

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

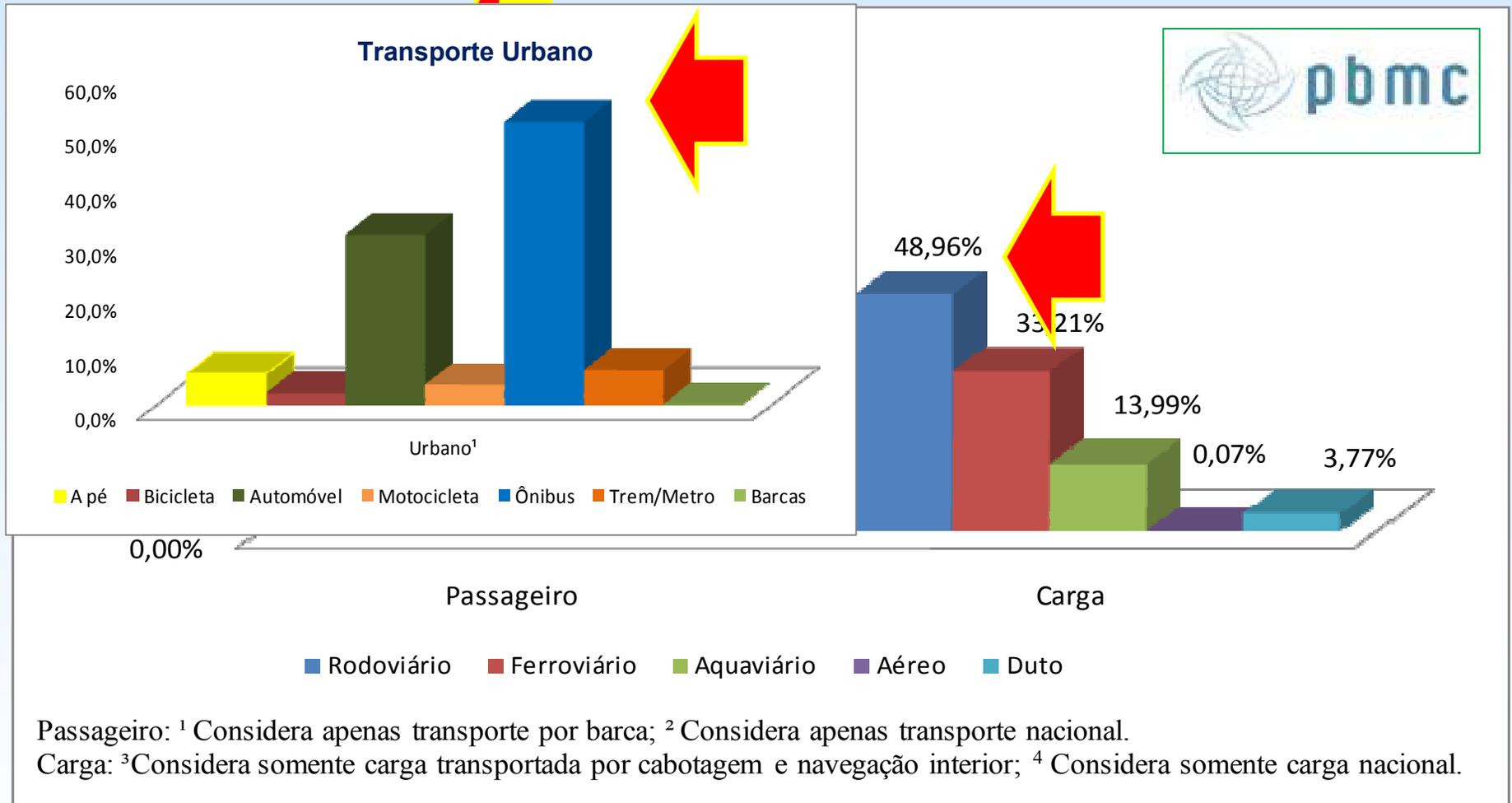
Rio de Janeiro, 18 de junho de /2012

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

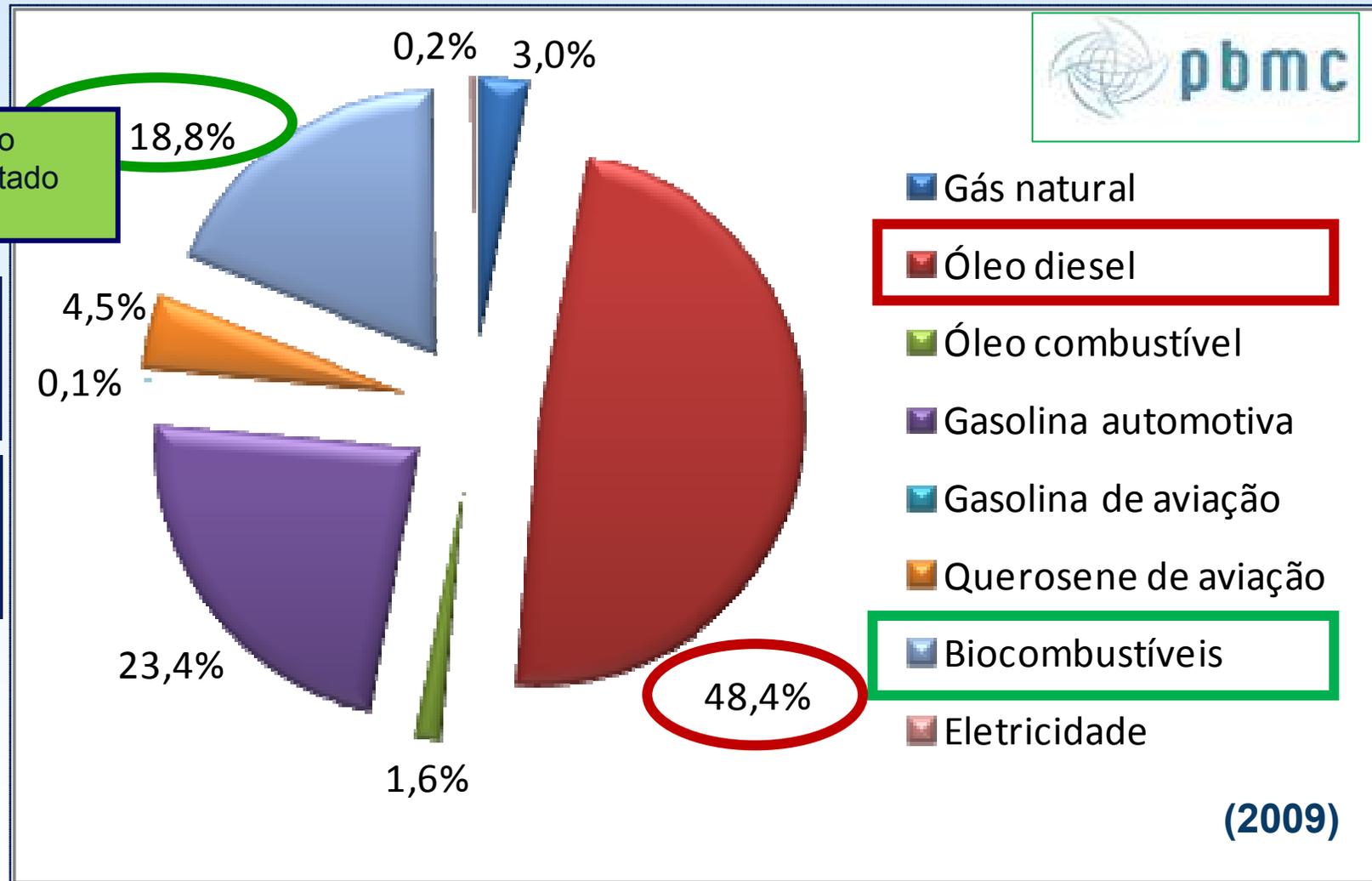
Divisão Modal



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

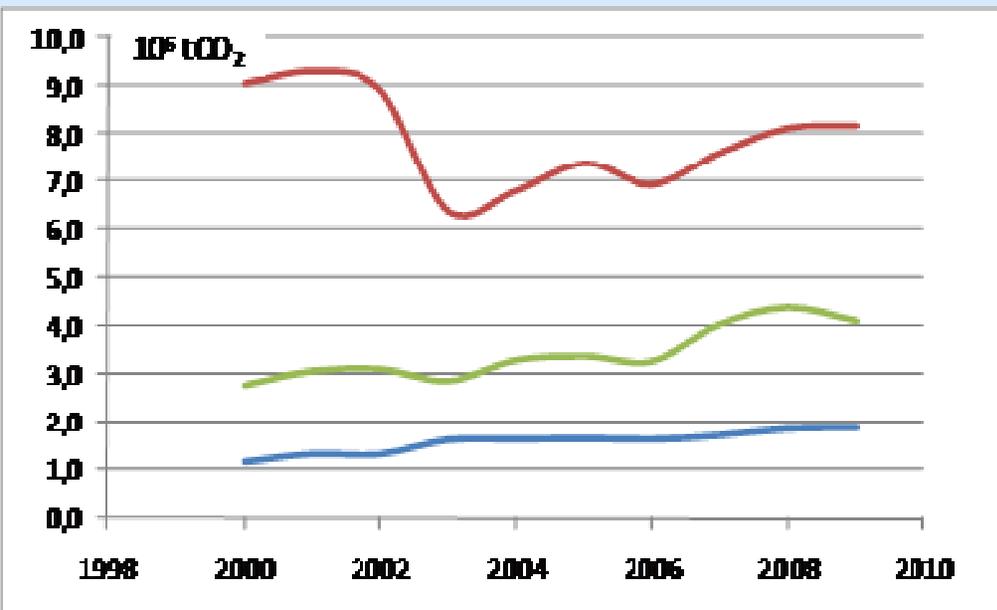
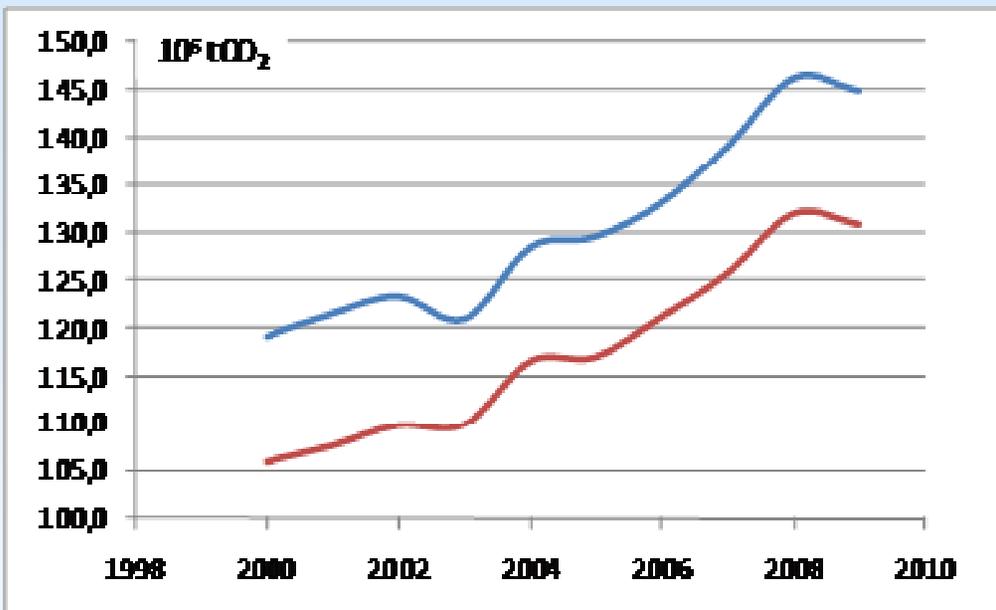
Fonte: Elaboração própria com base em FIPE (2011), ANTT (2009), ANTAQ (2009), ANTP (2009) and ANAC (2009).

Consumo de Energia no Setor de Transporte



PANORAMA DO TRANSPORTE NO BRASIL

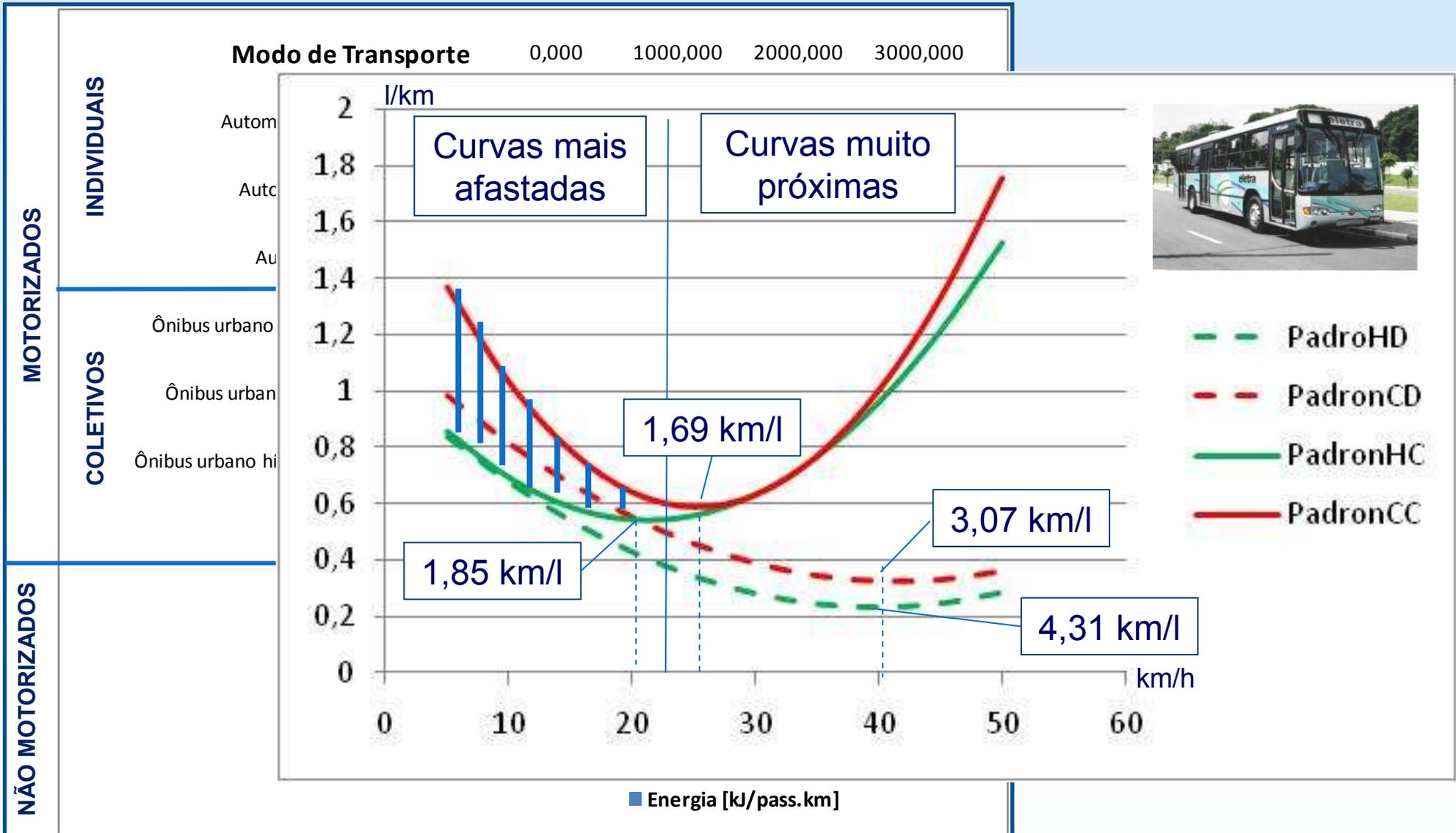
Emissão de Dióxido de Carbono e Poluentes Locais



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

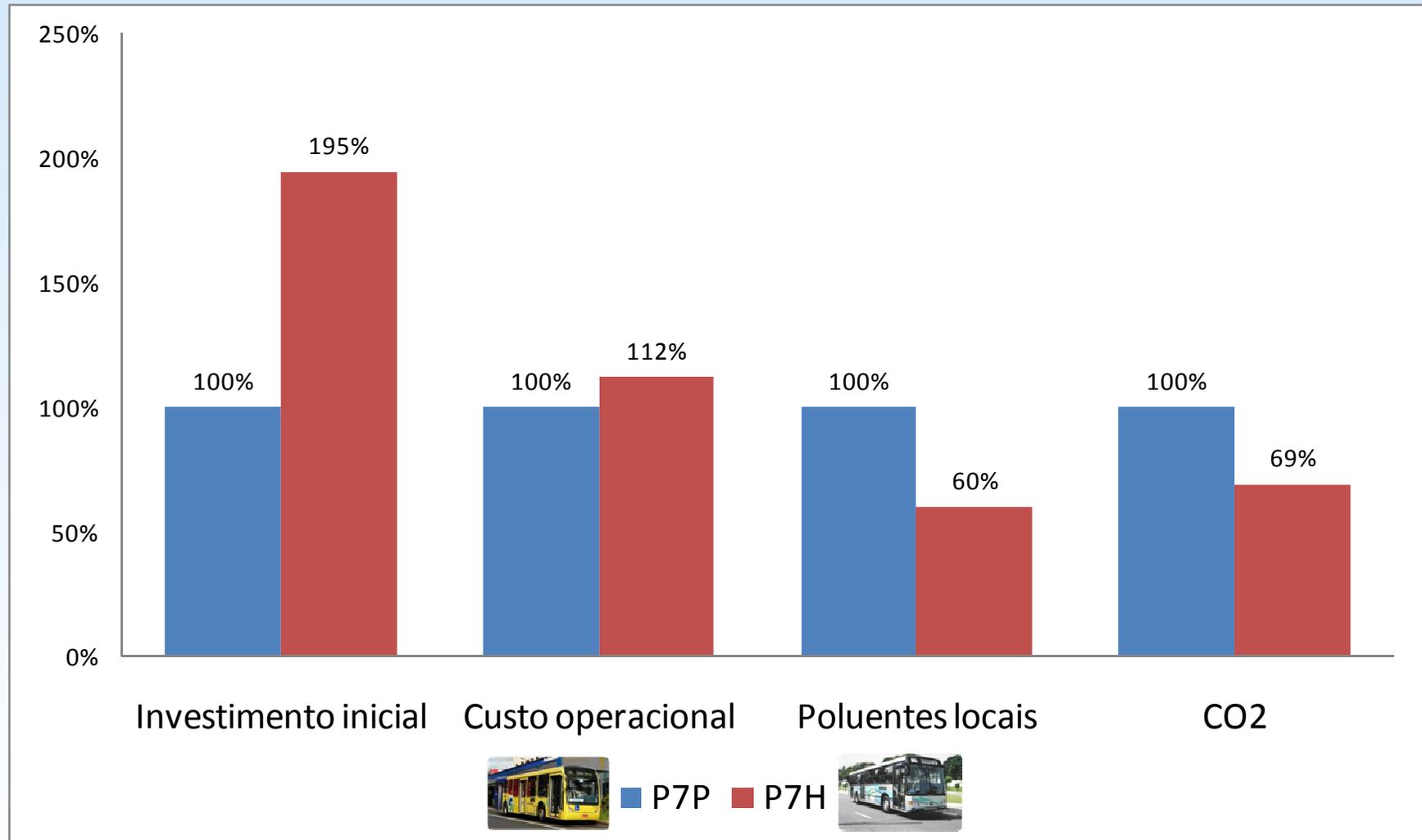
Período	Frota	Emissões (toneladas)				
		CO	THC	NOx	MP	RCHO
1980	9.307.366	4.702.658	848.022	716.330	42.675	7.330
2010	41.055.938	1.372.103	257.709	966.578	28.807	7.103
Variação %	341%	-71%	-70%	35%	-32%	-3%

OPORTUNIDADES PARA ÔNIBUS HÍBRIDOS

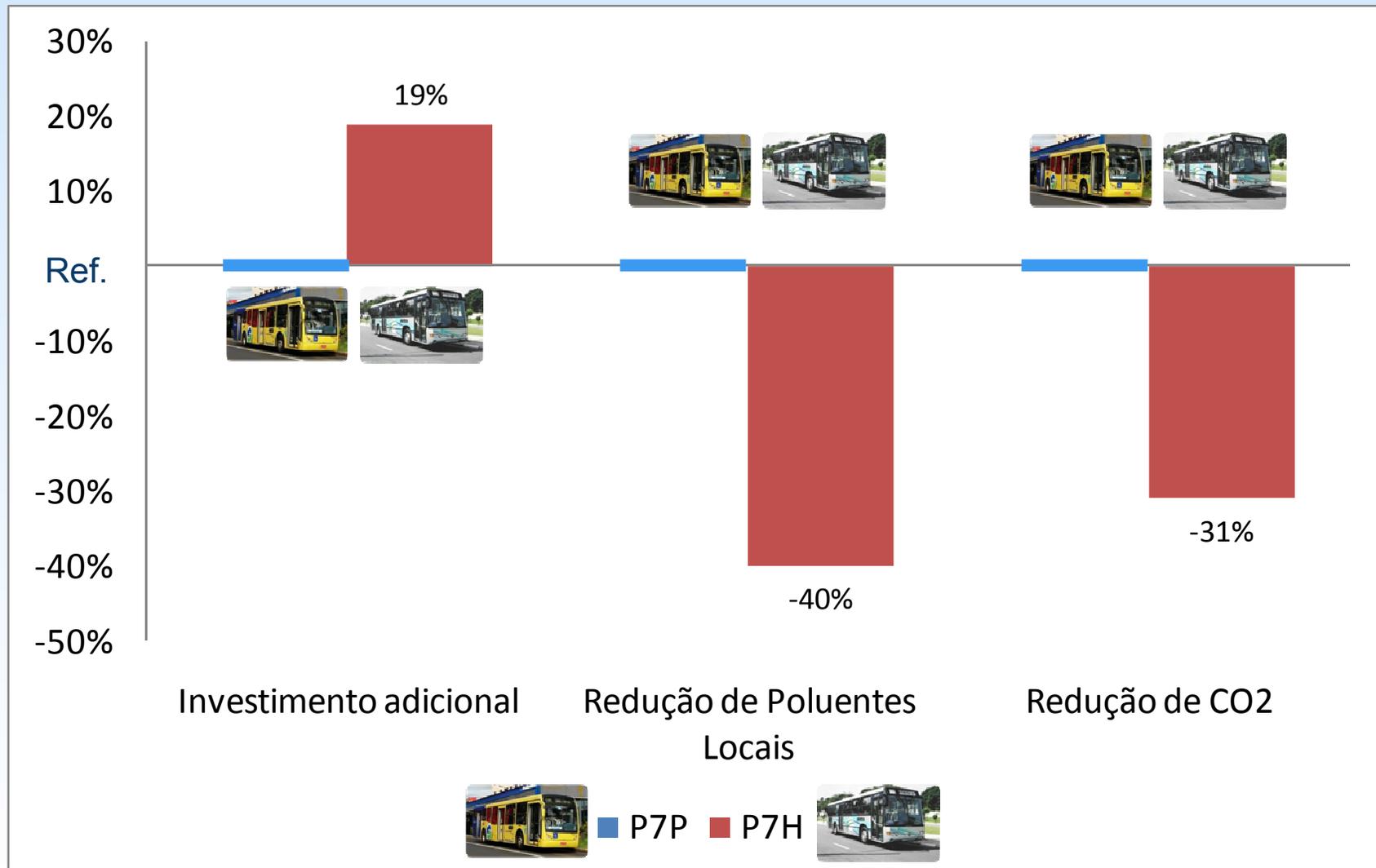


OPORTUNIDADES PARA ÔNIBUS HÍBRIDOS

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 CO₂) 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 ³ veículos)	Distância Média Anual (km)	Desempenho Médio (km/kWh)	Energia (TWh)	% Consumo Brasil 2011 **
10%	2.980	8.000	6,0	4,0	0,9%
20%	5.960	8.000	6,0	7,9	1,7%
50%	14.899	8.000	6,0	19,9	4,4%
70%	20.859	8.000	6,0	27,8	6,1%
100%	29.798	8.000	6,0	39,7	8,7%

* 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 ³ veículos)	Potência Unitária Recarga (kW)	Taxa Superposição	Potência (GW)	% Pico **	% Potência Instalada ***
10	2.980	1,9	60%	3,4	4,9%	2,8%
20	5.960	1,9	60%	6,8	9,7%	5,7%
50	14.899	1,9	60%	17,0	24,3%	14,2%
70	20.859	1,9	60%	23,8	34,1%	19,9%
100	29.798	1,9	60%	34,0	48,7%	28,5%
* 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	9,9%	5,8%
		7,7	30%	13,8	19,7%	11,5%
		7,7	30%	34,4	49,3%	28,9%
		7,7	30%	48,2	69,1%	40,4%
		7,7	30%	68,8	98,7%	57,7%
		150	1%	4,5	6,4%	3,7%
		150	1%	8,9	12,8%	7,5%
		150	1%	22,3	32,0%	18,7%
		150	1%	31,3	44,9%	26,2%
		150	1%	44,7	64,1%	37,5%

➤ 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

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

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

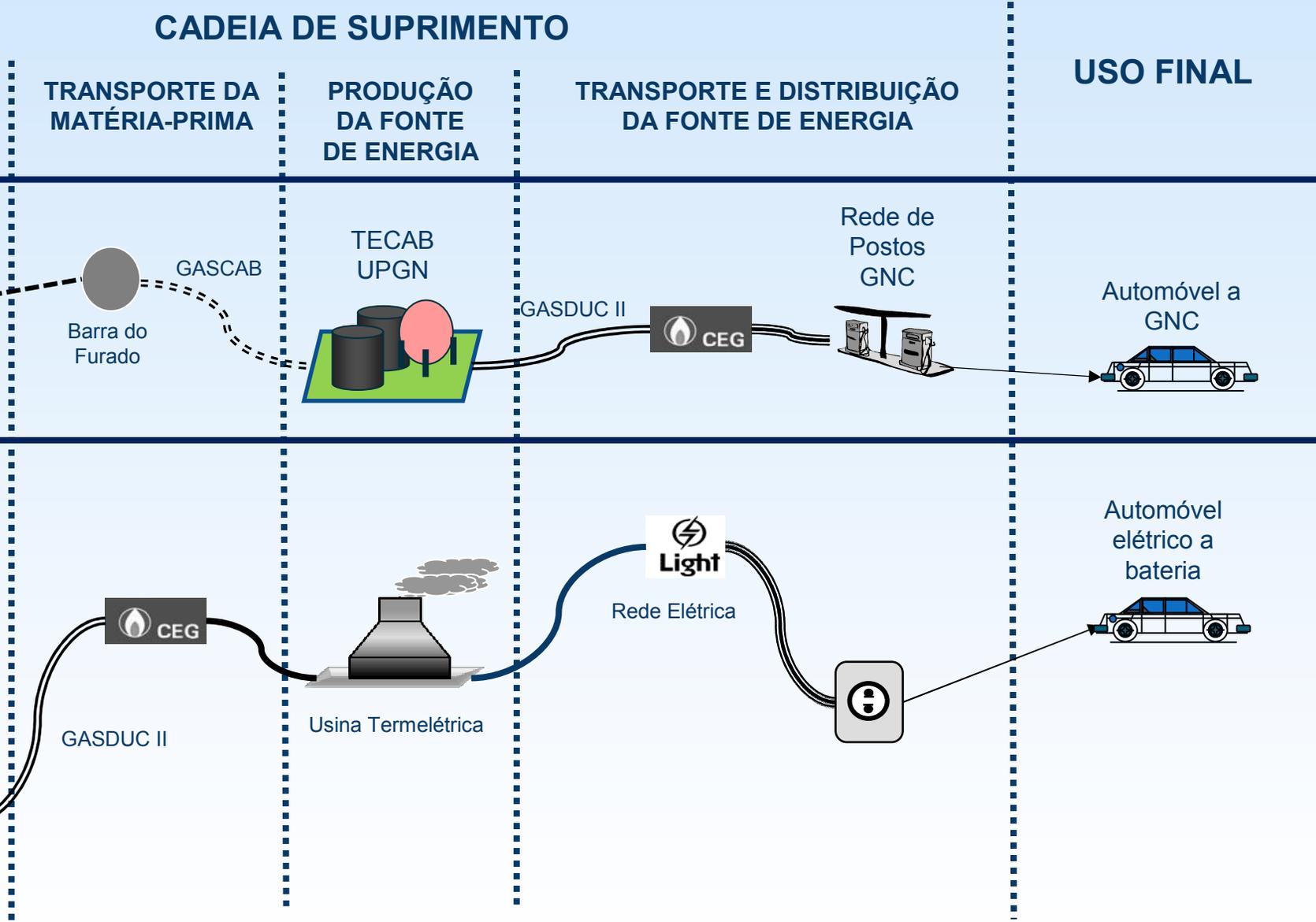
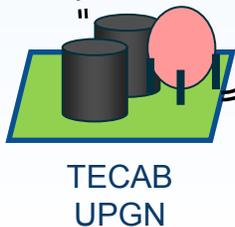
GASDUC II



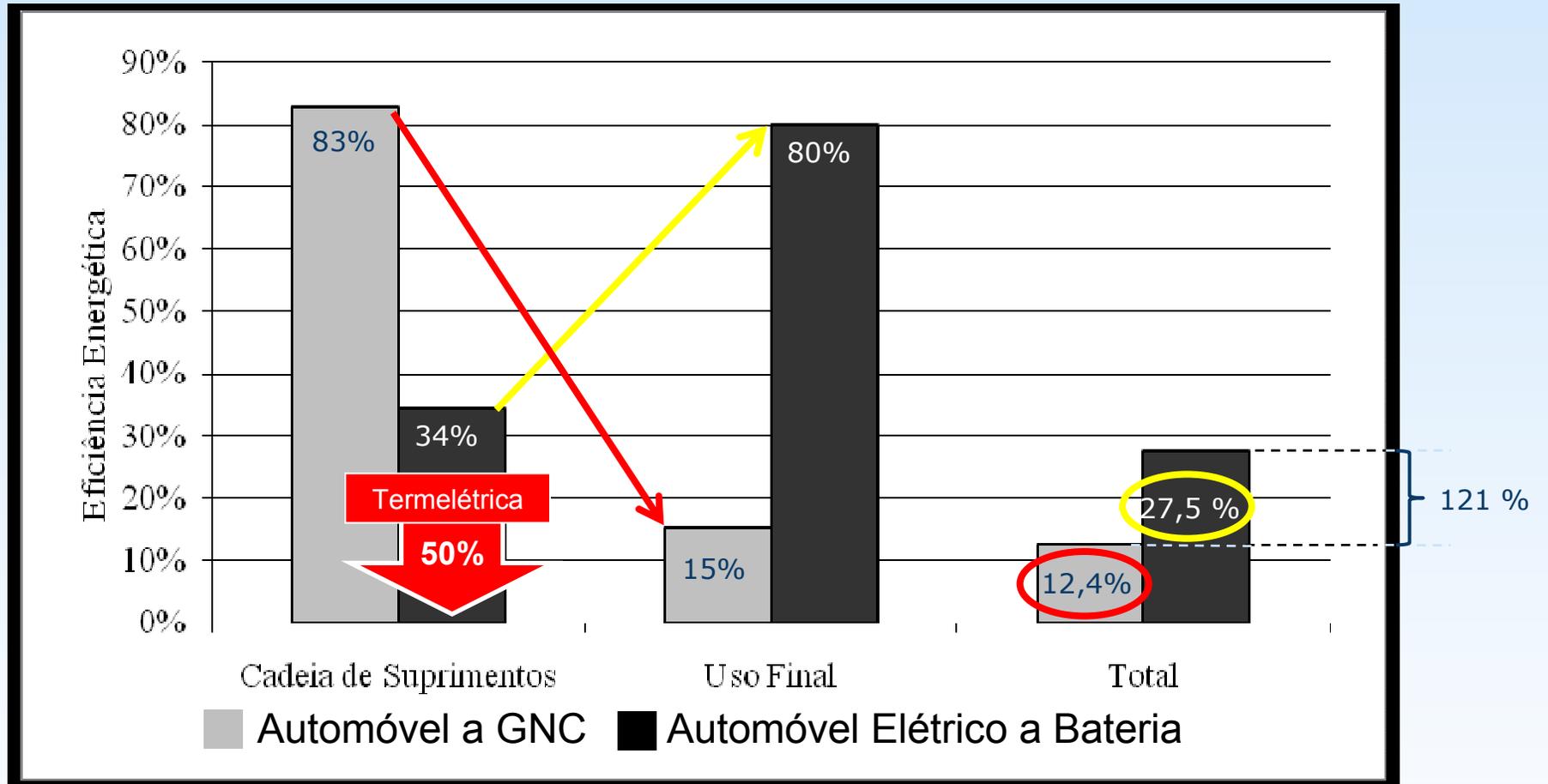
Usina Termelétrica

Light
Rede Elétrica

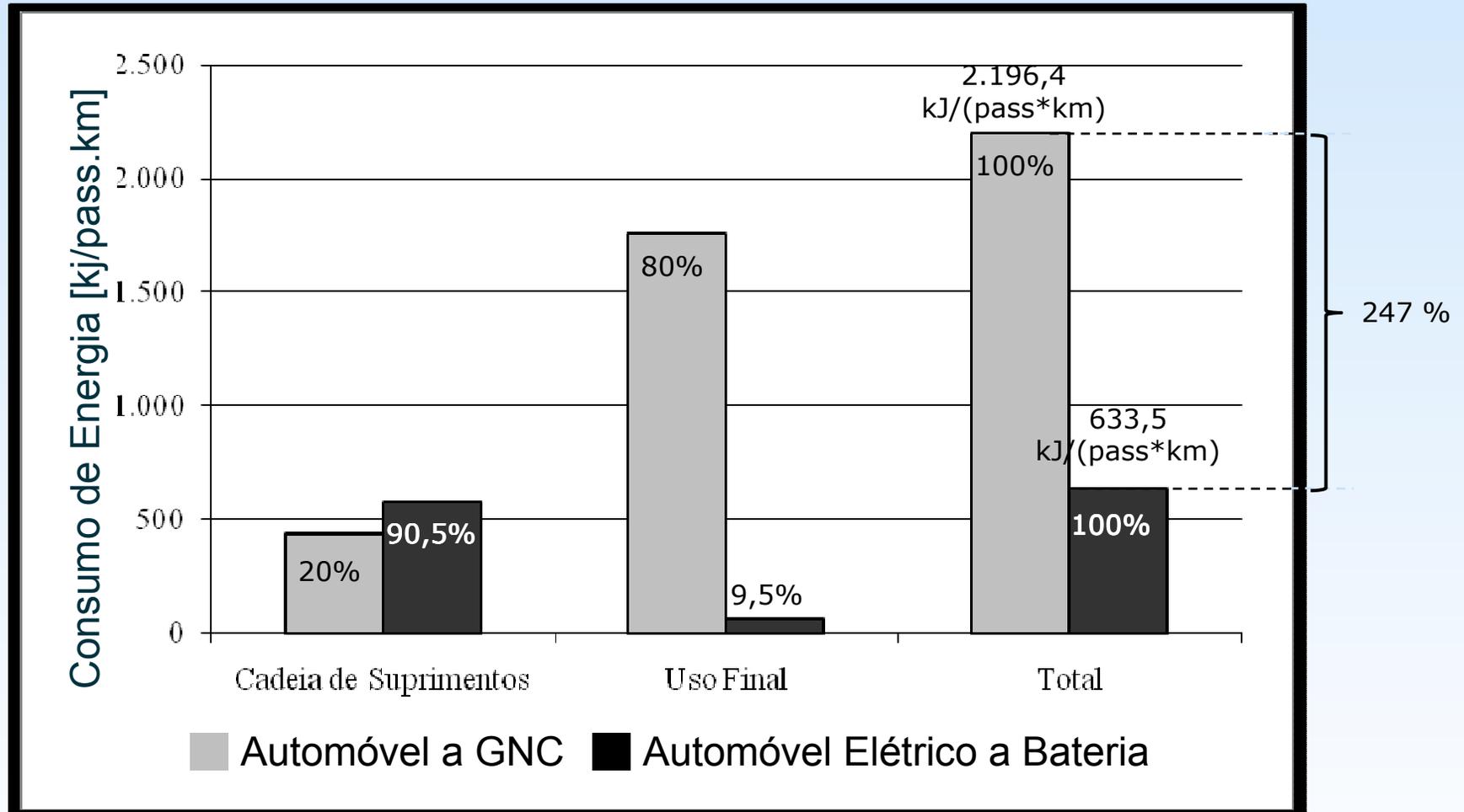
Automóvel
elétrico a
bateria



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.



LABORATÓRIO DE TRANSPORTE DE CARGA - LTC

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

Coordenador: Márcio de Almeida D'Agosto
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