





PRÊMIO  
TECNOLOGIA &  
DESENVOLVIMENTO  
METROFERROVIÁRIOS  
2015

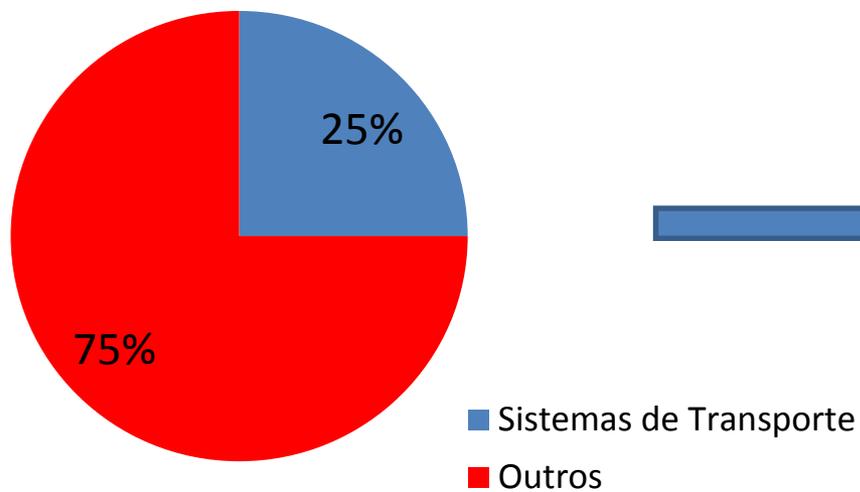


ESTE TRABALHO FOI SELECIONADO COMO FINALISTA NA EDIÇÃO DE 2015



# Introdução

## Emissão de CO<sub>2</sub>



Previsão de **duplicar até 2050** (IEA, 2009)



# Introdução

## ➤ Transportes:

A melhoria e maior utilização do Transporte público pode retirar usuários do transporte privado e contribuir para a solução do problema

Os metrô contribuem para a redução das emissões de GEE no setor



# Objetivos

- Definir um método para quantificar a redução das emissões de GEE do setor de transportes da cidade do Rio de Janeiro em função da operação do seu sistema – Linhas 1 e 2
- Apresentar o referencial teórico de emissões evitadas pela operação no transporte sobre trilhos e os detalhes do método de cálculo adotado para se chegar a esse resultado

# Método de medição das emissões de GEE por sistemas de transportes



• Km

? CO<sub>2</sub>



# A emissão de GEE produzida pelos sistemas sobre trilhos

- ✓ Geração da energia elétrica necessária para realizar a movimentação dos trens
- ✓ As matrizes energéticas dos sistemas sobre trilhos

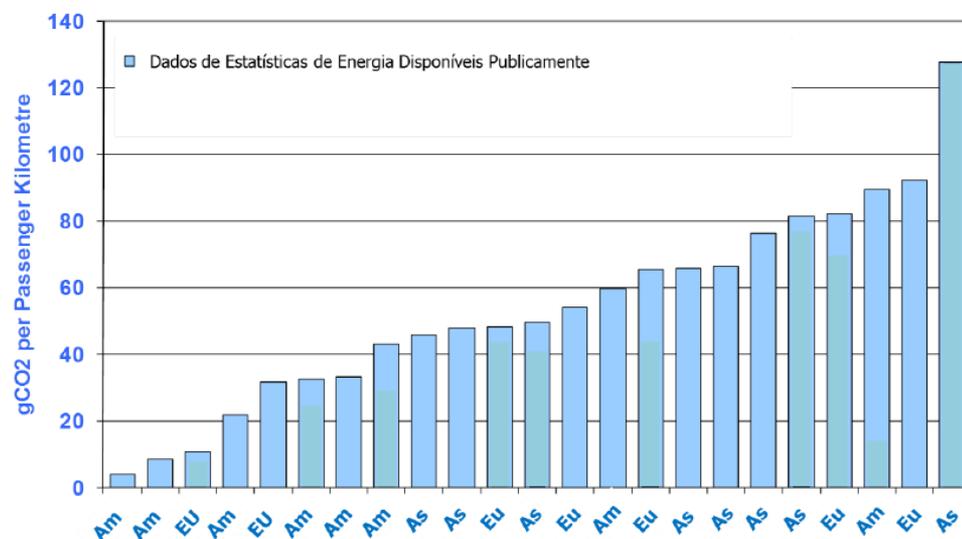


Figura 7: CoMET/NOVA – Emissões por eletricidade em 2011  
(Fonte: CoMET, 2012a)

# A emissão de GEE em sistemas de transportes

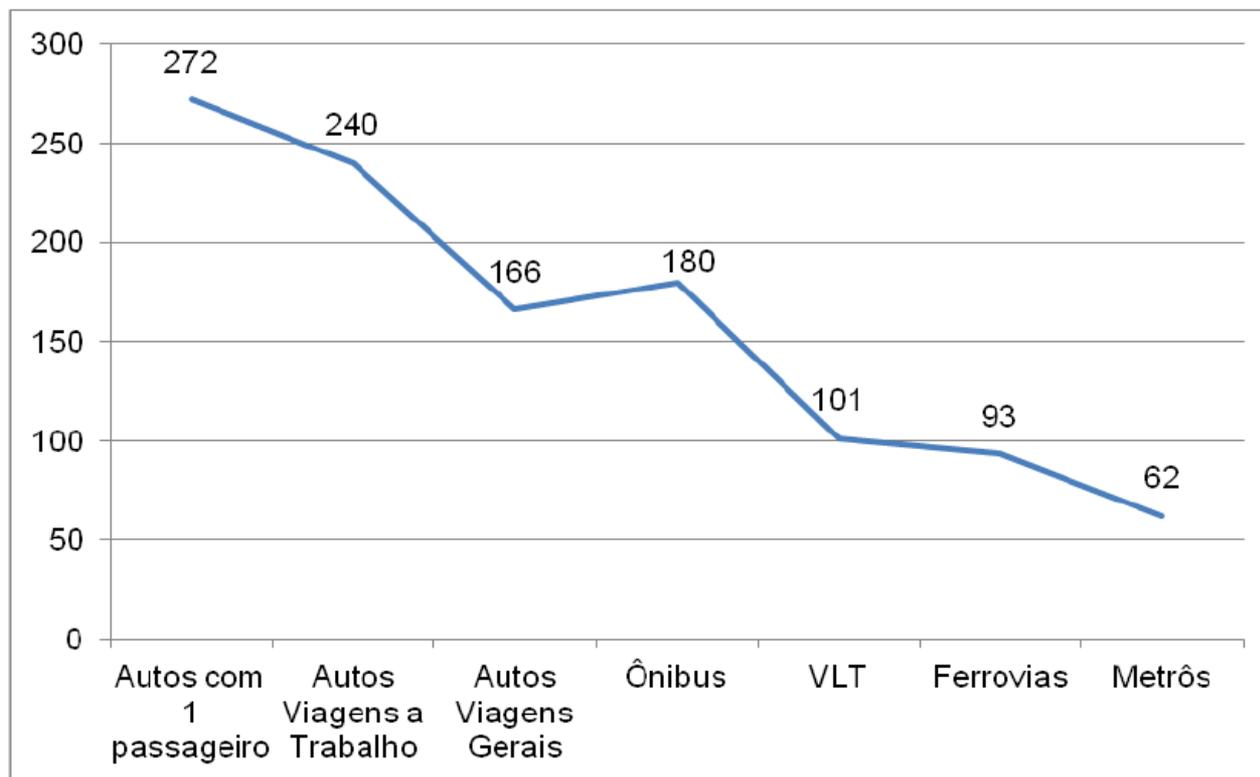


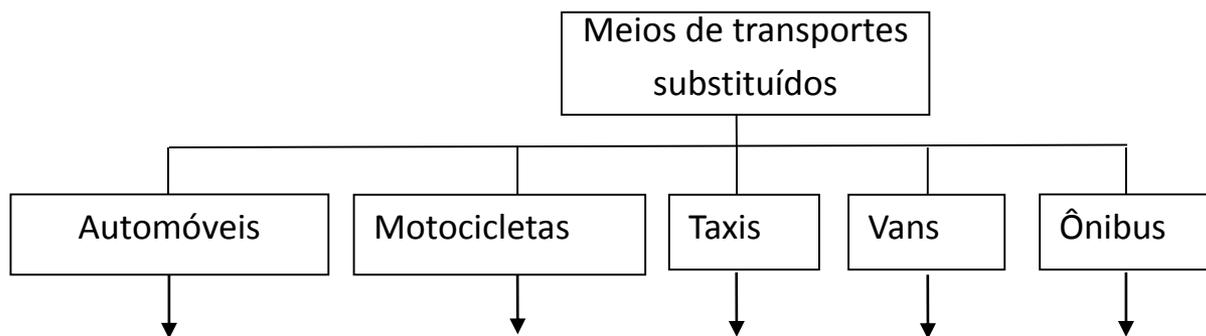
Figura 10: Média nacional nos Estados Unidos de emissão de energia de tração (Fonte: FTA, 2010)

# A emissão evitada pela operação do sistema sobre trilhos

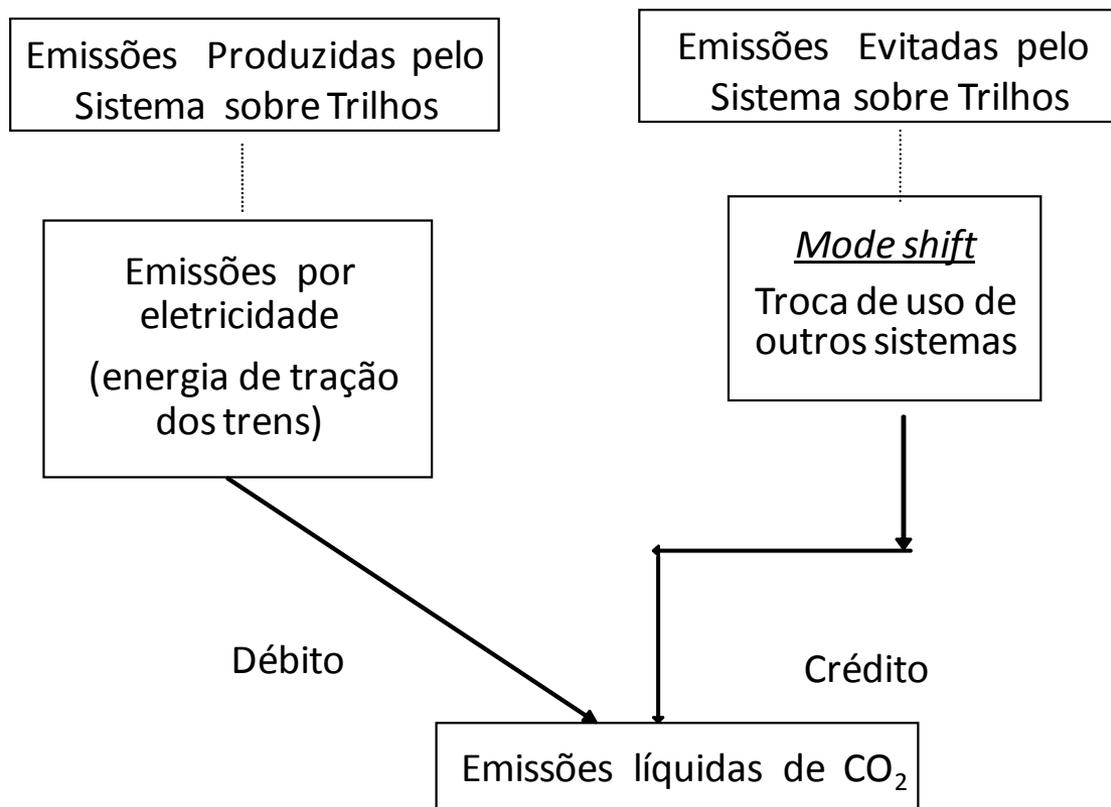
- A implantação, melhoria e maior utilização do sistema sobre trilhos podem contribuir para a redução das emissões, por meio da diminuição do uso do transporte de baixa e média capacidade
- A base desse conceito é o fato de que, sem a operação do sistema sobre trilhos, a cidade teria uma circulação muito maior de outros meios de transportes mais poluentes. Isso produziria por si só, em geral, maior emissão



# A emissão evitada pela operação do sistema sobre trilhos



# A emissão líquida evitada pela operação do sistema sobre trilhos



Fonte: Adaptado de APTA (2009)

# Resultados de estudos publicados de emissão evitada por Metrô

Emissões Produzidas pelo Metrô de São Paulo

Emissões Evitadas pelo Metrô de São Paulo

56.000 tGEE

875.000 tGEE

Débito

Crédito

819.000 tGEE

✓ Ano 2014 – Para cada 1 tonelada de GEE emitida foi evitada a emissão de aproximadamente 15 tGEE (Relatório de Sustentabilidade 2014)

Emissões Produzidas pelo Metrô de Porto

Emissões Evitadas pelo Metrô de Porto

12.400 tGEE

59.400 tGEE

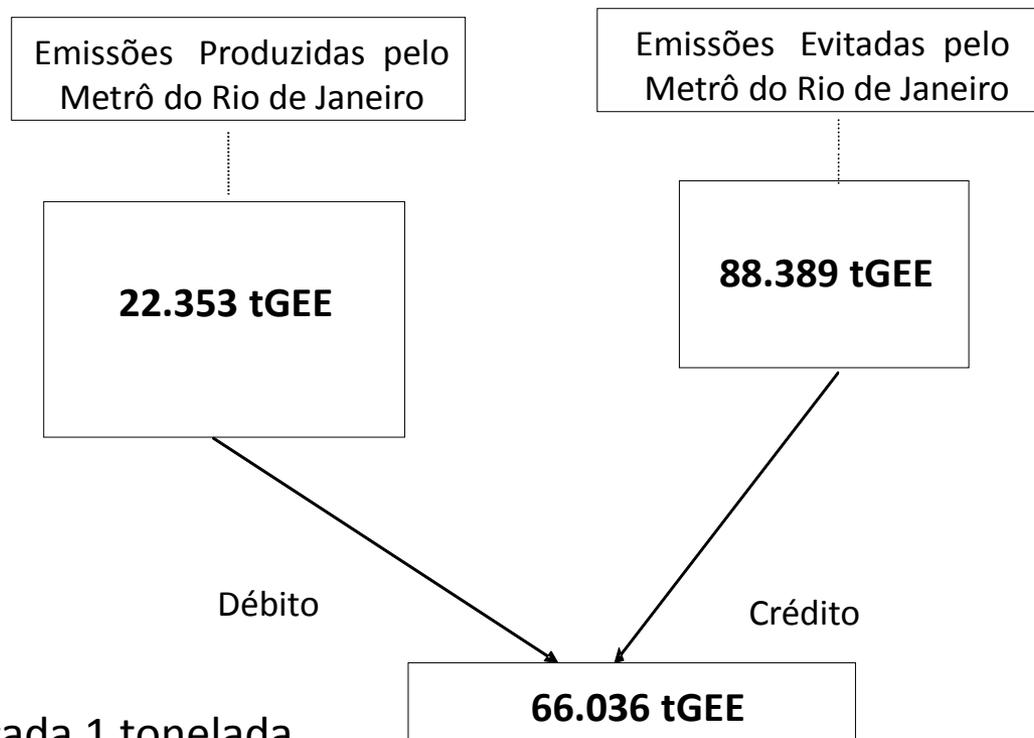
Débito

Crédito

47.000 tGEE

✓ Ano 2013 – Para cada 1 tonelada de GEE emitida foi evitada a emissão de aproximadamente 4,7 tGEE (Relatório de Sustentabilidade 2013)

# Resultados de estudo publicado de emissão evitada pelo MetrôRio



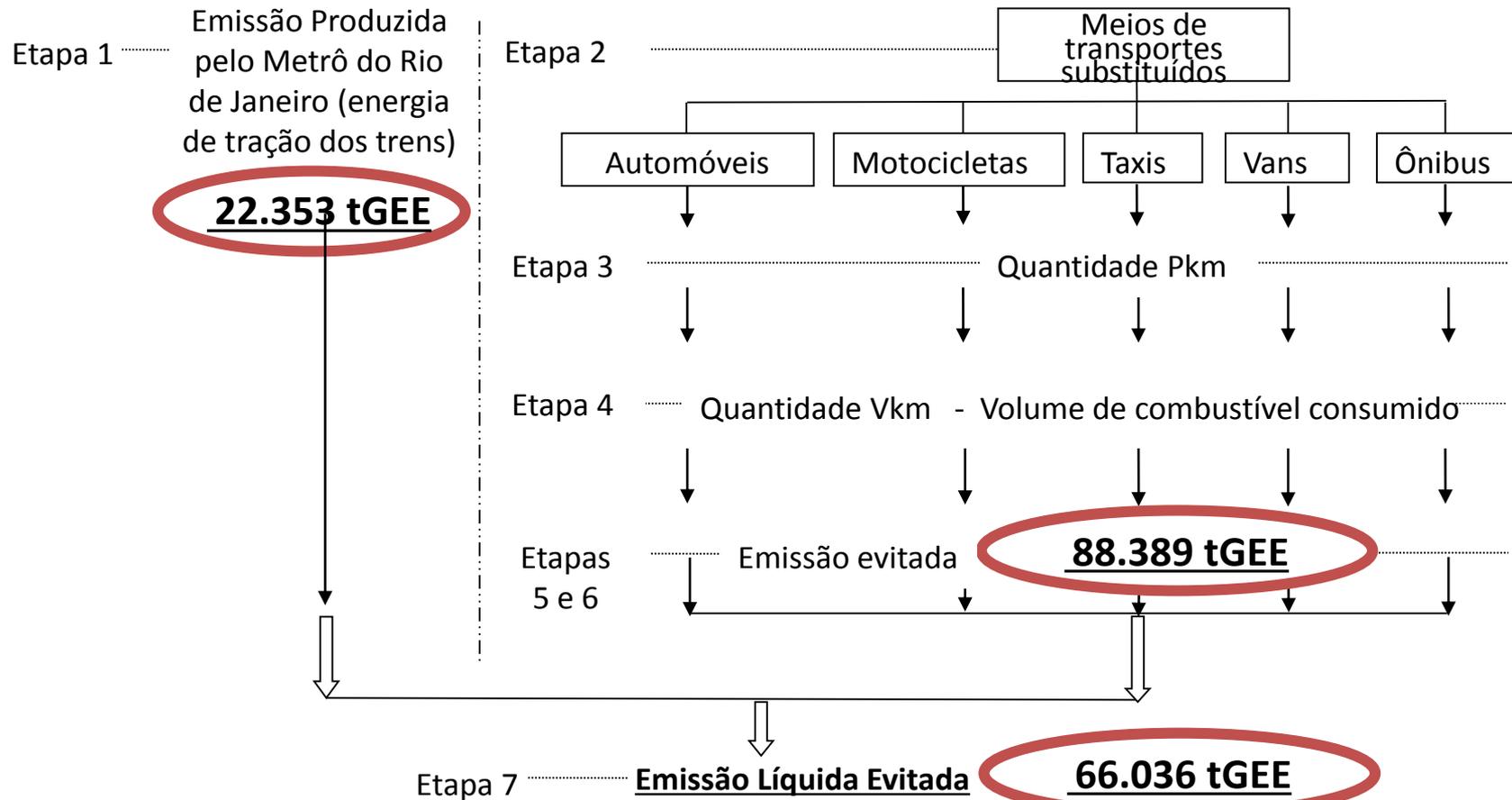
✓ Ano 2014 – Para cada 1 tonelada de GEE emitida foi evitada a emissão de aproximadamente 4,0 tGEE (Relatório Anual da INVEPAR 2014)

# Aumento urgente da rede sobre trilhos no Brasil – Projetos

- Solução adotada recentemente por diversas cidades do mundo, em especial no Brasil
- 25 projetos, contratados ou em execução
- 331 km em execução, que incluem metrô, trens urbanos, VLT, monotrilho e trens regionais
- Demanda passará a ser atendida com a implantação desses projetos, ocorrendo uma mitigação do aumento das emissões de GEE pelo setor de transportes



# Modelo para estimar a emissão evitada do MetrôRio – *Mode Shift*



# Modelo para estimar a emissão evitada do MetrôRio – *Mode Shift*

Etapa 1

Meios de transportes substituídos

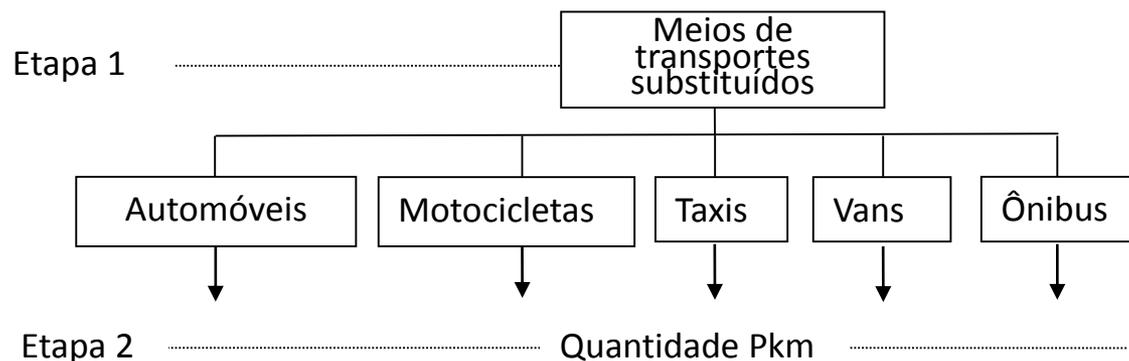
MODO DE TRANSPORTE	TODOS HORÁRIOS DA OPERAÇÃO COMERCIAL	SOMENTE NOS HORÁRIOS DE PICOS
Ônibus	66,0%	68,0%
Trem	13,0%	12,0%
Carro particular	7,0%	7,0%
Moto	1,0%	1,0%
Taxi	5,0%	5,0%
Van	5,0%	4,0%
A pé	2,0%	2,0%
Bicicleta	1,0%	1,0%

Pergunta: Qual o meio de transporte você utilizaria se não existisse o Metrô do Rio de Janeiro?

Fonte: Pesquisa IQS de Setembro de 2014

# Modelo para estimar a emissão evitada do MetrôRio – *Mode Shift*

MODO DE TRANSPORTE	TODOS HORÁRIOS DA OPERAÇÃO COMERCIAL	SOMENTE NOS HORÁRIOS DE PICOS
Ônibus	1.647.636.272	789.367.559
Trem	324.534.417	139.300.158
Carro particular	174.749.302	81.258.425
Moto	24.964.186	11.608.346
Taxi	124.820.930	58.041.732
Van	124.820.930	46.433.386
A pé	49.928.372	23.216.693
Bicicleta	24.964.186	11.608.346
<b>Total</b>	<b>2.496.418.593</b>	<b>1.160.834.646</b>



Conceito de Passageiro-km:

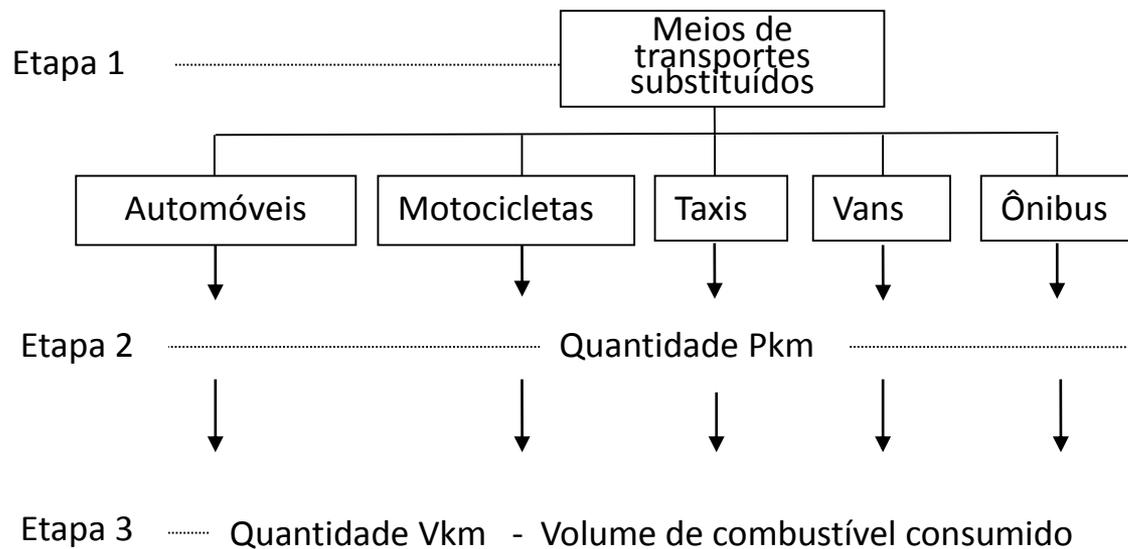
Devem-se multiplicar os totais correspondentes de passageiros transportados no ano pela extensão média das viagens, baseada em pesquisas de origem-destino dessas viagens

Resultado de 2014 = 2.496.418.593

# Modelo para estimar a emissão evitada do MetrôRio – *Mode Shift*

ETANOL = Fonte renovável – Emissões são consideradas neutras, uma vez que já foram ou serão absorvidas no plantio da cana de açúcar ou de outra fonte vegetal da cana de açúcar.

GASOLINA = No ano de 2014, a proporção foi de 25 % de etanol na GASOLINA, sendo essa proporção desconsiderada do cálculo final da GASOLINA.



Modo	GASOLINA				ETANOL				GNV				DIESEL			
	% da frota	veículo-km	km/l	litros de combustível	% da frota	veículo-km	km/l	litros de combustível	% da frota	veículo-km	km/m3	m3 de combustível	% da frota	veículo-km	km/l	litros de combustível
Automóveis	66,37%	115.984.536	10,00	8.698.840	15,01%	26.226.446	8,65	5.931.572	18,62%	32.538.320	12,00	2.711.527				
Motos	99,44%	24.824.224	40,00	465.454	0,56%	139.962	25,00	160.750								
Taxis	18,72%	23.364.815	10,00	1.752.361	5,28%	6.592.208	8,65	1.346.225	76%	94.863.907	12,00	7.905.326				
Ônibus													100%	31.323.812	2,30	13.619.049
Vans													100%	16.934.039	9,09	1.862.931

# Publicação do resultado no Relatório Anual da INVEPAR 2014

Por constituírem um meio de transporte de massa, os sistemas metroviários ocupam lugar de destaque na solução para a mobilidade das grandes cidades e contribuem significativamente para a redução da emissão de CO<sub>2</sub> equivalente, porque, além de eles mesmos gerarem poucos gases, evitam a emissão que seria produzida caso seus passageiros tivessem que usar modos de transporte mais poluentes, como, por exemplo automóveis, ônibus, táxis, vans, motos etc. Esse conceito também se aplica ao MetrôRio, que o traduz, a seguir, em números.

## Emissões produzidas x Emissões evitadas – Ano-base 2014:

<b>Débito</b>	Emissão produzida (energia de tração dos trens)	22.353 tCO <sub>2</sub> e
<b>Crédito</b>	Emissão evitada	88.389 tCO <sub>2</sub> e
<b>Resultado</b>	Emissão líquida evitada	66.036 tCO <sub>2</sub> e
<b>Emissão evitada por passageiro-km</b>		<b>26 gCO<sub>2</sub>e</b>

A relação entre débito e crédito indica que para cada tonelada de CO<sub>2</sub>e produzida pelo MetrôRio em 2014, cerca de quatro toneladas foram evitadas. Com isso, pode-se concluir que a operação do sistema metroviário ao longo do ano evitou uma emissão líquida para a cidade do Rio de Janeiro de aproximadamente 66 mil toneladas de CO<sub>2</sub>e, comprovando os benefícios da operação do MetrôRio.



# Conclusões

- Ganho na redução da emissão de GEE no setor de transportes devido à operação de um sistema sobre trilhos com demanda adequada
- Indicado às autoridades o estabelecimento de uma política de incentivo ao uso dos sistemas sobre trilhos alimentados por energia elétrica
- Benefícios ambientais causados pela operação do MetrôRio, que acarreta na redução das emissões totais do setor de transportes da cidade do Rio de Janeiro



# A IMPORTÂNCIA DO AVANÇO URGENTE NO TRANSPORTE SOBRE TRILHOS SOB A ÓTICA AMBIENTAL, VISANDO À REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA: CASO DO METRÔ DO RIO DE JANEIRO

*Eng° Carlos Eduardo Sanches de Andrade, M.Sc. – [carlos.andrade@metrorio.com.br](mailto:carlos.andrade@metrorio.com.br)*

# Obrigado



TRABALHO FINALISTA