



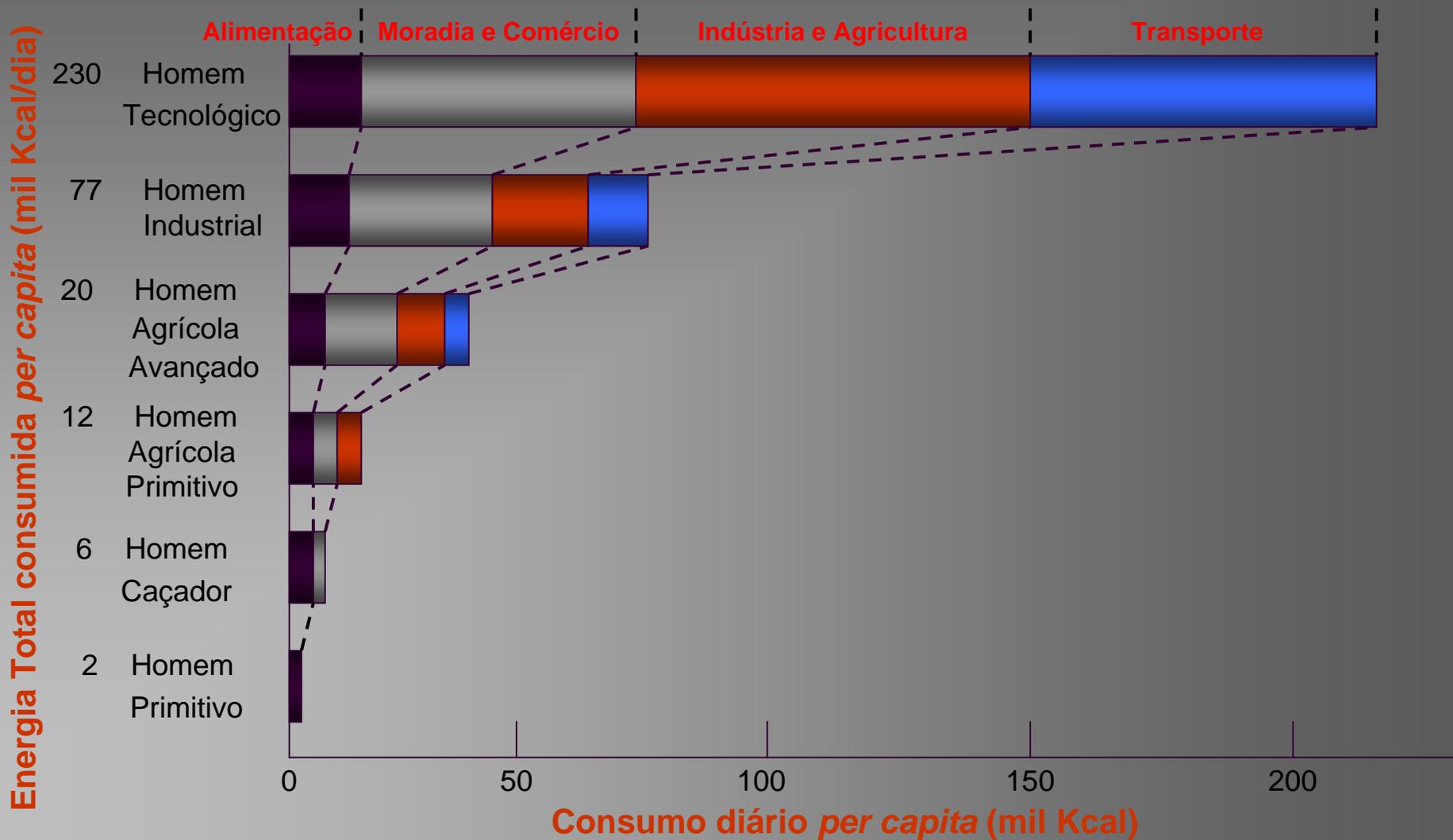
**Evitando as Mudanças Climáticas:  
Mitigação das Emissões de GEE nos Transportes**

**Prof. Suzana Kahn Ribeiro , D.Sc.**

**Programa de Engenharia de Transportes  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
COPPE/UFRJ**

**São Paulo - SP, 2007**

# Consumo de energia *per capita* pelo Homem

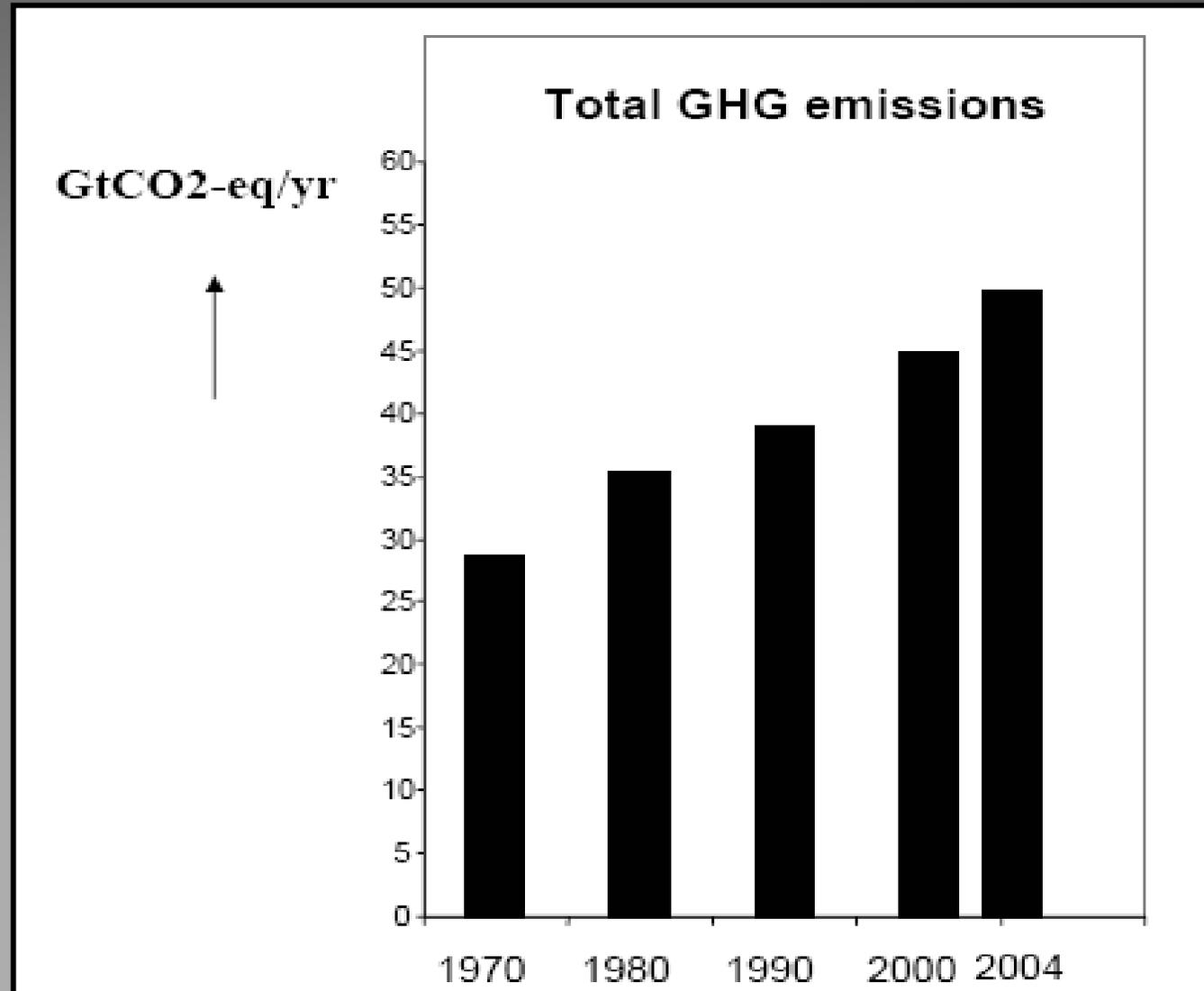


# Conclusões do 4º Relatório (AR4) do Grupo 3 (WG3)

Bangkok, 2007

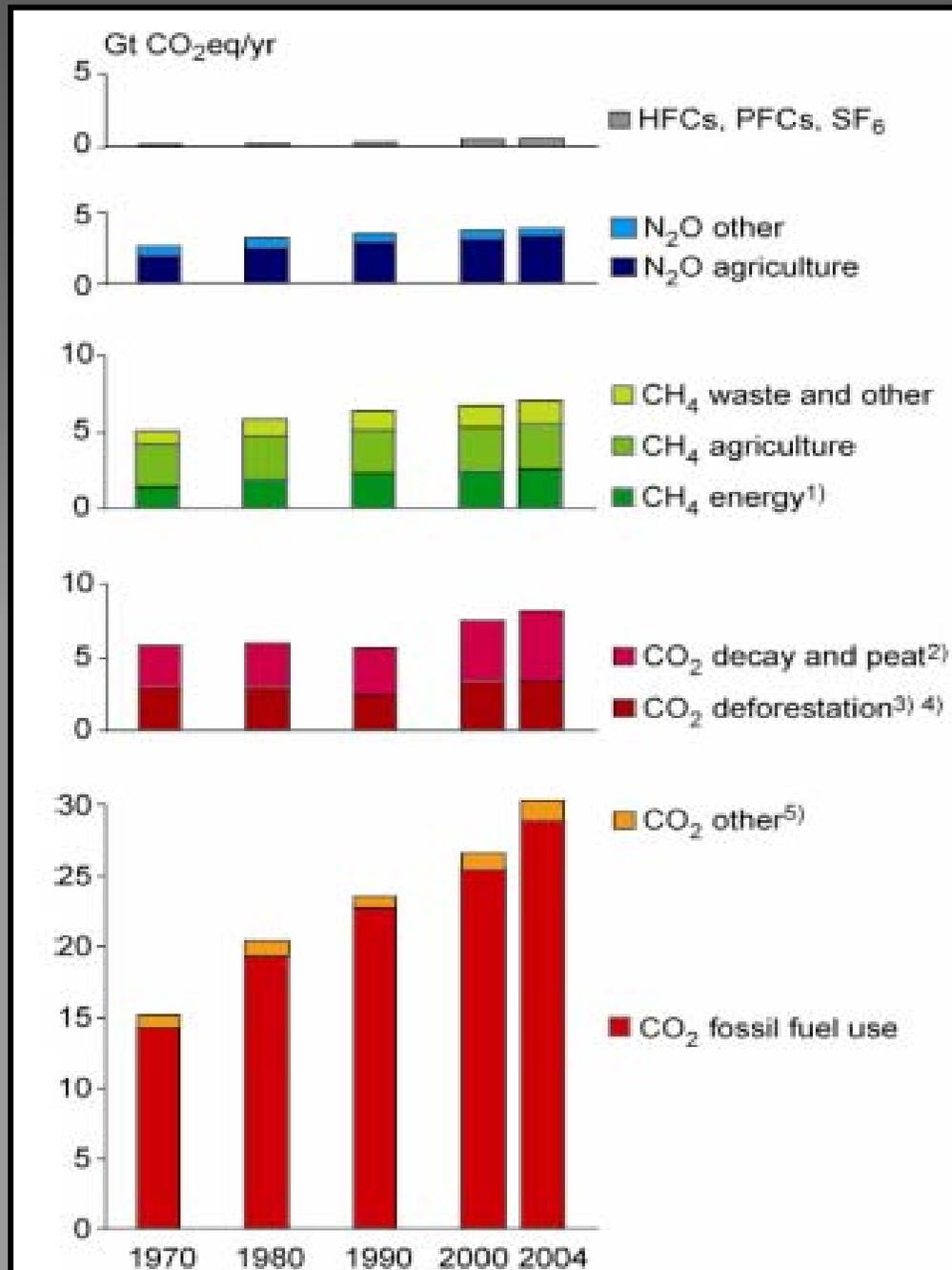
De 1970 a 2004 as  
emissões de GEE  
cresceram

**70%!**

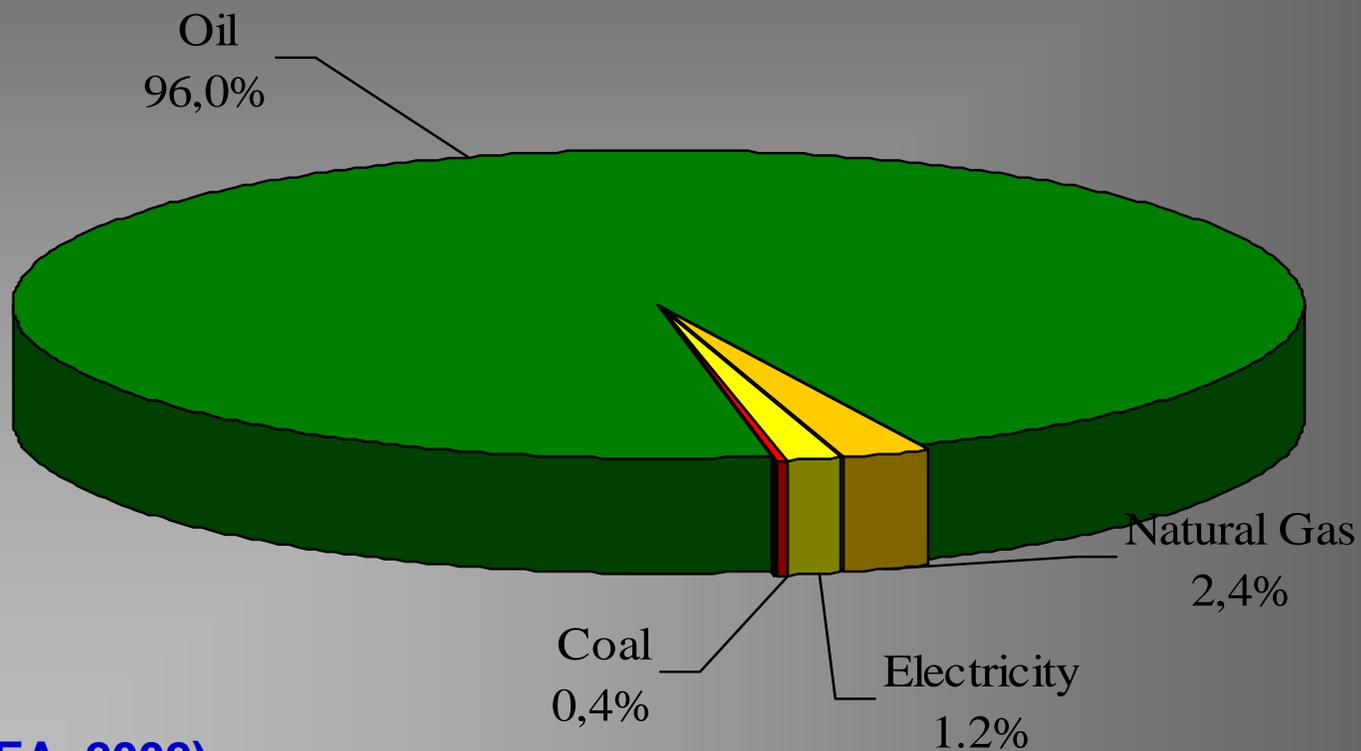


# Conclusões do 4º Relatório (AR4) WG3

O CO<sub>2</sub> foi o gás que mais contribuiu para intensificar o efeito estufa!



## Participação Mundial de Energia no Setor de Transportes

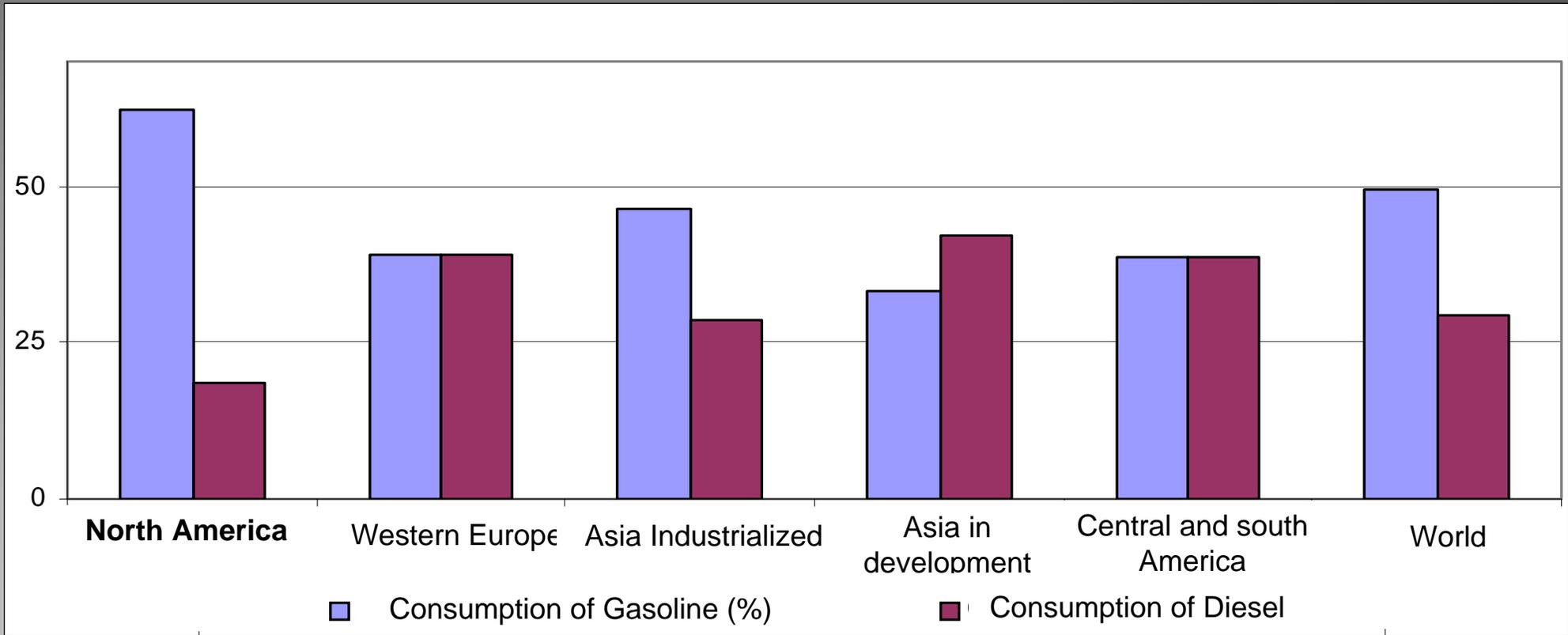


(IEA, 2002)



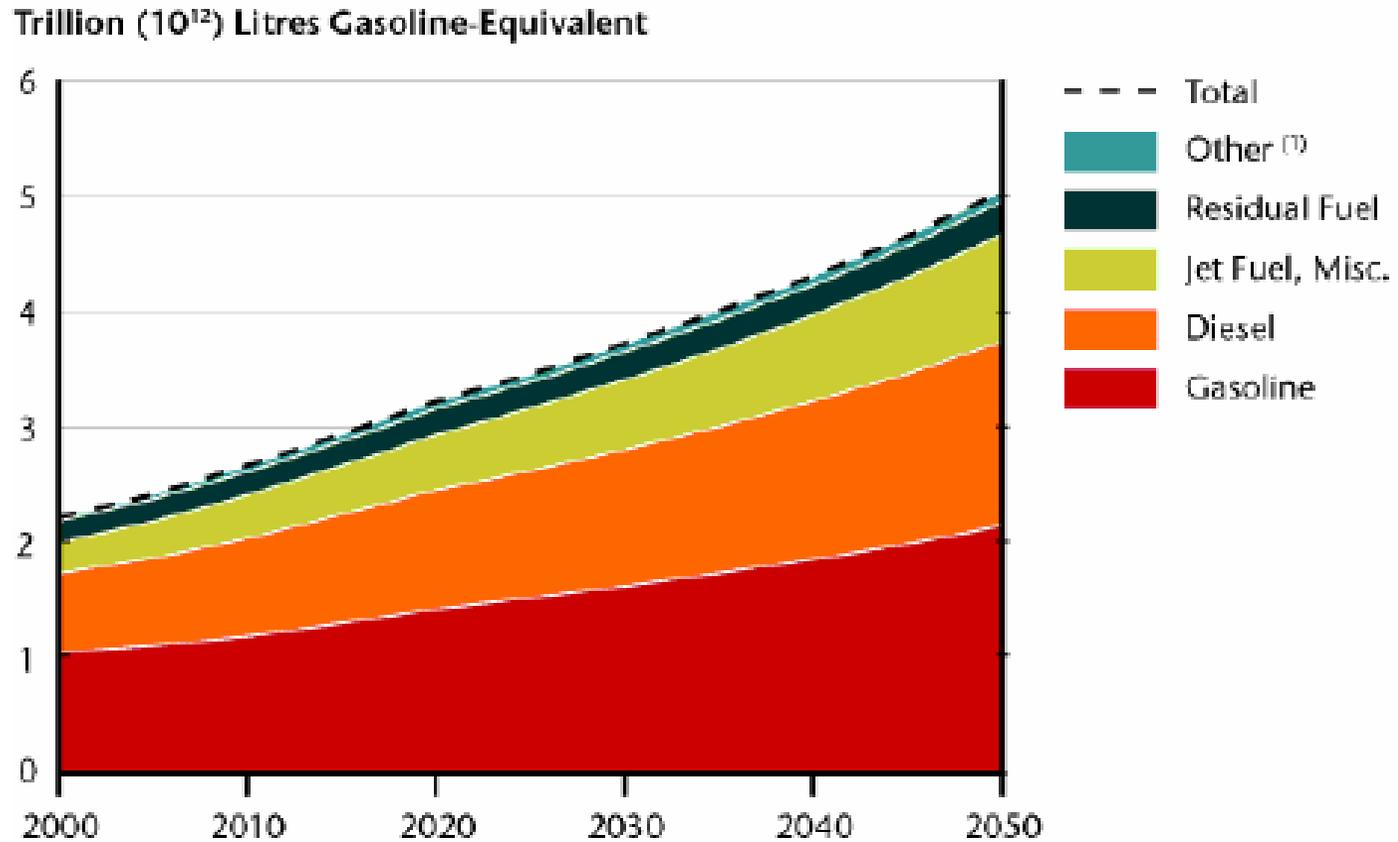
# CONSUMPTION OF GASOLINE AND DIESEL - WORLD (1999)

## % OF THE TOTAL DEMAND OF ENERGY IN THE TRANSPORT SECTOR



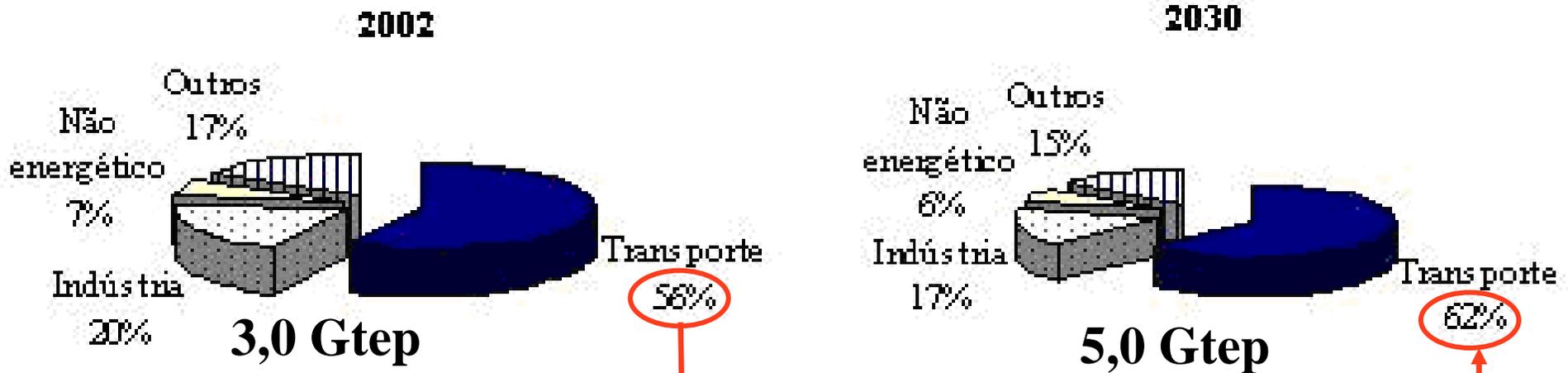
(WBCSD 2002)

# WORLD FUEL CONSUMPTION FORECAST - TRANSPORT SECTOR



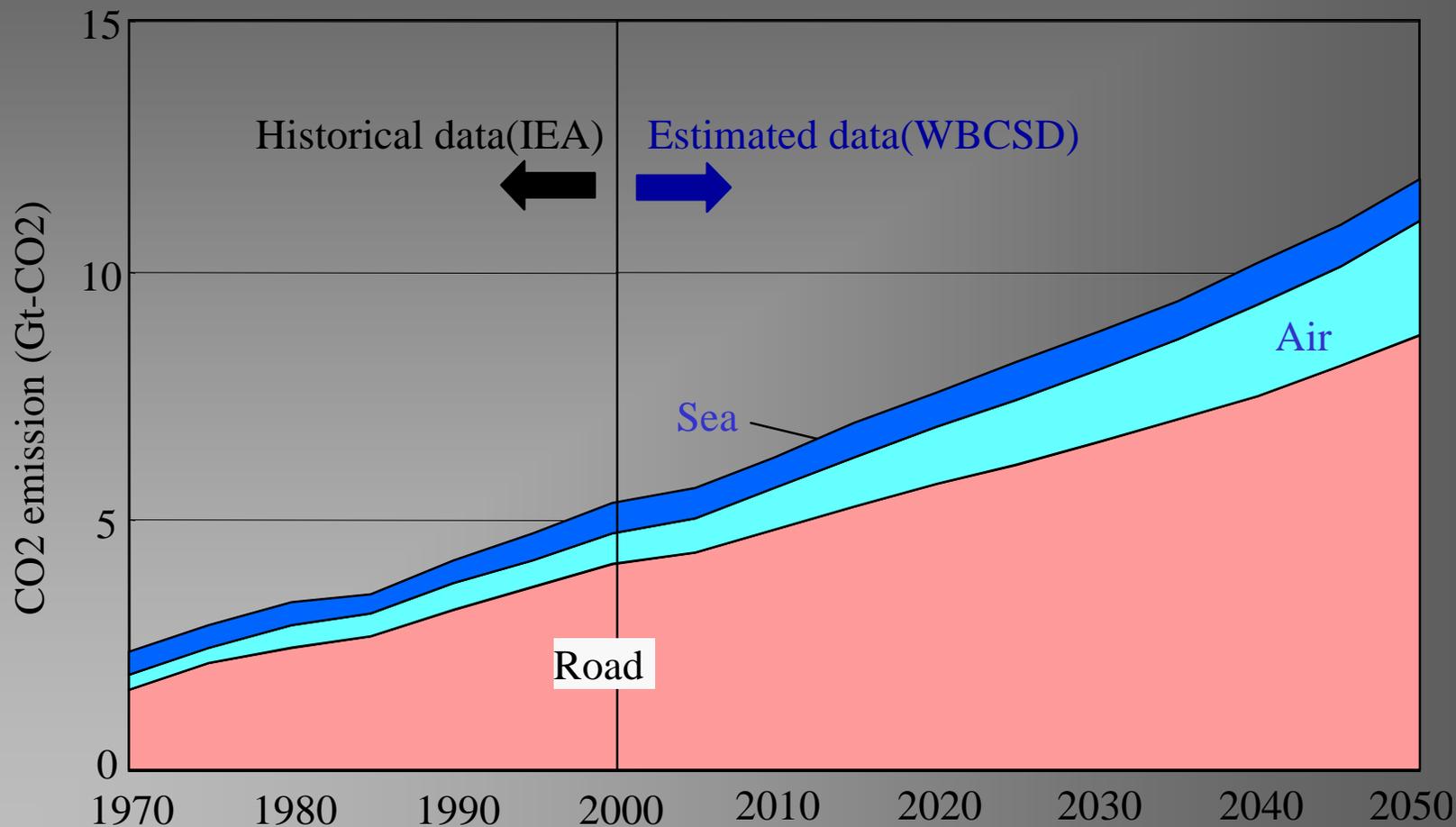
(1) CNG, LPG, Ethanol, Biodiesel, and Hydrogen

# Previsão Mundial do Consumo de Derivados do Petróleo



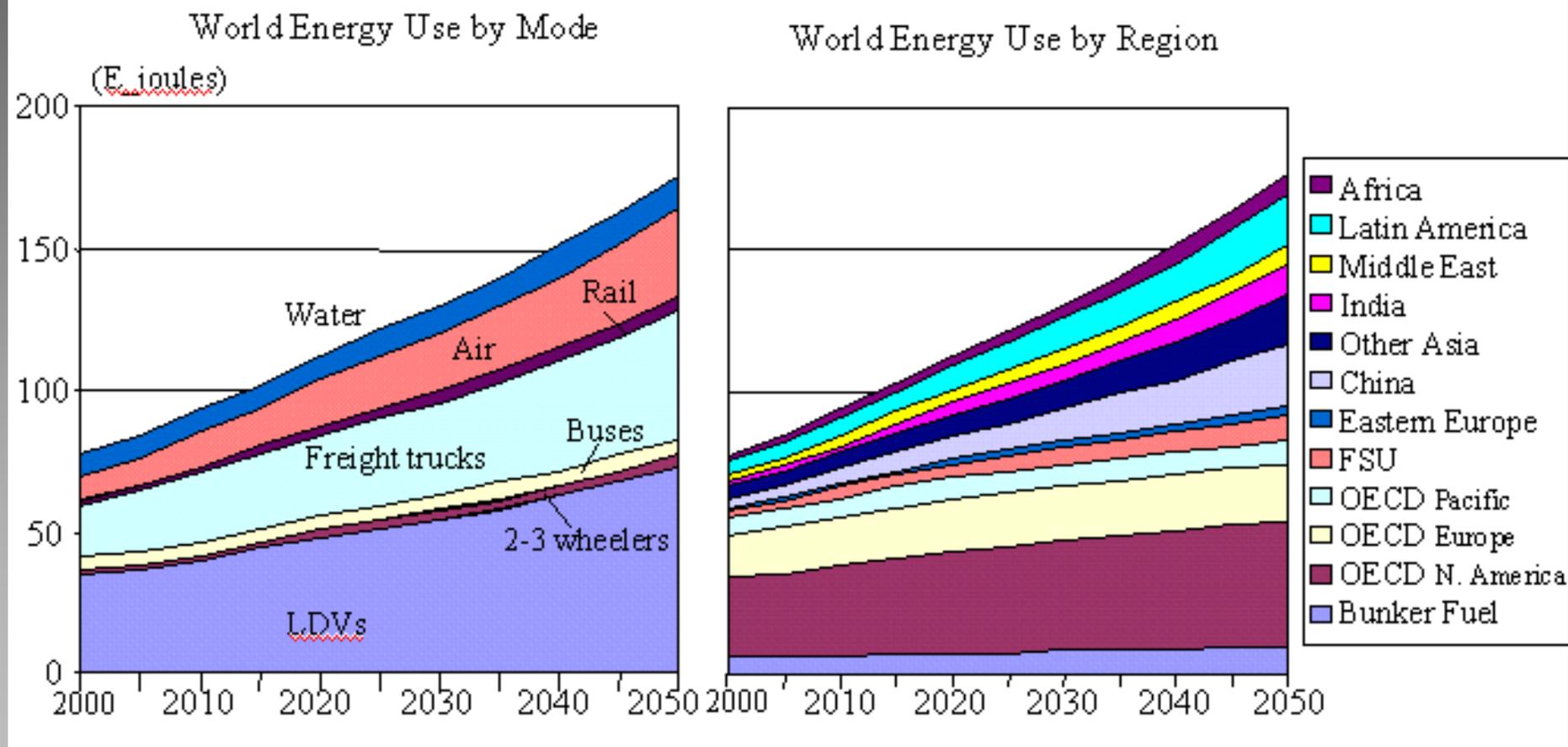
60% of crescimento  
(2.1% por ano)

# Emissões Históricas e Projetadas de CO2 por Modos de Transportes, 1970 - 2050



Source: IEA(2005) and WBCSD (2004b).

## Projeção do Consumo de Energia por Modo e Região no Sistema de Transportes



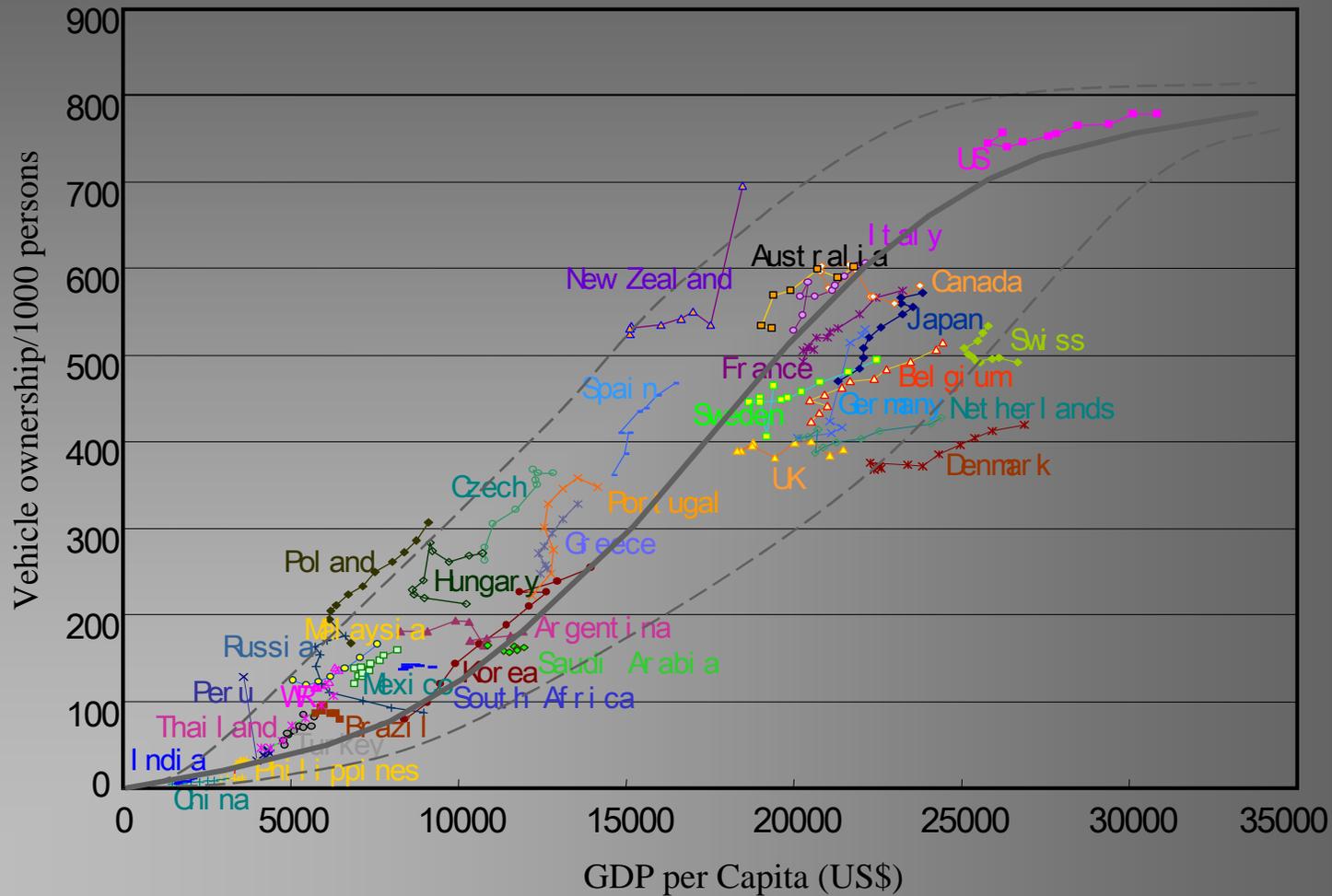
Source: WBCSD, 2004a.

## Consumo Mundial de Energia por Modo de Transportes em 2000

Mode	Energy use (EJ)	Share (%)
Light Duty Vehicles (LDVs)	34.2	44.5
2-wheelers	1.2	1.6
Heavy freight trucks	12.48	16.2
Medium freight trucks	6.77	8.8
Buses	4.76	6.2
Rail	1.19	1.5
Air	8.95	11.6
Shipping	7.32	9.5
Total	76.87	100

*Source: WBCSD, 2004b*

# Proprietários de Veículos em função da Renda per capita



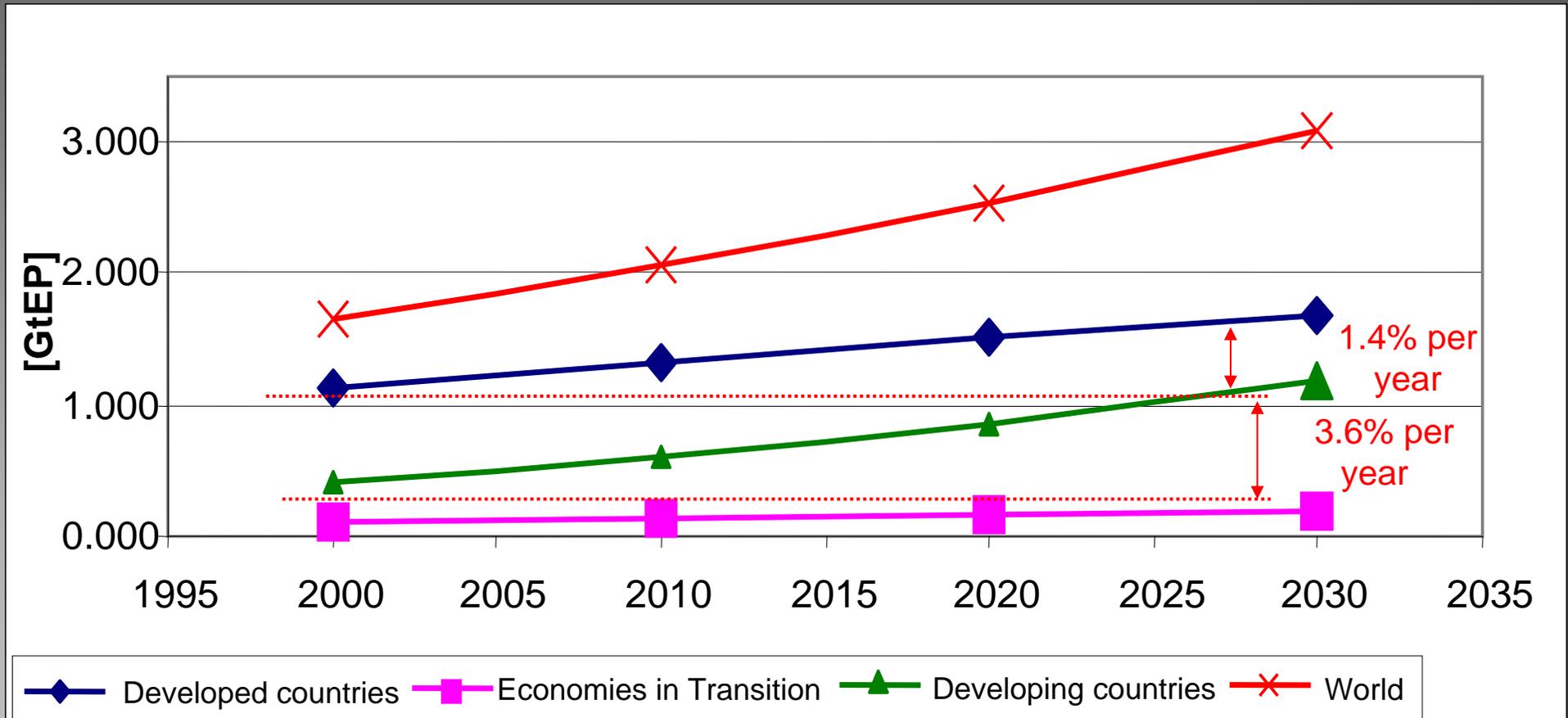
**Note:** plotted years vary by country depending on data availability.

**Data source:** World Bank, 2004.

# Energia e Transporte



## Uso de Energia em Transporte por Região



(WBCSD, 2004)

# Possibilidades Tecnológicas de Redução de Consumo de Energia

## **Redução do peso dos veículos**

*Materiais mais leves*

*Melhoria da aerodinâmica*

## **Eficiência dos motores**

*Injeção direta*

*Veículos Híbridos*

## **Combustíveis Alternativos**

*Biocombustíveis*

*Gás Natural*

*Hidrogênio/ Célula de combustível e Baterias*

**Conservação de Energia** (modificação da modal/ redução de número de viagens/  
redução de extensão de viagens/ gerenciamento da mobilidade)

### Como as emissões podem ser reduzidas?

Setor	Tecnologias e Práticas de Mitigação de GEE comercialmente disponíveis;
Transportes	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Veículos mais eficientes;</li><li>✓ Híbridos;</li><li>✓ Biocombustíveis;</li><li>✓ Transferência modal;</li><li>✓ Sistema de Transporte público rápidos;</li><li>✓ Transporte não motorizado.</li></ul>

Fonte: WG3 – Bangkok, 2007

**Mudanças no comportamento e no estilo de vida podem contribuir para mitigar as mudanças climáticas.**

- Redução do uso do carro e estilo de direção eficiente, planejamento urbano e disponibilidade de transporte público;

# Eficiência no Sistema de Transporte

	Fator de Carga (ocupação média)	Emissões de CO <sub>2</sub> - eq por passageiro - km (todo ciclo energético)
Carro (gasolina)	2,5	130 - 170
Carro (diesel)	2,5	85 - 120
Carro (gas natural)	2,5	100 - 135
Carro (elétrico) <sup>a)</sup>	2,0	30 - 100
Scooter (2 tempos)	1,5	60 - 90
Scooter (4 tempos)	1,5	40 - 60
Minibus (gasolina)	12,0	50 - 70
Minibus (diesel)	12,0	40 - 60
Onibus(diesel)	40,0	20 - 30
Onibus (gas natural )	40,0	25 - 35
Onibus (célula de hidrogênio) <sup>b)</sup>	40,0	15 - 25
Metro/trem <sup>c)</sup>	75% cheio	20 - 50

OBS: Hidrogênio a partir de gás natural e metrô com energia elétrica proveniente de um mix de carvão, hidroeletricidade e gás natural.

*Fonte: Sperling and Salon, 2002.*

**Veículos vazios: Excessiva emissão de CO<sub>2</sub>**

# Eficiência no Sistema de Transporte

## Potencial de Redução de CO<sub>2</sub> em Cidades Latino Americanas

Medida de Transporte	Potencial de Redução de GEE(%)
Uso de BRT de 0 –5% nas viagens	3,9
Uso de BRT de 0 –10% nas viagens	8,6
Aumento de caminhada de 20 – 25%	6,9
Aumento do uso de bicicleta de 0 –5%	3,9
Aumento do uso de bicicleta de 1 –10%	8,4
Conjunto (BRT, aumento de caminhada e bicicleta)	25,1

Fonte: *Wright and Fulton, 2005.*

## Redução Potencial de CO<sub>2</sub> e custo por tCO<sub>2</sub> reduzida usando Políticas Públicas de Trânsito em Cidades Latino-Americanas

<b>Transport Measure</b>	<b>GHG Reduction Potential %</b>	<b>Cost per tCO<sub>2</sub> (US\$)</b>
BRT mode share increases from 0-5%	3.9	66
BRT mode share increases from 0-10%	8.6	59
Walking share increase from 20-25%	6.9	17
Bike share increases from 0 to 5%	3.9	15
Bike mode share increases from 1-10%	8.4	14
Package (BRT, Pedestrian upgrades, cycle ways)	25.1	30

**Source:** *Wright and Fulton (2005).*

## Eficiência no Sistema de Transporte

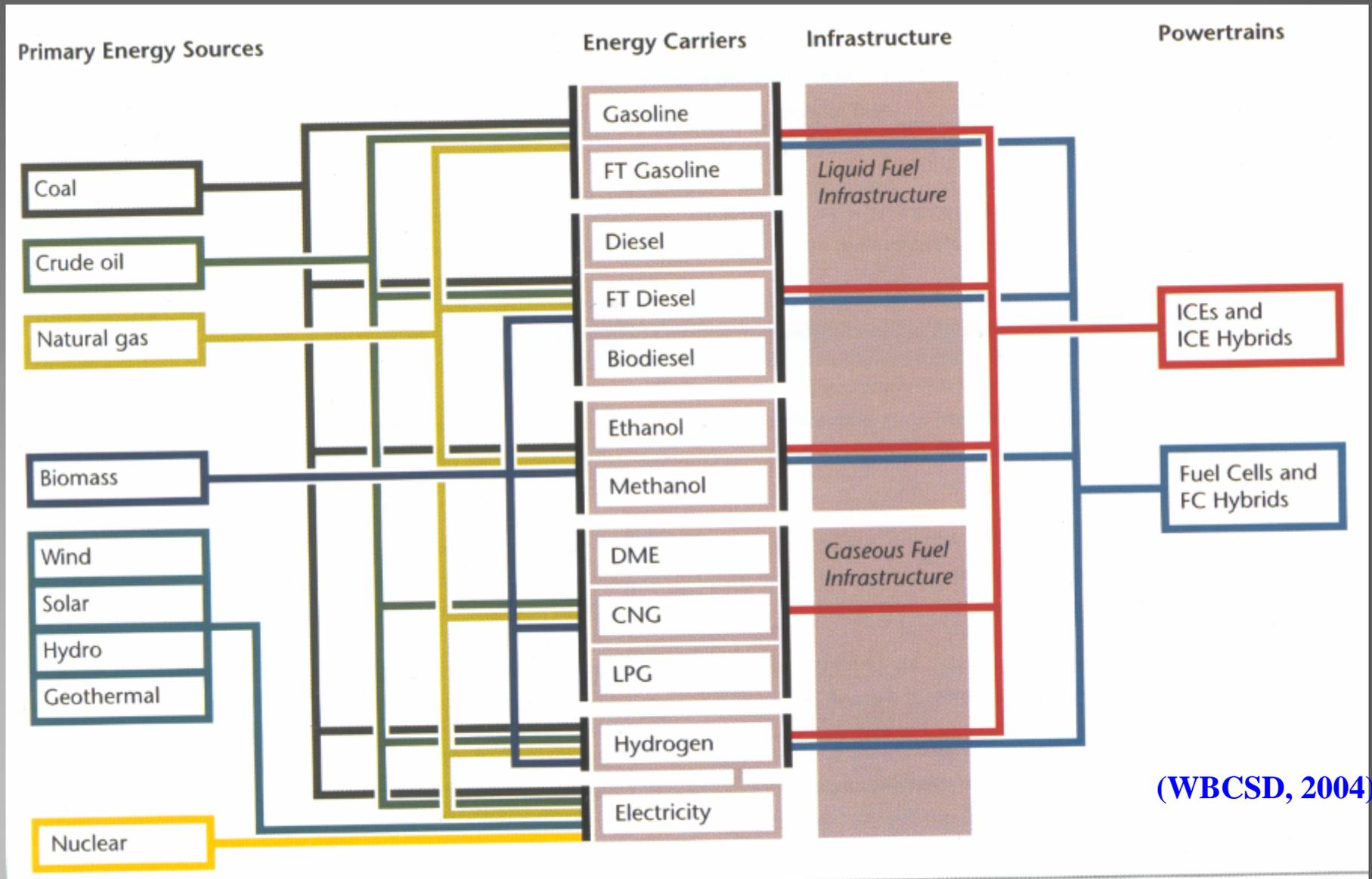
**Tabela :** *Potencial economia de energia e redução de emissões de GEE por conta de medidas de taxaço.*

<b>Medida</b>	<b>Economia de Energia / Redução de emissão de GEE ou melhoria do transporte</b>	<b>Referencia</b>
Pedágio Urbano e Taxa de Congestionamento(London UK)	20% de redução nas emissões de CO <sub>2</sub> e redução de 18% no volume de tráfego	Transport for London (2005).
Taxa de Congestionamento nos Túneis de Namsan (Seoul – Coreia do Sul))	34% redução no volume de tráfego nas horas de pico. Aumento da velocidade média de 20 para 30 km/hr	Banco Mundial (2002)
Pedagio Urbano (Singapura)	1.043 GJ/dia de economia de energia Redução de tráfego de 50% Redução de circulação de veículos privados de 75% Velocidade média aumentada de 20 para 33 km/hr	Banco Mundial (2002)
Taxa de gasolina (Canada)	1.6 Mton em 2010 2.6 Mton em 2020	Transportation in Canada; <a href="http://www.tc.gc.ca/pol/en/Report/anre1999/tc9905be.htm">www.tc.gc.ca/pol/en/Report/anre1999/tc9905be.htm</a>
Taxa de Congestionamento em Estocolmo (2005–2006)	13% de redução de CO <sub>2</sub>	<a href="http://www.stockholmsforskning.se/">http://www.stockholmsforskning.se/</a>

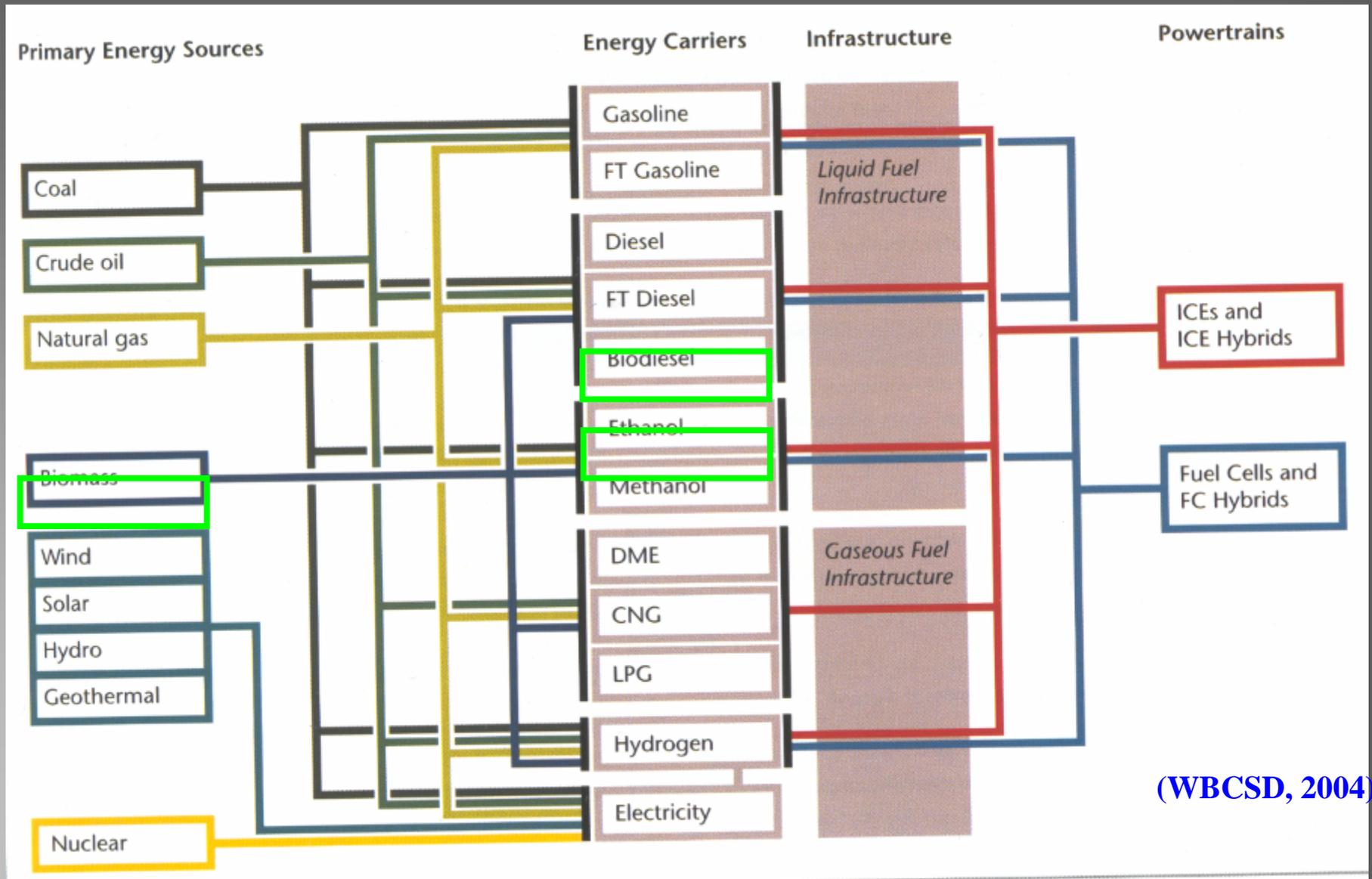
## Opções não tecnológicas

- A eficiência do transporte rodoviário por **aumentar entre 5 a 20%** através do emprego de estratégias como aumento de fator de carga ( tanto em número de passageiros como em toneladas transportadas), direção adequada, manutenção eficiente, melhoria na eficiência dos pneus, gerenciamento de trafico entre outras.

# Opções Tecnológicas - Alternativas Possíveis para os Combustíveis em Transportes



# Opções Tecnológicas - Alternativas Possíveis para os Combustíveis em Transportes



# Oportunidades de Redução de Consumo de Energia e Emissões de Poluentes Atmosféricos no Setor de Transporte

Movimentação



Frota



Infra-Estrutura

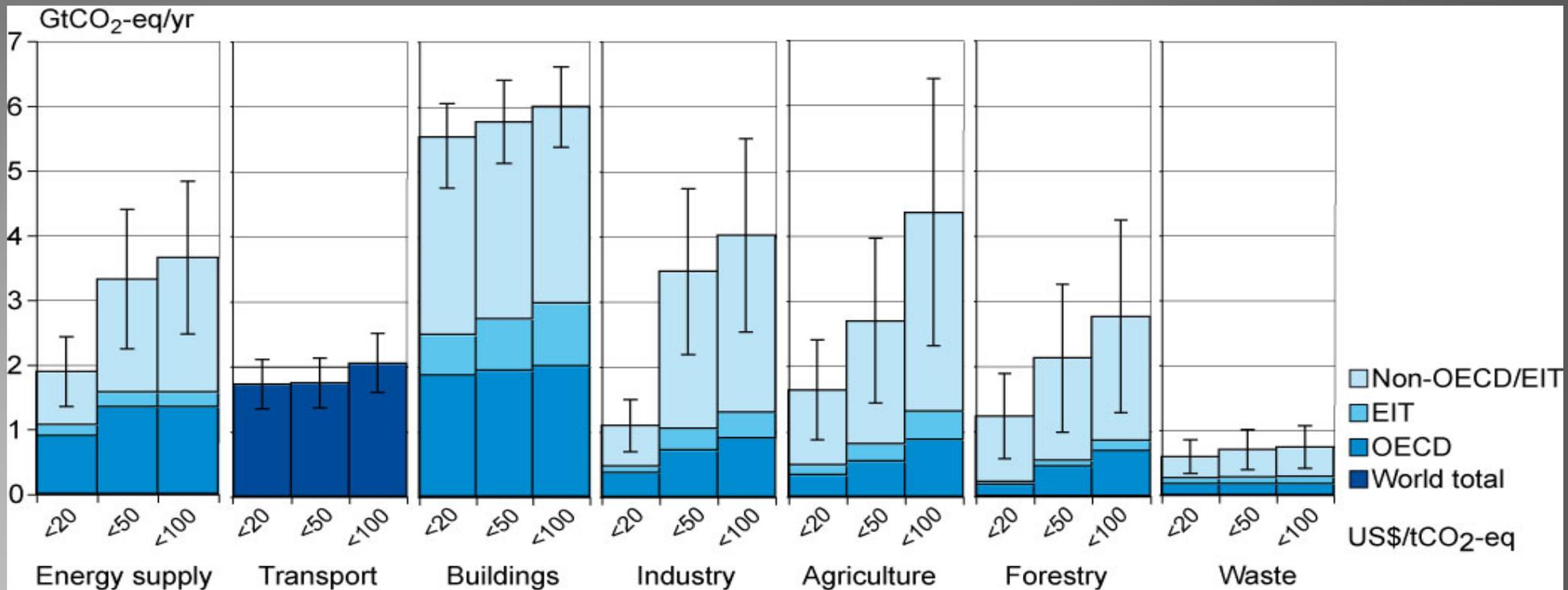
- ✓ O número de viagens - reduzir o no. de veículos em circulação;
- ✓ A extensão das viagens;
- ✓ O modo de transporte: utilizar modos de transporte + eficientes e integração entre as várias modalidades;
- ✓ A velocidade do veículo - reduzir os congestionamentos;
- ✓ O combustível utilizado - utilizar mais renováveis
- ✓ O consumo específico - aumentar a eficiência dos veículos.

Consumo de Energia



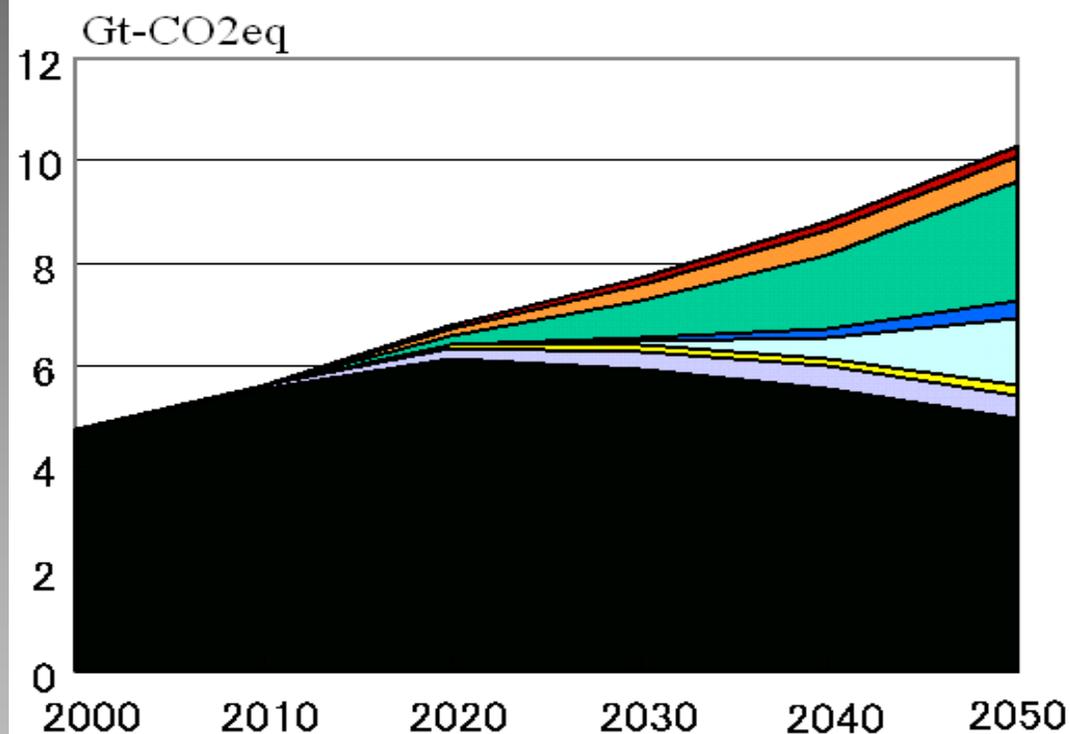
Emissões

# *All sectors and regions have the potential to contribute (2030 World)*



Note: estimates do not include non-technical options, such as lifestyle changes and behaviour pattern.

## Contribuição na redução de emissão de GEE das diferentes tecnologias na demanda futura de energia para transporte ( Source: WBCSD- Mobilitty 2030)



- 1 - Diesels (LDVs)**
- 2 - Hybrids (LDVs and MDTs)**
- 3 - Biofuels**  
80% low GHG sources by 2050
- 4 - Fuel Cells**  
fossil hydrogen
- 5 - Fuel Cells**  
80% low-GHG hydrogen in 2050
- 6 - Mix Shifting**  
10% FE Improvement
- 7 - 10% vehicle travel reduction**  
all road vehicles

# Resumindo

- **Transport = 23% of world energy-related GHG emissions & growing faster than other end-use sectors .....so must be a critical part of mitigation strategy**
- **Emissions growth is slowing in developed world, but rapid motorization in developing nations is driving worldwide growth in emissions**
- **And transport's tie to oil adds to importance of mitigation!**
- **Advanced vehicle technology, low carbon fuels, urban planning, shifting to more efficient modes, and appropriate pricing all have crucial roles to play in mitigation.**
- **“Best” strategy will depend on local conditions.**

# Resumindo

**Transport energy and GHG emissions will grow rapidly, especially in the developing world.**

- **Energy and emissions GHG growth: 1-2%/yr in developed world, 3-5%/yr in developing world....India is projected to grow at nearly 5%/yr**
- **96% of transport energy comes from oil-based fuels**
- **Road vehicles account for three quarters of the total**

**By 2030, transport GHG emissions will grow by 80% compared to 2002 if current trends continue.**

## Resumindo

**Longer-term, hydrogen fuel cells, plug-in hybrids and advanced biofuels are promising but all require major advances, esp. in reducing costs.**

- **Benefits depend on details of the full fuel cycle – how the hydrogen is produced, how the electricity is generated.**
- **With current biofuels, ethanol from sugar cane has strongest emission reduction; ethanol from corn has modest reductions, potential for food/fuel conflicts**
- **Biofuels from cellulosic materials appear most promising, but require substantial R&D progress**
- **Strong R&D support is crucial for hydrogen fuel cells and batteries for plug-in hybrids**

# Resumindo

**Freight transport is often ignored in analyses, but it's 35% of transport emissions and growing fast!**

- **Continuing shift to faster, more energy-intensive modes**
- **Freight trucks now dominate energy use and GHG emissions; air is small but growing fast**
- **Technology improvement is crucial: hybridization for urban delivery vehicles, improved diesels for all, better aerodynamics for highway trucks**
- **Improved logistics and multi-modal deliveries – combination of overcoming institutional barriers, computerizing networks**

# CONCLUSÃO



- ✓ O aumento do preço de petróleo aliado à intensificação dos eventos climáticos extremos, tem contribuído para uma implementação urgente de alternativas energéticas com menor emissão de GEE;
- ✓ Qualquer nova alternativa irá requerer incentivos e legislação específica para se tornar competitiva;
- ✓ Uma única alternativa não será suficiente para atender a demanda crescente de energia em transportes;
- ✓ Biocombustíveis poderão ter um papel fundamental na diversificação da matriz energética de transportes;
- ✓ A motivação principal para investir na implantação de um programa de biocombustíveis e/ou outras alternativas tecnológicas dependerá de cada país;
- ✓ As alternativas para mitigação de gases de efeito estufa oriundos do setor de transporte não passam apenas pelas opções tecnológicas, mas também pelas de planejamento, como gerenciamento da mobilidade;