

## Fórum Global de Mobilidade Elétrica



**RIO+20**  
Conferência das  
Nações Unidas  
sobre  
Desenvolvimento  
Sustentável

PLANEJANDO O USO DE TRAÇÃO ELÉTRICA PARA  
O TRANSPORTE URBANO. EXPERIÊNCIA DA  
COPPE NO BRASIL.

MÁRCIO D'AGOSTO  
dagosto@pet.coppe.ufrj.br  
BRUNO BORBA  
bborba@ppe.ufrj.br

Rio de Janeiro, 18 de junho de /2012

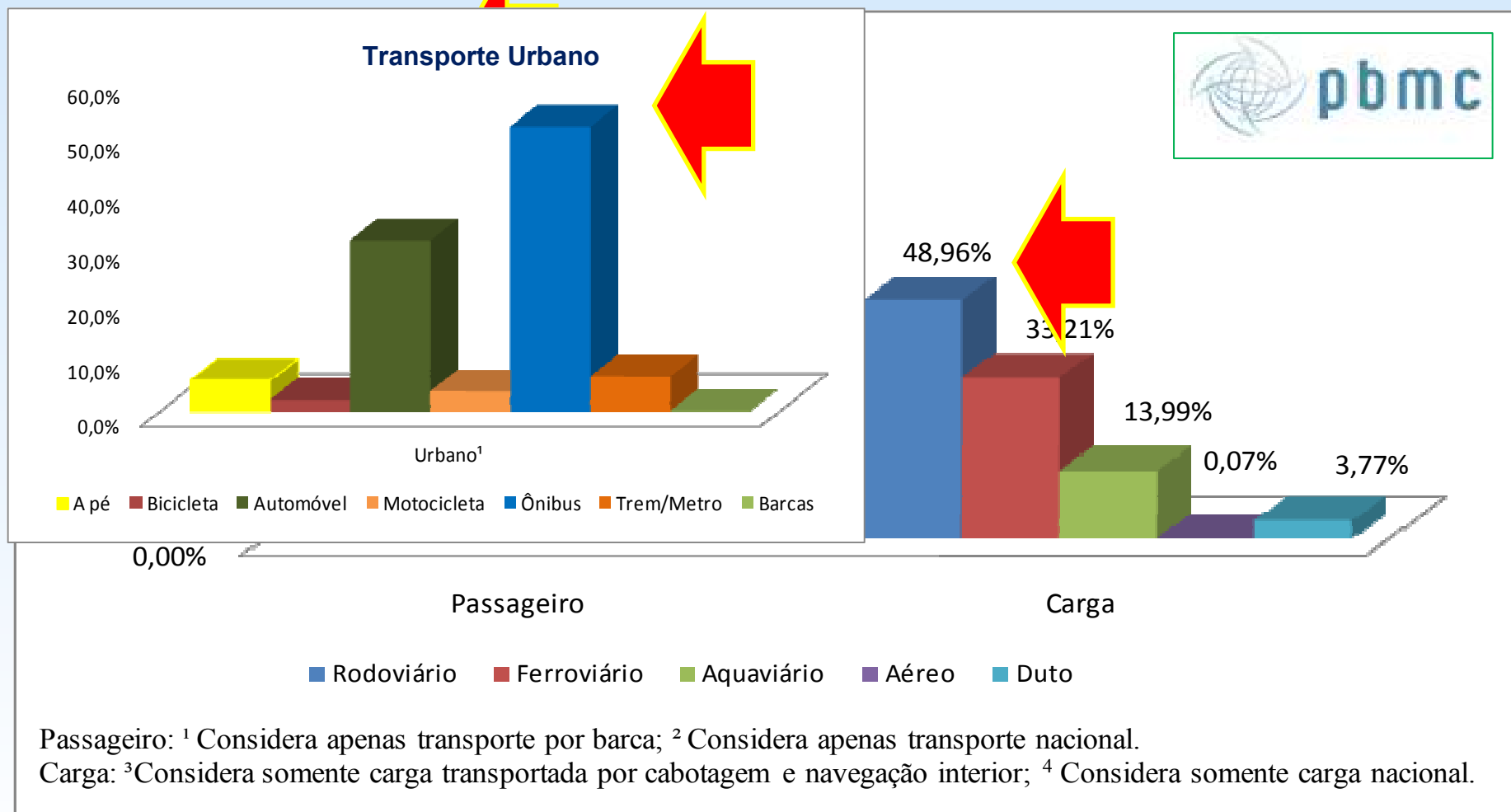
# SUMÁRIO

---

1. Panorama do transporte no Brasil
2. Oportunidades para ônibus híbridos e elétricos;
3. Oportunidades para automóveis elétricos;
4. Considerações finais

# PANORAMA DO TRANSPORTE NO BRASIL

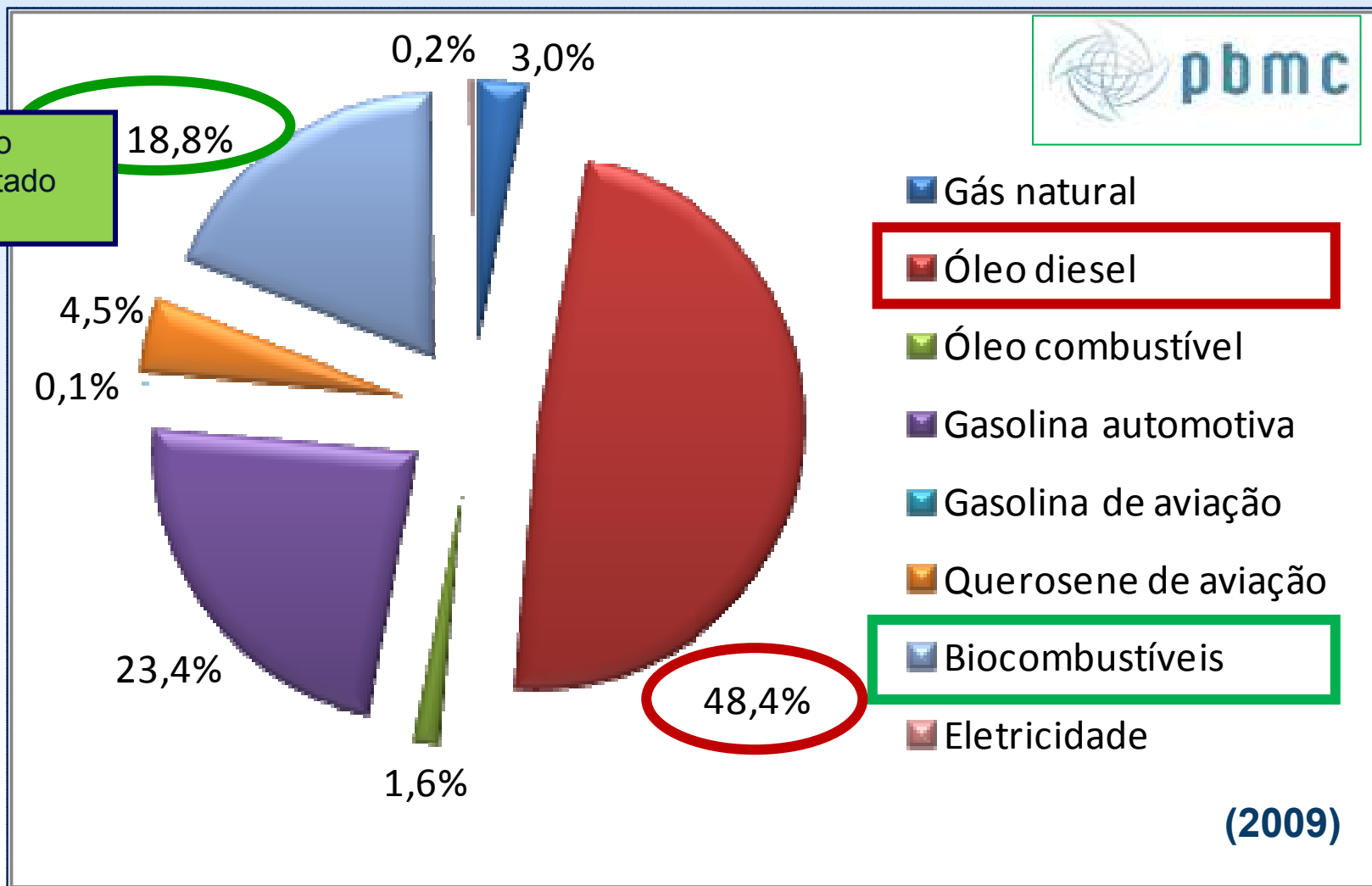
## Divisão Modal



Nota: Percentual calculado com base em dados de pass.km e t.km.

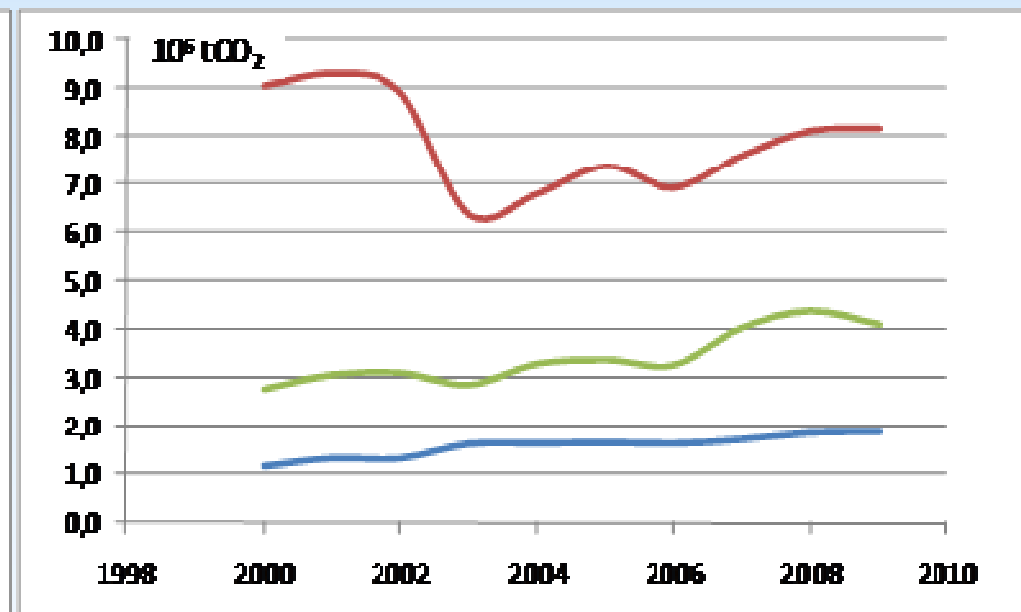
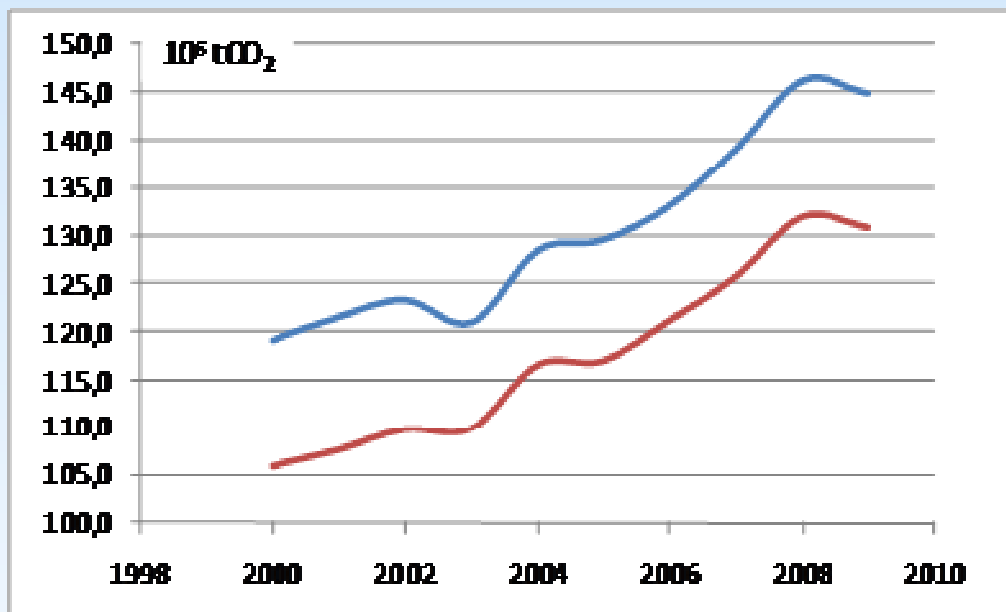
Fonte: Elaboração própria com base em FIPE (2011), ANTT (2009), ANTAQ (2009), ANTP (2009) and ANAC (2009).

## Consumo de Energia no Setor de Transporte



# PANORAMA DO TRANSPORTE NO BRASIL

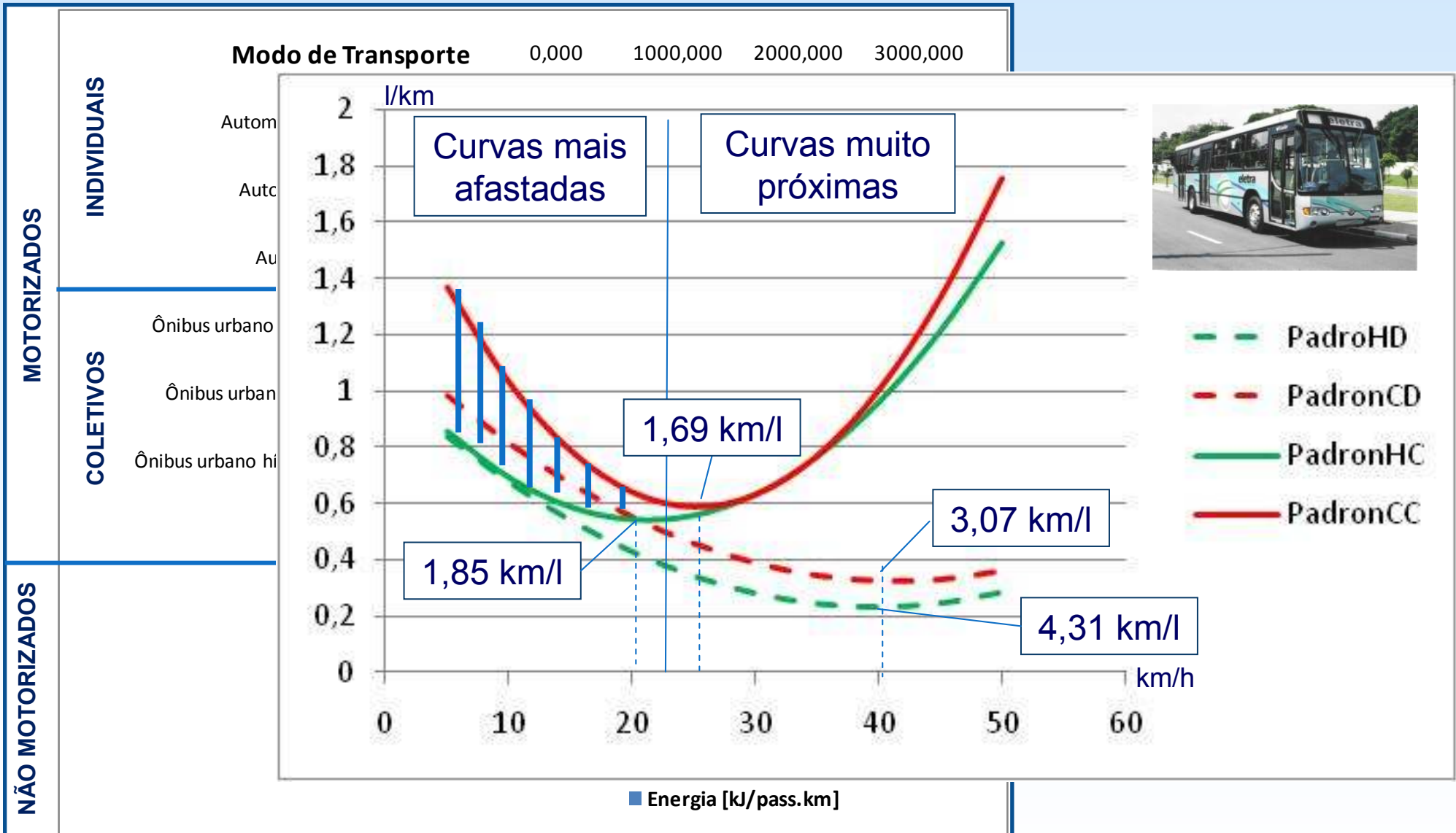
## Emissão de Dióxido de Carbono e Poluentes Locais



**USO DE TECNOLOGIAS COM MENOR CONSUMO DE ENERGIA E/OU COMBUSTÍVEIS MENOS POLUENTES.**

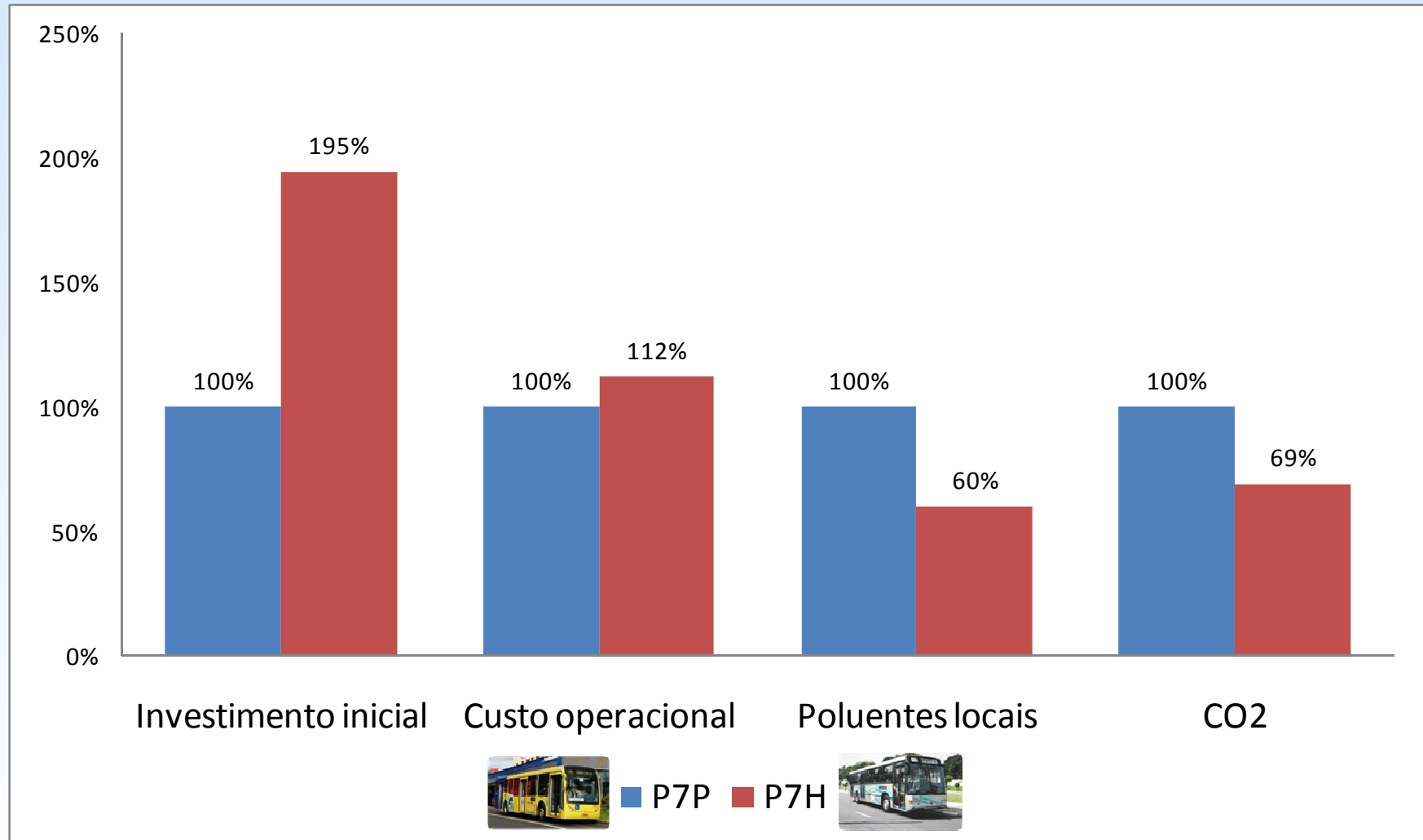
Período	Frota	Emissões (toneladas)				
		CO	THC	NOx	MP	RCHO
1980	9.307.366	4.702.658	848.022	716.330	42.675	7.330
2010	41.055.938	1.372.103	257.709	966.578	28.807	7.103
Variação %	341%	-71%	-70%	35%	-32%	-3%

# OPORTUNIDADES PARA ÔNIBUS HÍBRIDOS

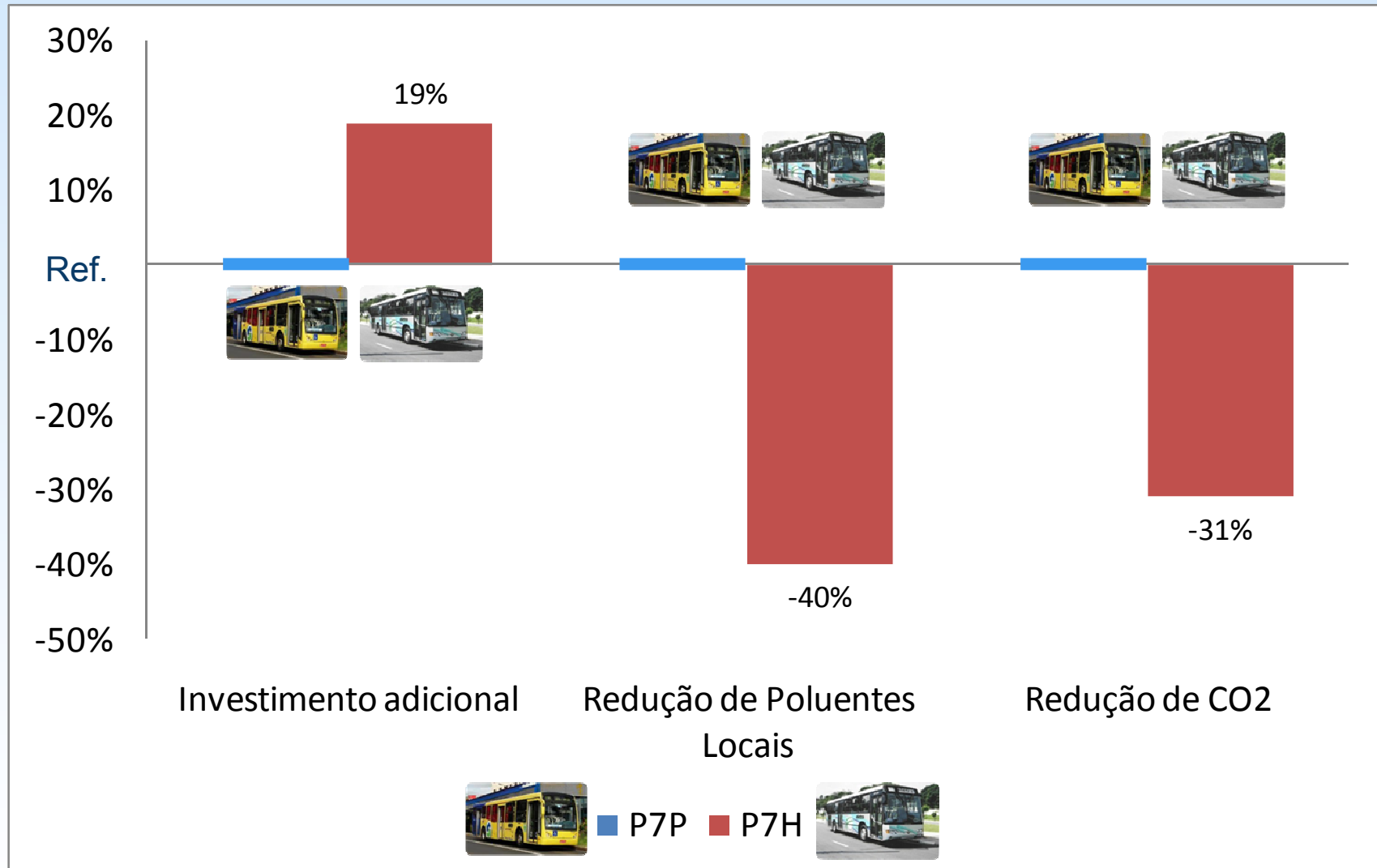


# OPORTUNIDADES PARA ÔNIBUS HÍBRIDOS

## Sistema de Transporte Público Urbano do Rio de Janeiro



# OPORTUNIDADES PARA ÔNIBUS HÍBRIDOS





# OPORTUNIDADES PARA ÔNIBUS ELÉTRICOS

## ÔNIBUS A PILHA A COMBUSTÍVEL DA COPPE/UFRJ



**Ônibus híbrido:** Hidrogênio e  
eletricidade

Pilha a combustível + bateria

Motor a etanol + bateria

Bateria

Veículo experimental em circulação na  
Rio+20 e em exposição no Pavilhão da  
COPPE no Parque dos Atletas.

**TODOS ESTÃO CONVIDADOS!**

Laboratório de Hidrogênio - COPPE/UFRJ - Prof. Paulo Emilio

Fone: +55 21 2562-8791

## Por Que Veículos Elétricos?

- **Opção para reduzir as emissões atmosféricas (principalmente CO<sub>2</sub>) e aumentar a segurança energética do setor de transporte**
- **Recarga Inteligente:**
  - ✓ Diminui o ciclo das usinas de geração elétrica (ou evita geração *start-up* adicional, que de outro modo iria diminuir a eficiência global do sistema)
  - ✓ Forma a maximizar a integração das energias renováveis variável em sistemas de energia
- **Outros benefícios:**
  - ✓ Operação silenciosa
  - ✓ Ausência ou baixas emissões de escape
  - ✓ Eficiência superior
- **Impactos sobre o sistema de potência e / ou sistema de distribuição:**
  - ✓ Aumento da carga de pico da noite
  - ✓ Aumento ds cargas dos transformadores
  - ✓ Perdas no sistema de distribuição
  - ✓ Flutuações de tensão
  - ✓ Aumento da corrente de falta
  - ✓ Qualidade de energia (potência reativa e correntes harmônicas)

## Em termos de Energia

% BEV Frota Atual *	Frota BEV (10 <sup>3</sup> veículos)	Distância Média Anual (km)	Desempenho Médio (km/kWh)	Energia (TWh)	% Consumo Brasil 2011 **
10%	2.980	8.000	6,0	4,0	<b>0,9%</b>
20%	5.960	8.000	6,0	7,9	<b>1,7%</b>
50%	14.899	8.000	6,0	19,9	<b>4,4%</b>
70%	20.859	8.000	6,0	27,8	<b>6,1%</b>
100%	29.798	8.000	6,0	39,7	<b>8,7%</b>

\* Considerando a frota atual de 29,8 milhões de veículos leves (ANFAVEA, 2011)

\*\* Considerando o consumo anual de energia elétrica do Brasil da ordem de 450 TWh (EPE, 2011)

➤ Do ponto de vista de energia, o impacto da penetração de veículos leves elétricos no Brasil não deve ser expressivo

## Em termos de Potência

% BEV *	BEV Frota (10 <sup>3</sup> veículos)	Potência Unitária Recarga (kW)	Taxa Superposição	Potência (GW)	% Pico **	% Potência Instalada ***
10	2.980	1,9	60%	3,4	<b>4,9%</b>	<b>2,8%</b>
20	5.960	1,9	60%	6,8	<b>9,7%</b>	<b>5,7%</b>
50	14.899	1,9	60%	17,0	<b>24,3%</b>	<b>14,2%</b>
70	20.859	1,9	60%	23,8	<b>34,1%</b>	<b>19,9%</b>
100	29.798	1,9	60%	34,0	<b>48,7%</b>	<b>28,5%</b>
* Considerando a frota atual de 29,8 milhões de veículos leves (ANFAVEA, 2011) ** Considerando a potência de pico da ordem de 65 GW (ONS, 2011) *** Considerando a potência instalada no Brasil de 110 GW (ANEEL, 2011)		7,7	30%	6,9	<b>9,9%</b>	<b>5,8%</b>
		7,7	30%	13,8	<b>19,7%</b>	<b>11,5%</b>
		7,7	30%	34,4	<b>49,3%</b>	<b>28,9%</b>
		7,7	30%	48,2	<b>69,1%</b>	<b>40,4%</b>
		7,7	30%	68,8	<b>98,7%</b>	<b>57,7%</b>
		150	1%	4,5	<b>6,4%</b>	<b>3,7%</b>
		150	1%	8,9	<b>12,8%</b>	<b>7,5%</b>
		150	1%	22,3	<b>32,0%</b>	<b>18,7%</b>
		150	1%	31,3	<b>44,9%</b>	<b>26,2%</b>
		150	1%	44,7	<b>64,1%</b>	<b>37,5%</b>

➤ Do ponto de vista de potência, o impacto pode ser significativo, influenciado, principalmente pela forma de recarga

## O Caso da Geração Eólica

- **Variabilidade da energia eólica → Excedentes de eletricidade (especialmente para usinas eólicas inseridas em sistemas inflexíveis)**
  - ✓ A capacidade total instalada de energia eólica está aumentando, principalmente no Nordeste do Brasil
  - ✓ O sistema de energia elétrica da região Nordeste está tornando-se mais inflexível
- **Esta situação requer a modelagem adequada do sistema de energia**
  - ✓ Neste caso, as tecnologias de armazenamento de eletricidade podem ser consideradas, incluindo a inclusão de BEVs e PHEVs
- **Nós testamos o uso de uma frota de PHEVs no nordeste do Brasil como uma forma de estimular a eletrificação de veículos e adiar os custos de redes inteligentes**
  - ✓ O excedente elétrico de geração eólica, com uma coordenação adequada, poderia ser usado para abastecer uma frota PHEVs
  - ✓ O tempo de carga da bateria destes veículos poderia ser alcançado por meio de temporizadores e poderia ser facilmente controlada, por exemplo, com um gerenciamento de frotas

## O Caso da Geração Eólica

### ➤ Resultado: Excesso de Energia no Nordeste (GWh)

	GWh	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Jan/Fev/Mar	1 - 6h	185	317	448	580	712	837
	6 - 10h	92	158	224	290	356	419
	10 - 18h	0	0	0	0	0	0
	18 - 21h	0	0	0	0	0	0
	21 - 24h	0	0	0	0	0	0
Abril/Maio/Jun	1 - 6h	295	506	716	927	1.137	1.337
	6 - 10h	0	253	358	463	569	668
	10 - 18h	0	0	0	0	0	0
	18 - 21h	0	0	0	0	0	0
	21 - 24h	0	0	0	0	0	0
Jul/Ago/Set	1 - 6h	51	0	0	0	0	0
	6 - 10h	0	0	0	0	0	0
	10 - 18h	0	0	0	0	0	0
	18 - 21h	0	0	0	0	0	0
	21 - 24h	0	0	0	0	0	0
Out/Nov/Dez	1 - 6h	67	0	0	0	0	0
	6 - 10h	0	0	0	0	0	0
	10 - 18h	0	0	0	0	0	0
	18 - 21h	0	0	0	0	0	0
	21 - 24h	0	0	0	0	0	0

<b>Excesso de Energia (GWh)</b>	597	822	1.165	1.507	1.850	2.174
<b>% Carga S2</b>	0,6	0,7	0,8	0,9	1,00	1,10
<b>Frota (PHEV 50)</b>	<b>447.907</b>	<b>616.604</b>	<b>873.522</b>	<b>1.130.440</b>	<b>1.387.360</b>	<b>1.630.324</b>

# OPORTUNIDADES PARA AUTOMÓVEIS ELÉTRICOS

## CADEIA DE SUPRIMENTO

PRODUÇÃO DE  
MATÉRIA-PRIMA

TRANSPORTE DA  
MATÉRIA-PRIMA

PRODUÇÃO  
DA FONTE  
DE ENERGIA

TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO  
DA FONTE DE ENERGIA

USO FINAL

BACIA DE  
CAMPOS

Barra do  
Furado

GASCAB

TECAB  
UPGN

GASDUC II



Rede de  
Postos  
GNC

Automóvel a  
GNC



BACIA DE  
CAMPOS

Barra do  
Furado

GASCAB

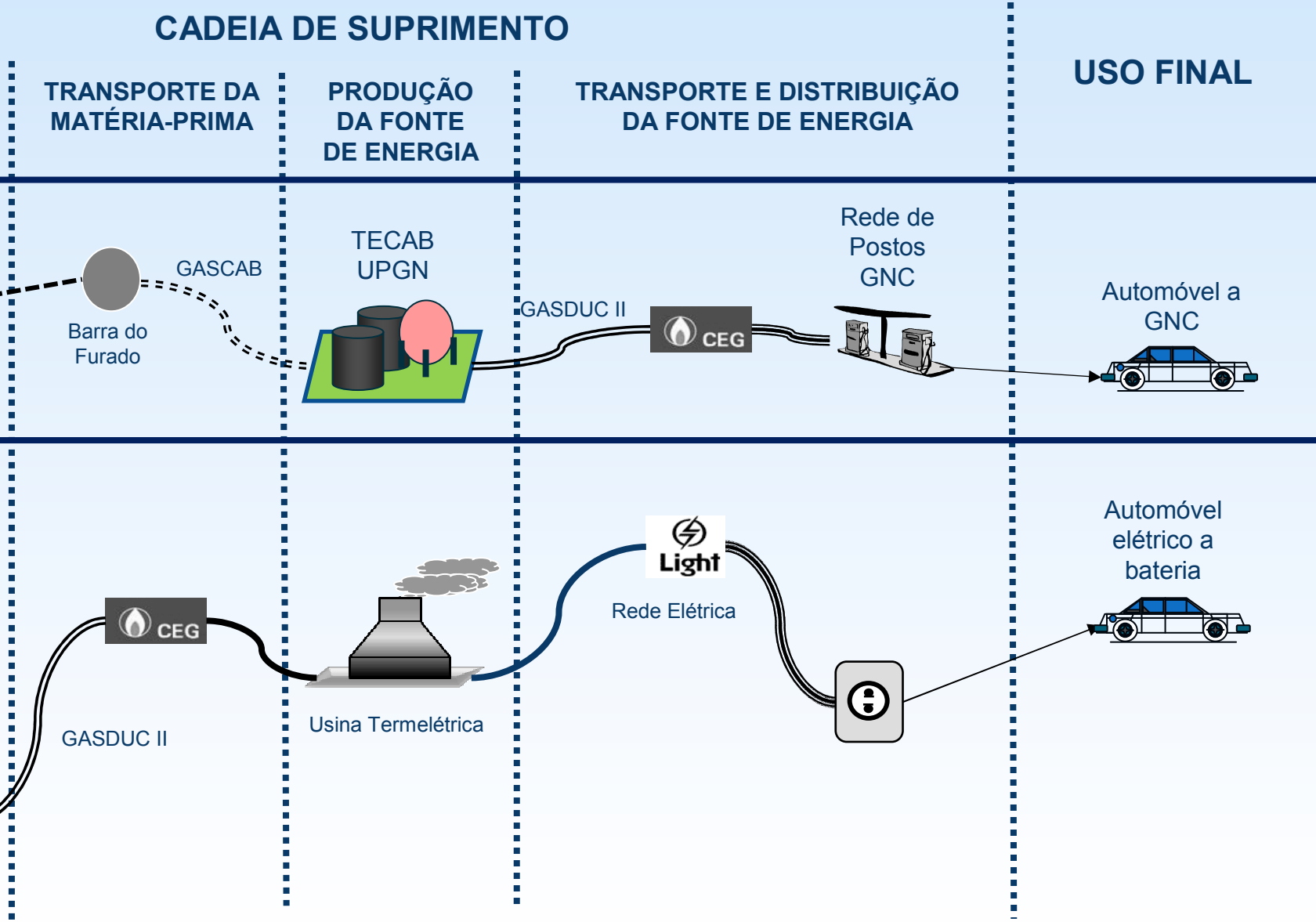
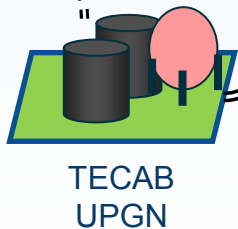
GASDUC II



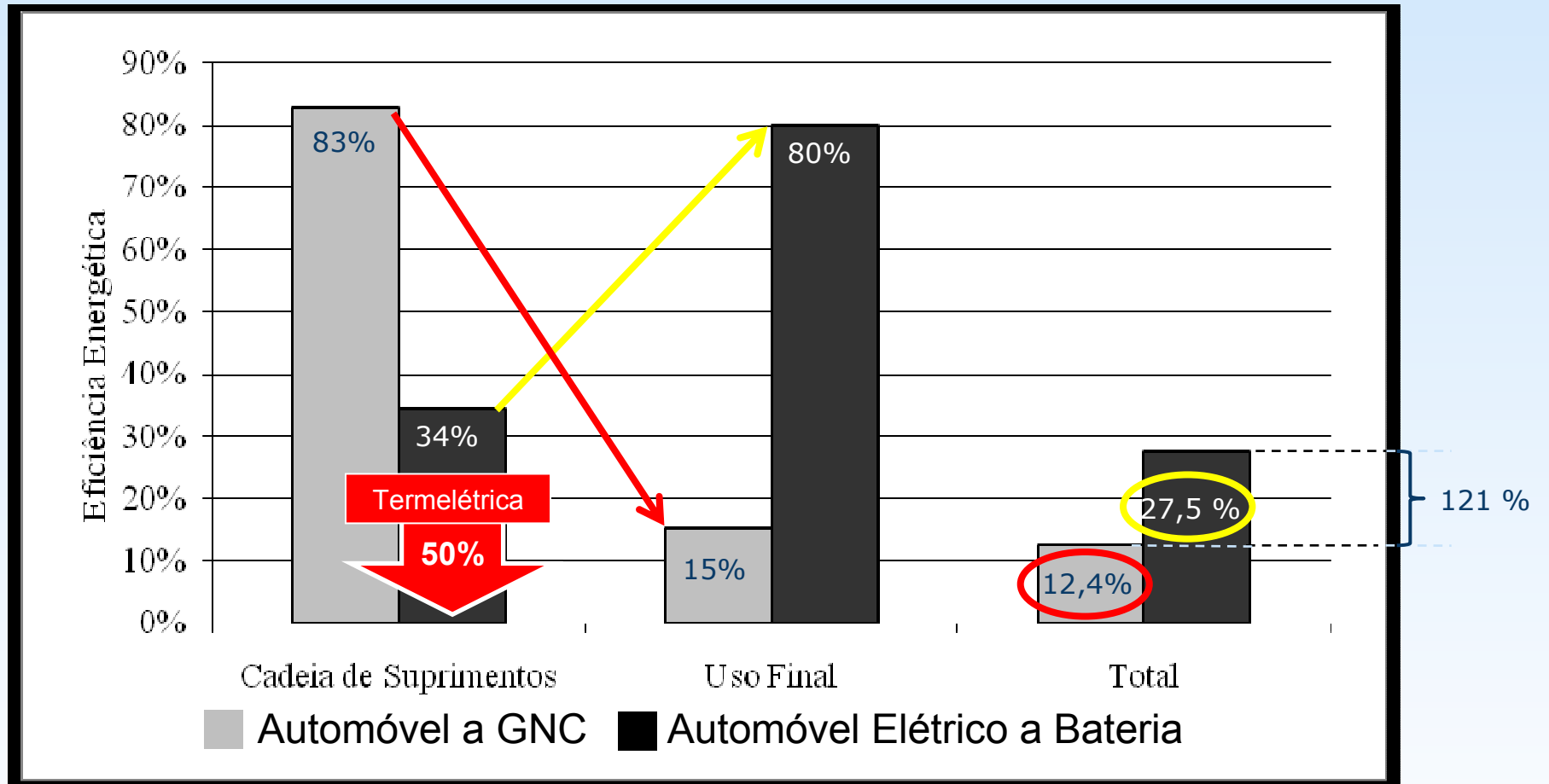
Usina Termelétrica

Light  
Rede Elétrica

Automóvel  
elétrico a  
bateria

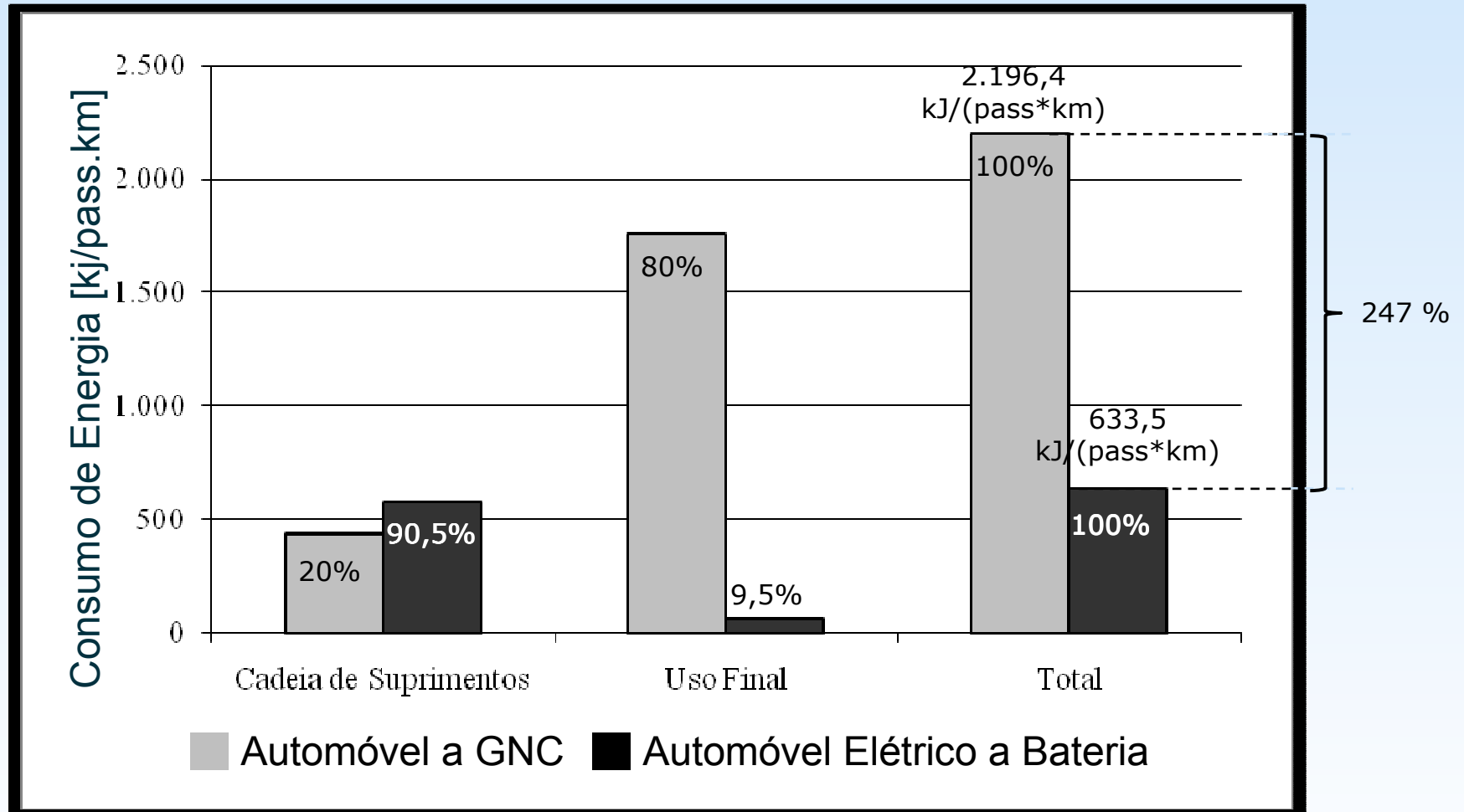


# OPORTUNIDADES PARA AUTOMÓVEIS ELÉTRICOS





# OPORTUNIDADES PARA AUTOMÓVEIS ELÉTRICOS



**Investimento, autonomia, custos operacionais?**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

1. O Brasil tem muitas opções de fontes alternativas de energia para o transporte rodoviário urbano e está planejando a introdução dos veículos elétricos;
2. Estudos comparativos estão sendo realizados considerando aspectos financeiros e ambientais – uso final;
3. Estudos adicionais envolvem o suprimento de infraestrutura e ciclo de vida;
4. O uso de tração elétrica em veículos rodoviários parece ser passo inevitável a ser dado.

## Fórum Global de Mobilidade Elétrica

PLANEJANDO O USO DE TRAÇÃO  
ELÉTRICA PARA O TRANSPORTE URBANO.  
EXPERIÊNCIA DA COPPE NO BRASIL.

Junho/2012.

[www.ltc.coppe.ufrj.br](http://www.ltc.coppe.ufrj.br)

Coordenador: Márcio de Almeida D'Agosto  
[dagosto@pet.coppe.ufrj.br](mailto:dagosto@pet.coppe.ufrj.br)

Centro de Tecnologia, Bloco H, Sala 119  
Cidade Universitária, Ilha do Fundão,  
CEP: 21.949-900 – Rio de Janeiro – RJ  
Tel: +55 21 2562-8139 / 2562-8129

**Slide 19**

---

**E1**

Numero da fonte 28  
Emmanuela, 01/08/2010