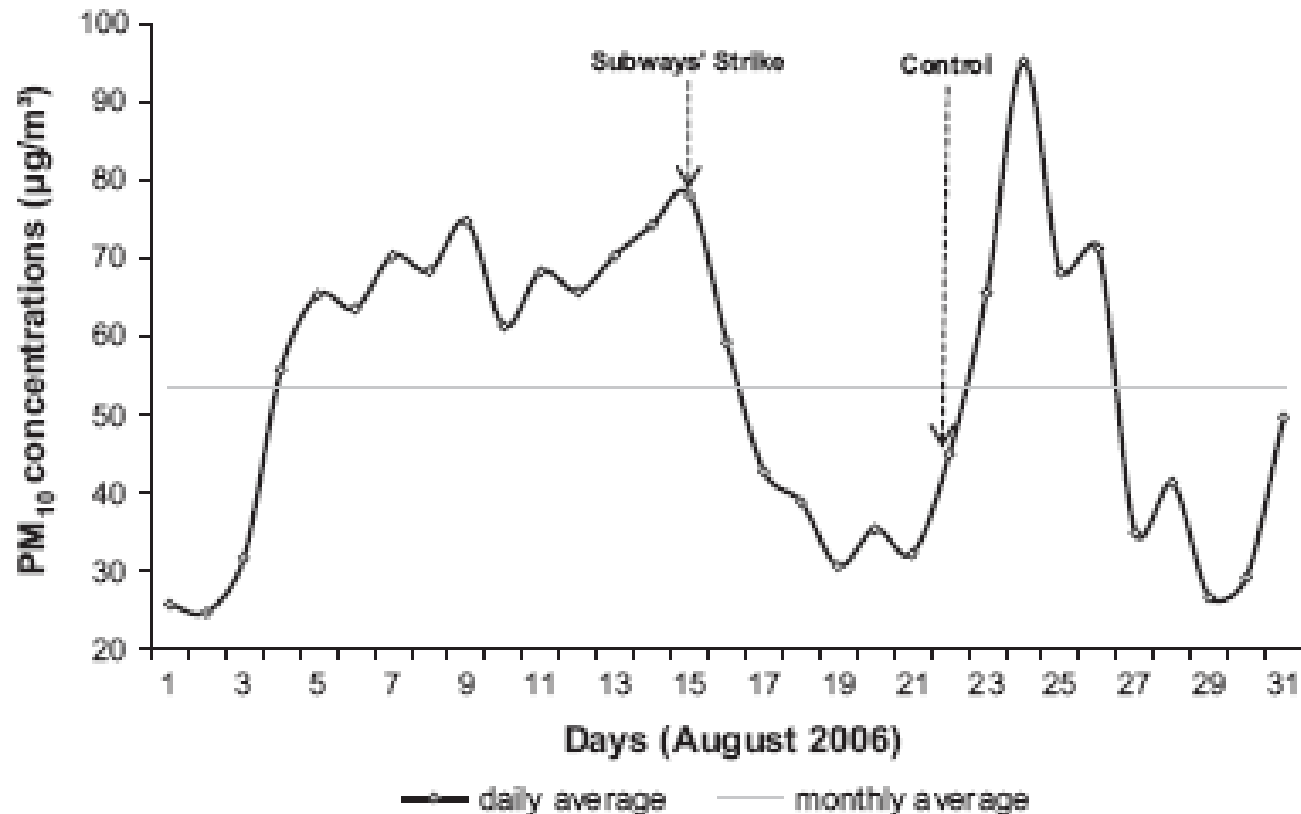


Fig. 3. PM₁₀ concentration during the August 2006 subway strike (Source: based on data from CETESB).

Table 1

Meteorological and air pollution variables for strike scenarios (2003 and 2006).

Variable	Unit	2003		2006	
		Subway Strike	Similar Day	Subway Strike	Similar Day
Subway Strike	Day	June 17	June 10	August 15	August 22
Weekday	–	Tuesday	Tuesday	Tuesday	Tuesday
Average PM ₁₀ Concentrations	µg/m ³	101.49 (±14.97)	41.15 (±6.93)	78.02 (±15.03)	43.99 (±8.83)
Temperature	°C	19	21	23	20
Relative Humidity	%	75	76	57	65
Wind Speed	m/s	1.1	1.3	1.6	1.8
Atmospheric Pressure	hPa	928,9	929,6	929,7	934,1
PBL Height ^a	m	1234	1295	1290	1814
Precipitation	mm	0	0	0	0

PBL: Planetary Boundary Layer.

Source: Elaborated by the authors based on CETESB data, [2003](#) and 2006.

^a Radiosonde data at 12Z from the “Campo de Marte” Airport.

BENEFÍCIOS DO METRÔ DE SÃO PAULO

Table 2

Estimate cases and valuation attributable to air pollution.

Parameters	Unit	2003	2006
Difference in PM ₁₀ Concentrations	µg/m ³	60.34	34.03
RR _{adjusted}	respiratory	1.24	1.13
	cardiovascular	1.11	1.06
Cardio-respiratory Mortality	daily deaths	56	67
Mortality _{attributable}	daily deaths	8	6
Daily Value	USD	50,830,333	36,350,449
Annual Value	USD	18,553,071,458	13,267,913,957

Source: Elaborated by the authors



CONCLUSÕES

- **Benefícios Ambientais:**
Redução da concentração de PM₁₀ de cerca de 75% baseado nas médias diárias de MP₁₀ dos dias de greve e dias similares
- **Avaliação Econômica dos Benefícios da Qualidade do Ar e Saúde:**
Custos evitados da ordem de US\$ 18 bilhões anualmente



- ✓ Relevância socioambiental do sistema sobre trilhos como o Metrô => menos poluição atmosférica e + saúde pública
- ✓ Necessidade de se ampliar a malha metroviária => investimentos de infraestrutura elevados devem ser olhados sob uma perspectiva mais ampla => benefícios em saúde superam os custos de implantação



Conclusão



Investimento Sustentável

Metrô é uma alternativa de transporte sustentável

Viabilidade econômica:

Custo médio da obra do metrô:
US\$ 150 milhões/km

Benefício de US\$ 18 bilhões

ACB => 120 km/ano



Obrigada!

✉ **simone.miraglia@unifesp.br**

**Universidade Federal de São Paulo -
UNIFESP**

