

Veículos Elétricos

Prefeitura de São Paulo

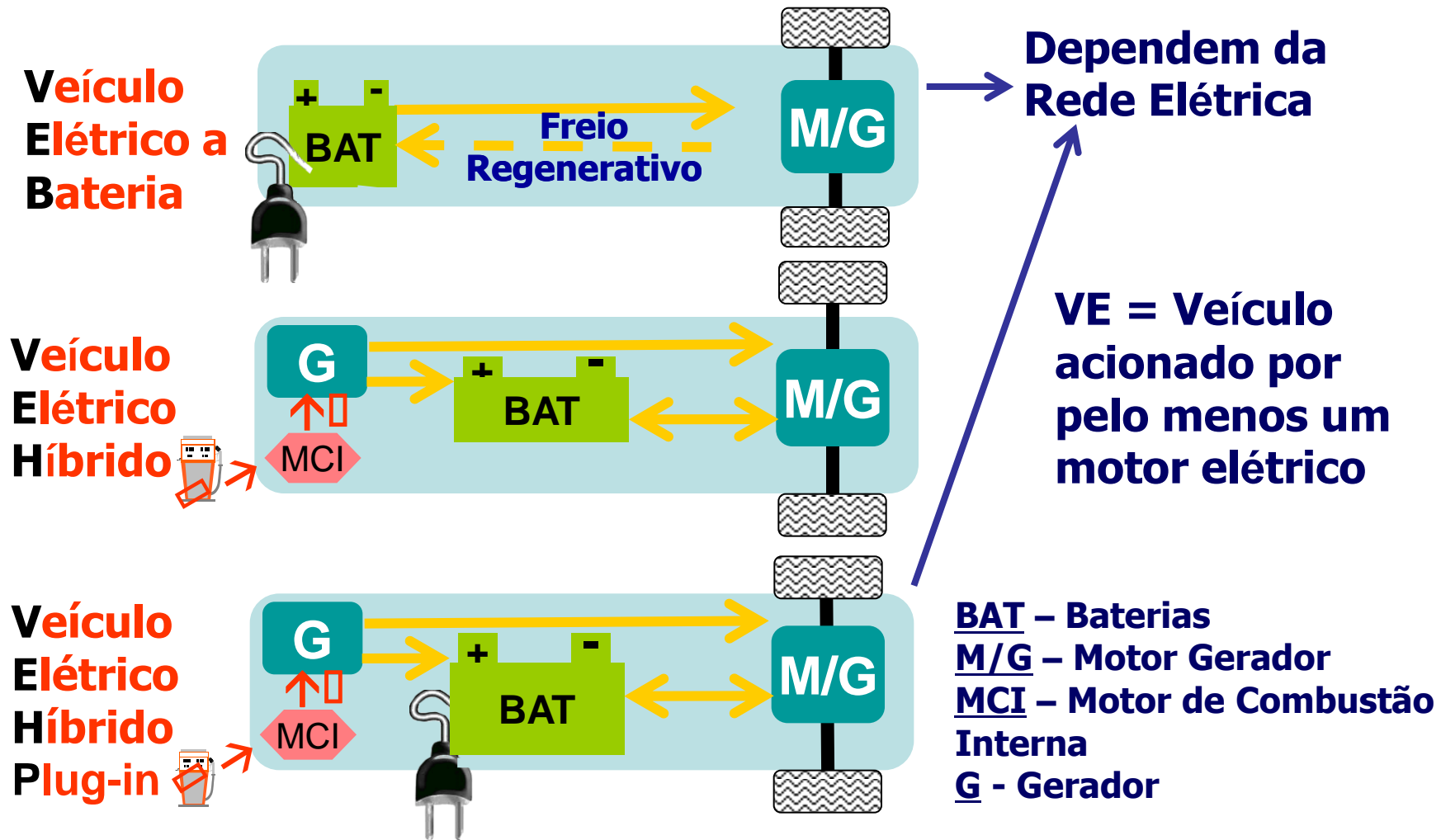
24 de setembro de 2009

Pietro Erber

SUMÁRIO

- O que é um VE
- Porque usar VE
- Efeito dos VE no mercado de energia
- Competitividade com a gasolina
- Benefícios ambientais

Veículo Elétrico - tipos



BEN 2007

Origens & Uso Final da Energia tep

| | Fósseis | Biomassa | EnElétric | TOTAL | Total % |
|----------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Transportes | 49 | 9 | - | 58 | 27 |
| Indústria | 32 | 33 | 17 | 82 | 38 |
| Residencial | 6 | 9 | 8 | 23 | 11 |
| Serv.& Agrop. | 8 | 2 | 8 | 18 | 8 |
| Setor Energia | 9 | 11 | 1 | 21 | 10 |
| Uso Não Energ. | 14 | - | 0 | 14 | 6 |
| TOTAL | 118 | 64 | 34 | 216 | 100 |
| Total % | 54 | 30 | 16 | 100 | |

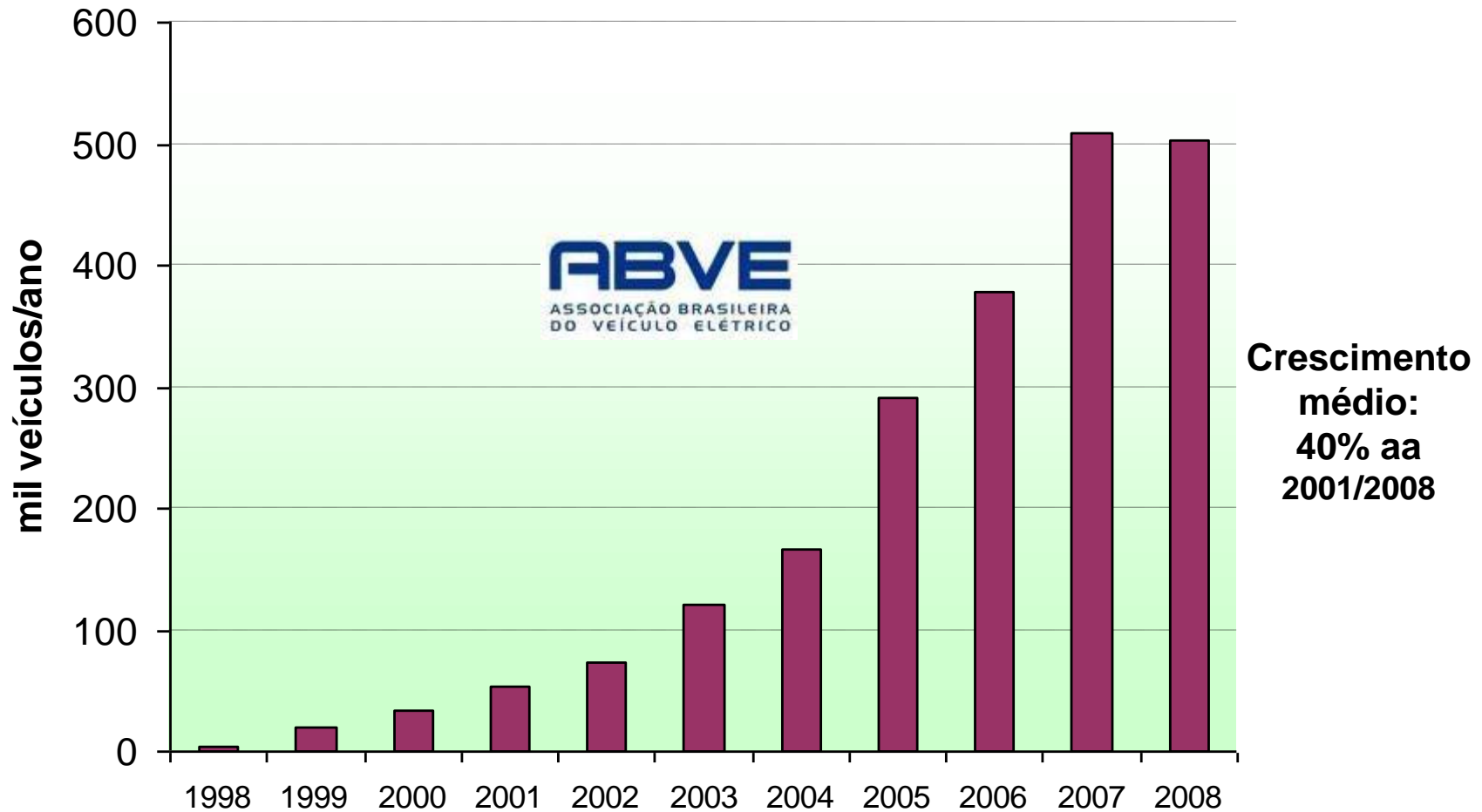
Porque motor elétrico

- Muito eficiente (80 a 96%)
- Emissão nula
- Alto torque com velocidade baixa, inclusive nula
- Flexível em termos de porte e formato
- Capacidade de fornecer picos de torque e potência
- Facilidade para funcionar como motor ou gerador
- Vida útil bastante longa

Porque energia elétrica

- Pode ser gerada de várias formas e de várias fontes / combustíveis
- Geração externa ou embarcada no veículo.

Vendas de VEH no mundo

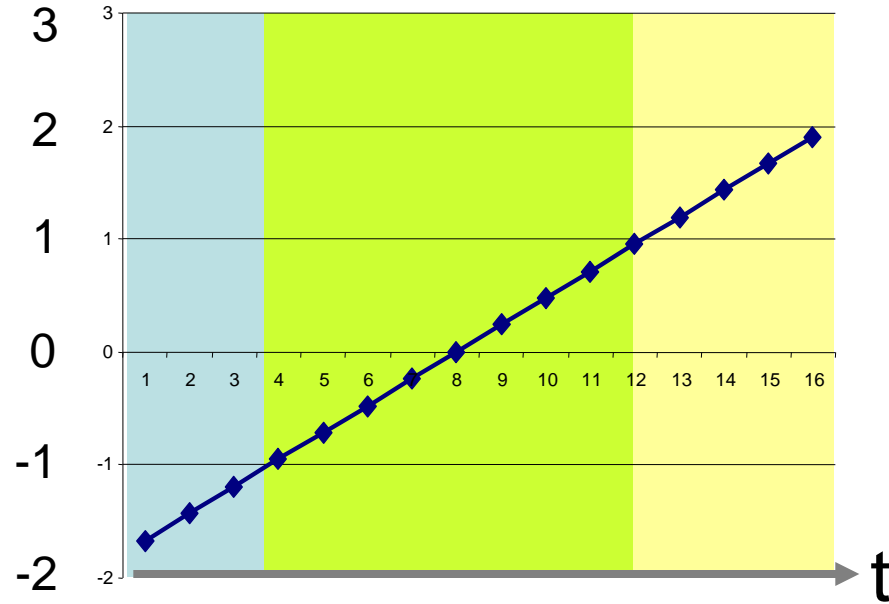
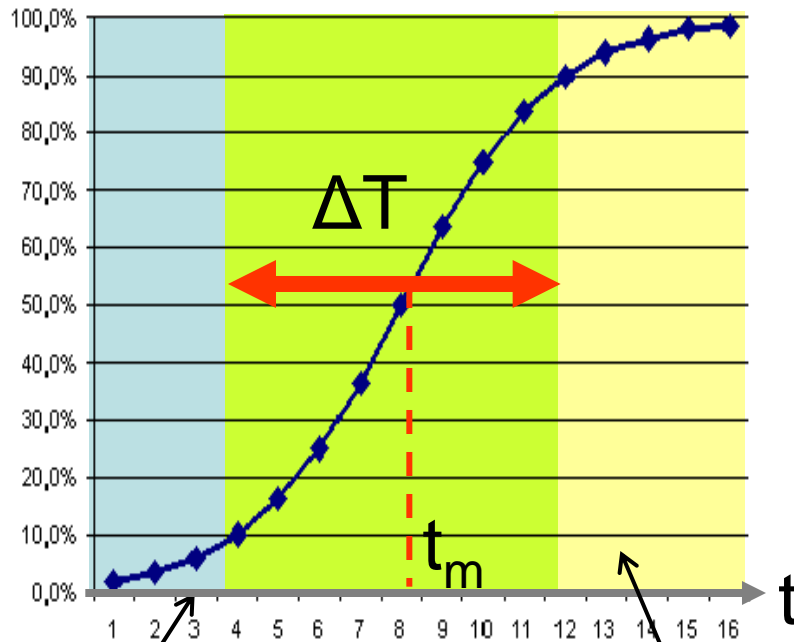


Penetração do mercado logística

$$F(t) = \frac{1}{1 + \exp\left[-\frac{\ln(81)}{\Delta t}(t - t_m)\right]}$$

➔
Fischer-Pry

$$\log_{10}\left(\frac{F(t)}{1 - F(t)}\right)$$



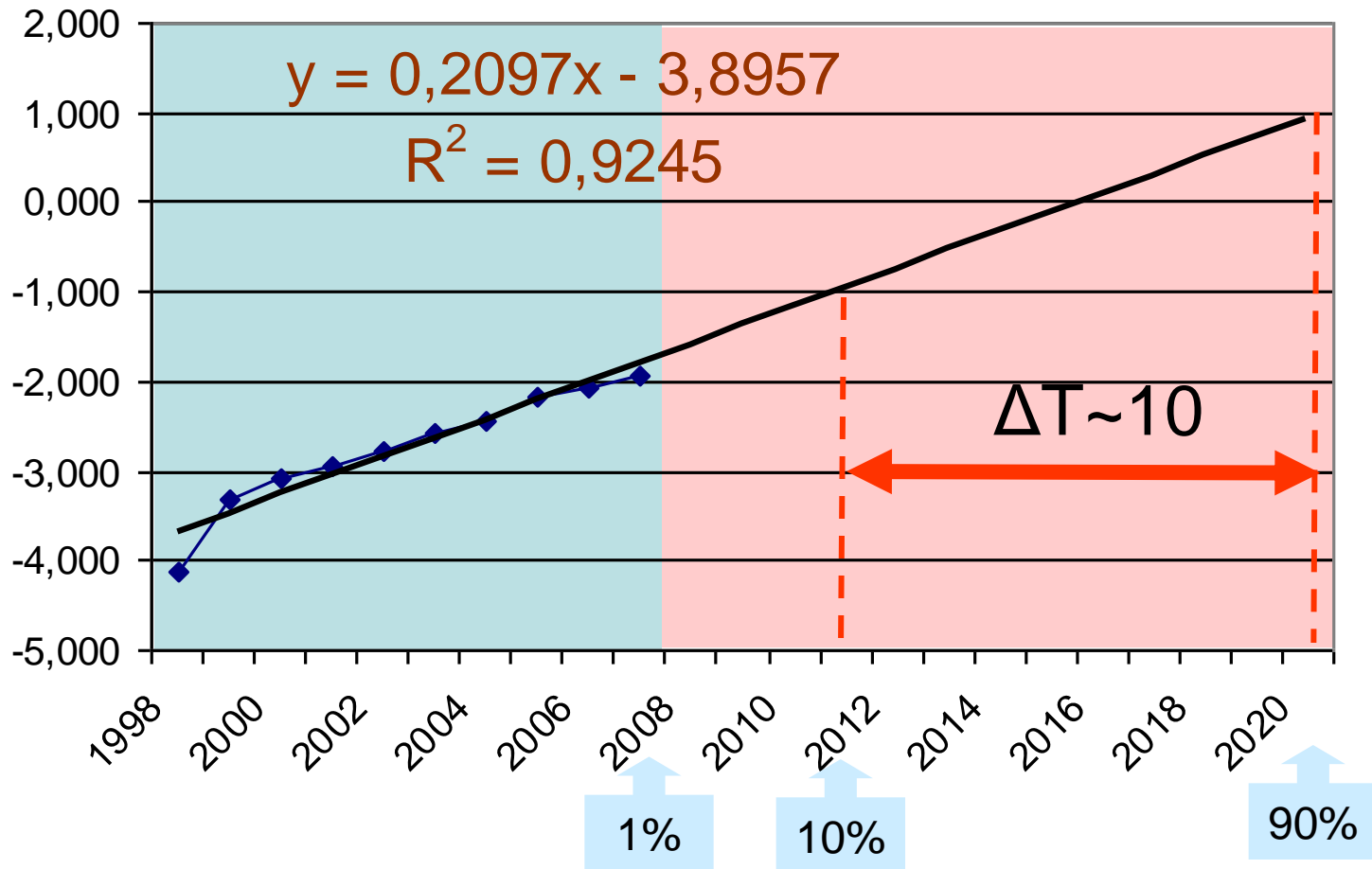
Taxa alta
Total peq

Satu-
ração

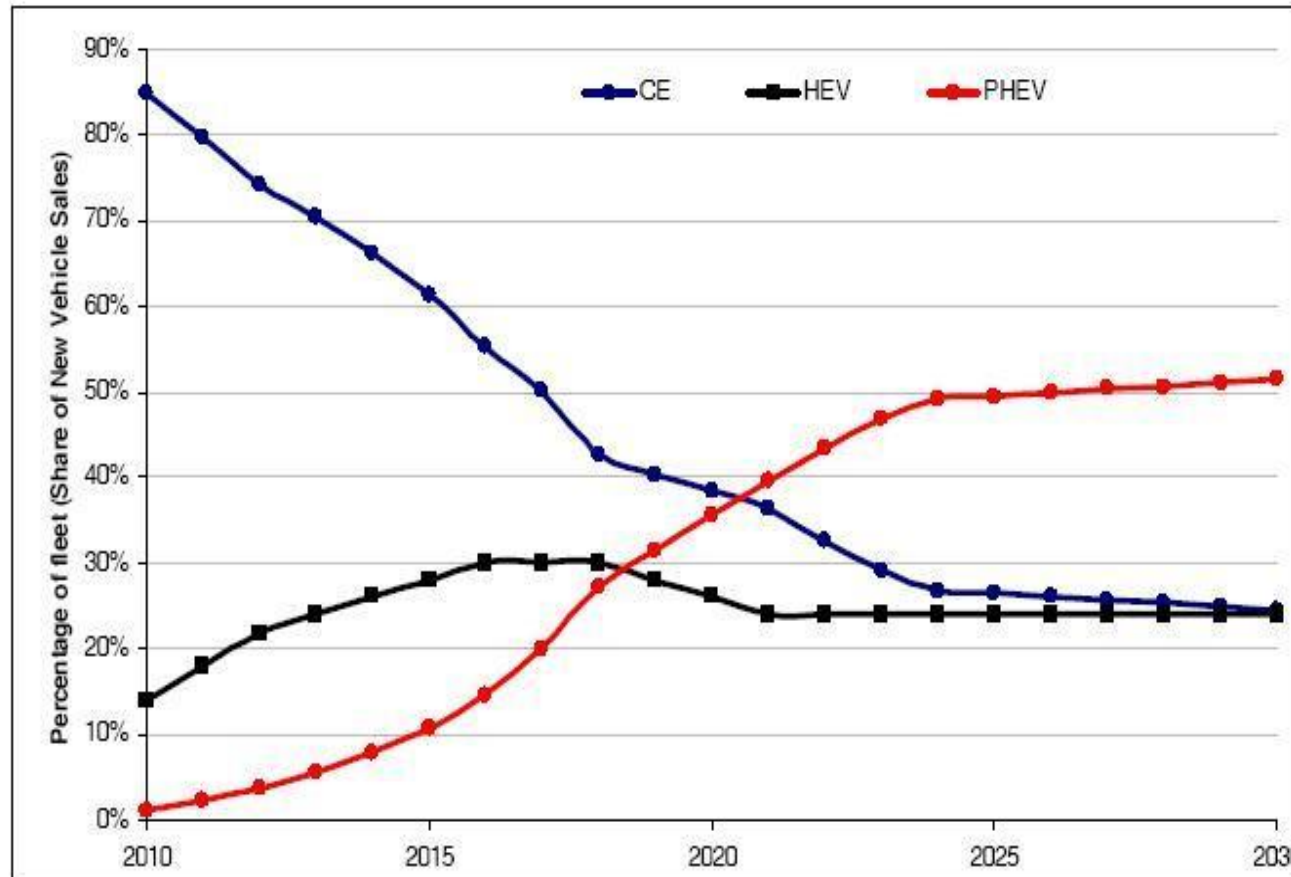
10%

90%

VEH mundo – penetr. de mercado



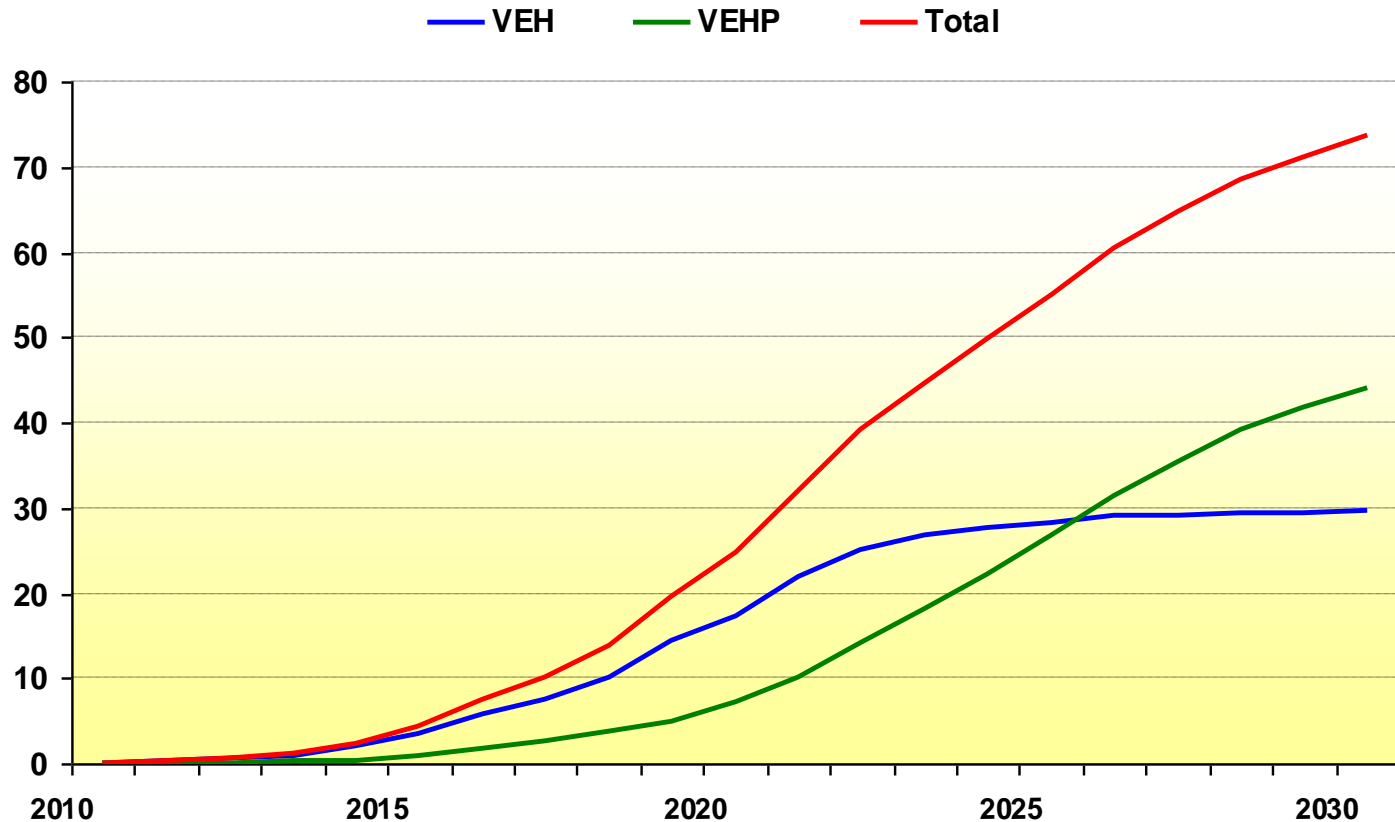
Participação dos VEs nas Vendas Estados Unidos



Fonte: Evaluation of the Impact of Plug-in Electric Vehicle..., J. Taylor
, A. Maitra..., EPRI

Brasil

“Market Share” dos Carros Elétricos



Participação dos VEs nas Vendas de Automóveis

- VEB serão 10% das vendas em 2020

Carlos Ghosn

- VE serão 33% das vendas em 2025

IDTechEx (Cambridge, GB)

Vendas de Automóveis

Taxas de Crescimento

| Período | % |
|--------------------|------------|
| 2000 - 2008 | 9,6 |
| 2008 - 2010 | 3,2 |
| 2010 - 2015 | 5,2 |
| 2015 - 2020 | 3,6 |
| 2020 - 2025 | 3,1 |
| 2025 - 2030 | 2,7 |

Frota de Automóveis

Vendas Anuais

milhões

| ANO | TOTAIS | VE Total | VEH | VEHP/B |
|-------------|---------------|---------------------|-------------|---------------|
| 2010 | 2,4 | - | - | - |
| 2015 | 3,1 | 0,12 | 0,09 | 0,03 |
| 2020 | 3,7 | 0,90 | 0,65 | 0,27 |
| 2025 | 4,3 | 2,36 | 1,22 | 1,15 |
| 2030 | 4,9 | 3,61 | 1,45 | 2,16 |

Consumo dos VEHP/B

| ANO | Frota VEHP | Consumo Individual | Consumo | Mercado Brasil | Participação VEHP/B |
|-------------|-----------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------|--------------------------------|
| | milhares | MWh/ano | TWh | TWh | % |
| 2010 | - | - | - | 440 | - |
| 2015 | 0,03 | 2,0 | 0,1 | 540 | - |
| 2020 | 0,77 | 2,5 | 1,9 | 660 | 0,3 |
| 2025 | 4,29 | 3,0 | 12,9 | 820 | 1,6 |
| 2030 | 12,33 | 3,5 | 43,2 | 1000 | 4,3 |

Redução do Consumo de Combustíveis

2025

- Número de VEHP/B: 4,3 milhões
- Número de VEH: 6,6 milhões
- Redução VEHP/B: 3,8 milhões tep
- Redução VEH: 1,7 milhões tep
- **Redução total VE: 5,5 milhões tep ~ 16%**

VEB e Consumo de Energia 15 mil km/ano

Elétrico

Gasolina

5 km/kWh

13 km/l

3 MWh/ano

1155 l/ano

0,26 tep/ano

0,83 tep/ano

VEB e Gasolina

Custos de Energia

Elétrico

3 MWh/ano

R\$ 470 /MWh

R\$ 1400/ano

Gasolina

1155 l/ano

R\$ 2,70/l

R\$ 3100/ano

| Automóveis convencionais e elétricos híbridos | km/l gasolina ³ | | Custo ⁴ (US\$) | Diferença |
|---|----------------------------|---------|------------------------------|-----------|
| | Cidade | Estrada | | |
| Corolla 09 (convencional) | 11,1 | 15,3 | 17.150 | |
| Prius 08 (elétrico híbrido) | 20,4 | 19,1 | 21.100 | +23% |
| Camry 09 (convencional) | 8,9 | 13,2 | 18.720 | |
| Camry (elétrico híbrido) | 14,0 | 14,5 | 25.350 | +35,4% |
| Honda Civic 08 (convencional) | 10,6 | 15,3 | 15.010 | |
| Honda Civic 08 (elétrico híbrido) | 17,0 | 19,1 | 22.600 | +50,6% |
| Nissan Altima (convencional) | 9,8 | 13,2 | 20.180 | |
| Nissan Altima (elétrico híbrido) | 14,9 | 14,0 | 25.170 | +24,7% |

Fontes: websites <http://www.toyota.com>, <http://automobiles.honda.com> e <http://www.nissanusa.com>

V. Elétrico x V. a Gasolina

- Custo anual da energia
 - energia elétrica: R\$ 1400
 - gasolina: R\$ 3100
- **Valor atual da diferença, a 15% a.a., em 5 anos:**
 - 15 mil km: R\$ 5,4 mil
 - 45 mil km: R\$ 16,1 mil
- Preço do carro a gasolina: R\$ 40 mil

Diferença competitiva

15 mil km: 14%

45 mil km: 40%

Baterias

| Tecnologia | Energia específica Wh/kg | Potência específica W/kg | # ciclos | Custo US\$/kWh |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|-------------------|
| Chumbo-ácida VRLA* | 35-45 | 250 | 400-500 | 160-210 |
| NiMH | 70 | 350 | 1.350-1.550 | 780-930 |
| NiNaCl ₂ | 90-125 | 150-200 | 1.000-3.000 | 300-700 |
| Íon de lítio | 150-200 | 400 | 1.000-3.500 | 900-1.200 |
| Lítio-polímero | 150 | 300 | - | - |
| Nano-lítio-titanato | 80-100 | 1.250 | 25.000 | 2.000 |
| Lítio-enxofre | 500 | - | - | - |
| Lítio-ar | 5.000 | - | - | - |

*VRLA: Valve Regulated Lead-Acid

Exemplo: Automóvel a bateria com 300 km de autonomia

Desempenho de 6 km/kWh → bateria com 50 kWh (300/6)

Bateria de íon de lítio: >250 kg (50kWh/200Wh por kg) - US\$ 45.000!

VE: benefícios

- Menor uso de combustíveis fósseis
- Ambientais: locais, GEE, ruído
- Carga interruptível
- Serviços ancilares

Emissões de CO₂ kg/mcal

Diesel: 315

Gasolina: 302

Gás Natural: 210

Óleo: 296

Carvão: 375

Eficiências da Fonte às Rodas e Emissões de CO₂

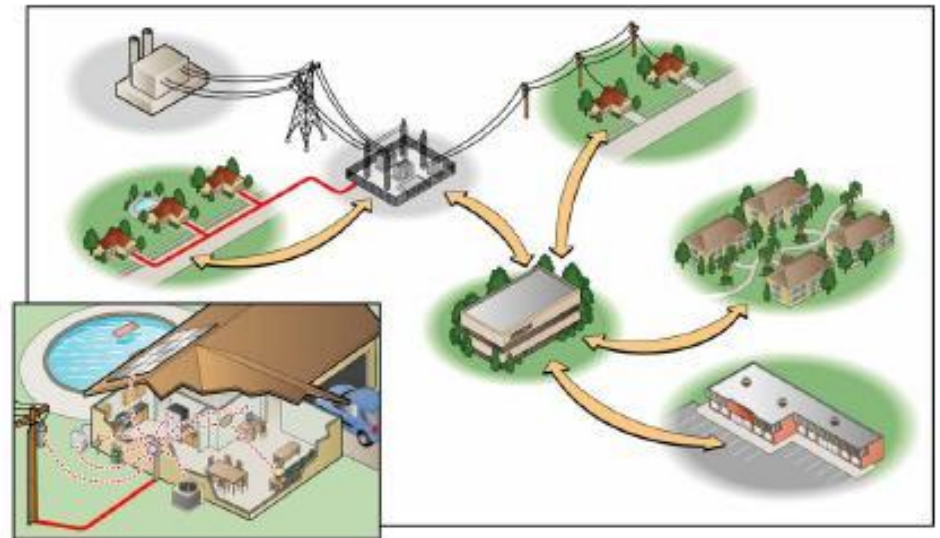
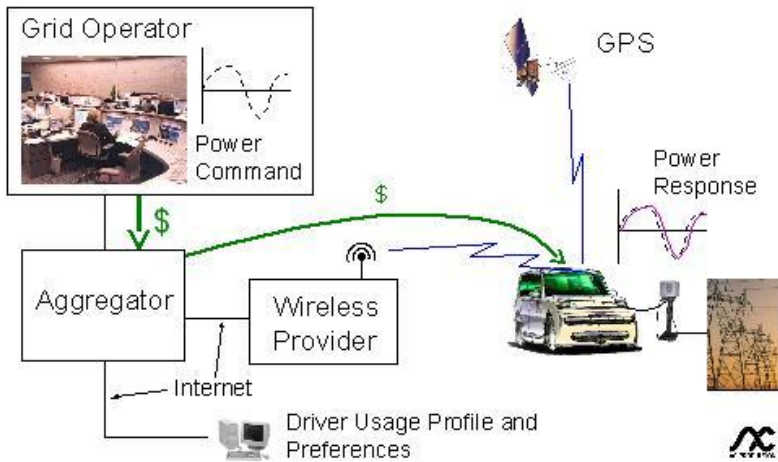
| Cadeias | $\eta\%$ | kg.CO₂/Mcal |
|--------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Carvão – Usina – VE | 19 | 1974 |
| Gás Nat. – Usina – VE | 33 | 636 |
| Gás Nat. - Posto - VC | 11 | 1910 |
| Petróleo – Gasolina – VC | 12 | 2525 |
| Petróleo – Diesel – VC | 13 | 2423 |
| Etanol - Posto - VC | 12 | 291 |

Requisitos para a Difusão dos VE

- Percepção da necessidade ambiental: sociedade e governo
- Regulamentação e penalização de emissões e emissores: governo
- Redução dos custos de aquisição (tecnologia, incentivos fiscais temporários, escala de produção): governo, universidade e indústria
- Facilidade de recarga: distribuidoras

V2G / Redes Inteligentes

Connected vehicles serve as distributed energy resource (DER)



OBRIGADO !

