



# BATERIAS PARA VEÍCULOS ELÉCTRICOS

Mais soluções do que  
problemas



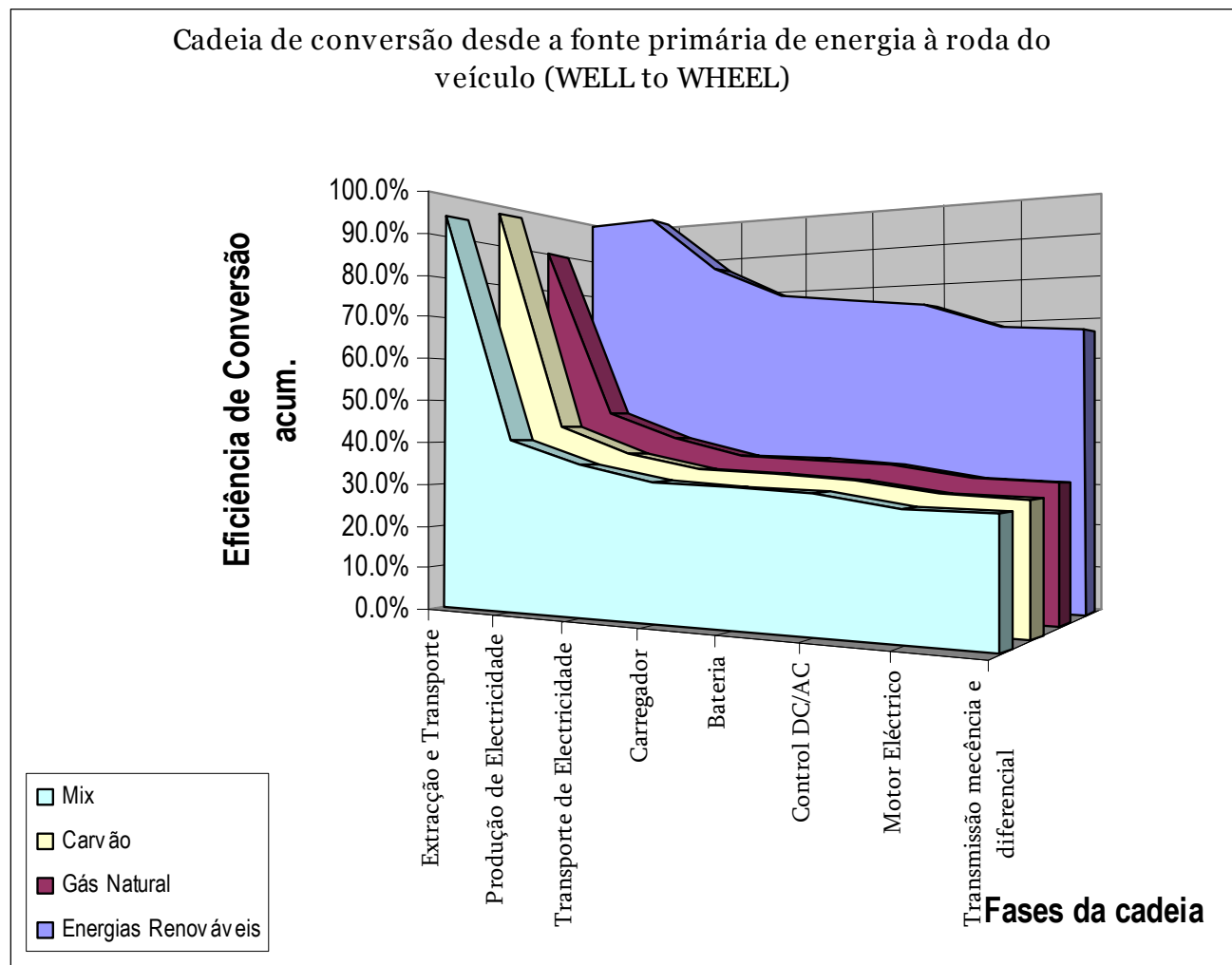
## Obstáculos aos VE's: tecnológicos ou políticos?



- Hoje, o sucesso dos VE's depende menos do desenvolvimento tecnológico do que da articulação de políticas (energética, industrial, transportes)
  - Quando o preço dos combustíveis baixa, os consumidores são rápidos a mudar a sua opção para a compra de um carro sem preocupações de consumo e, inversamente, quando os combustíveis aumentam, dispara a procura de carros económicos, aumenta a penetração dos híbridos e volta a falar-se dos veículos eléctricos.
  - A indústria não pode andar a seguir estas alterações bruscas no comportamento dos consumidores. É necessário estabilizar os critérios de procura, criando intervalos para os preços dos combustíveis e através de políticas activas de discriminação positiva para os VE's.

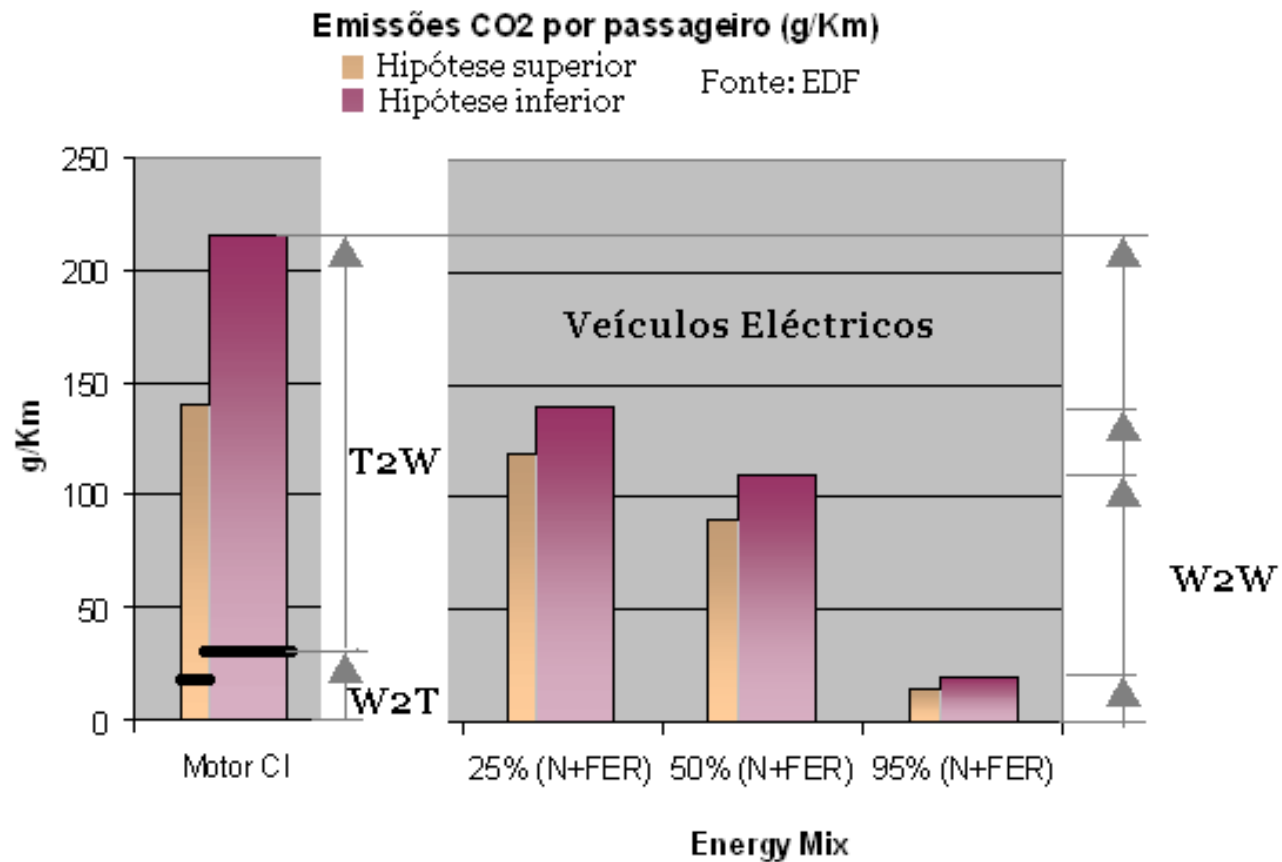


# Consequência lógica da aposta nas renováveis



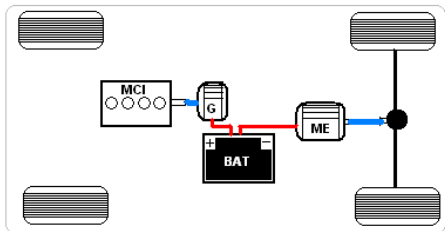
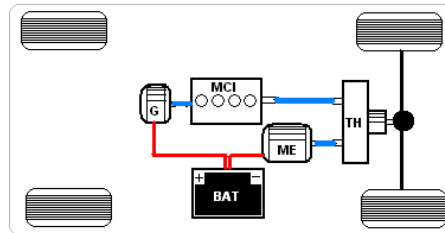


# Emissões: análise consolidada (W2W)

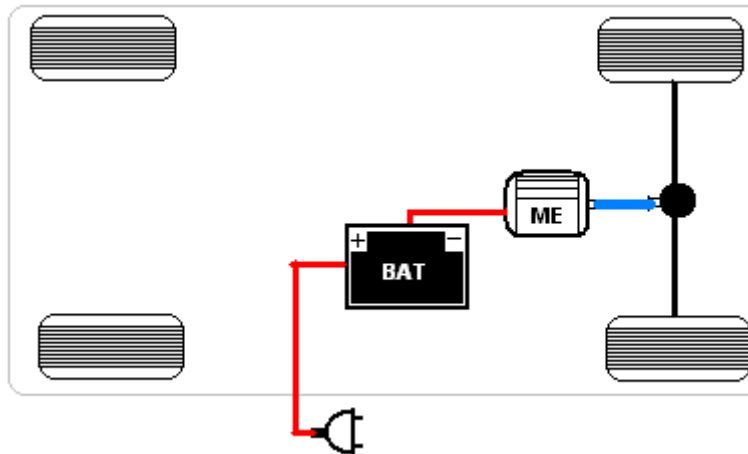
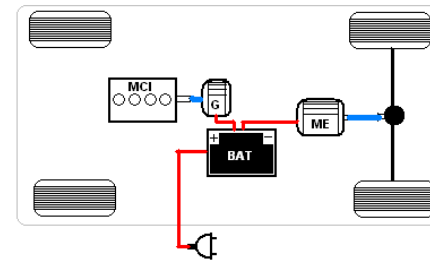
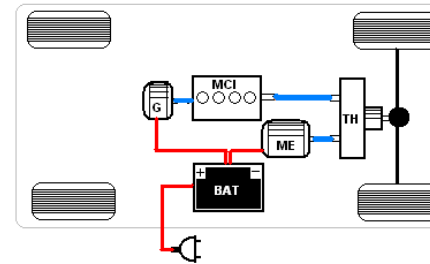




# Dos híbridos aos eléctricos



A caminho da maior economia

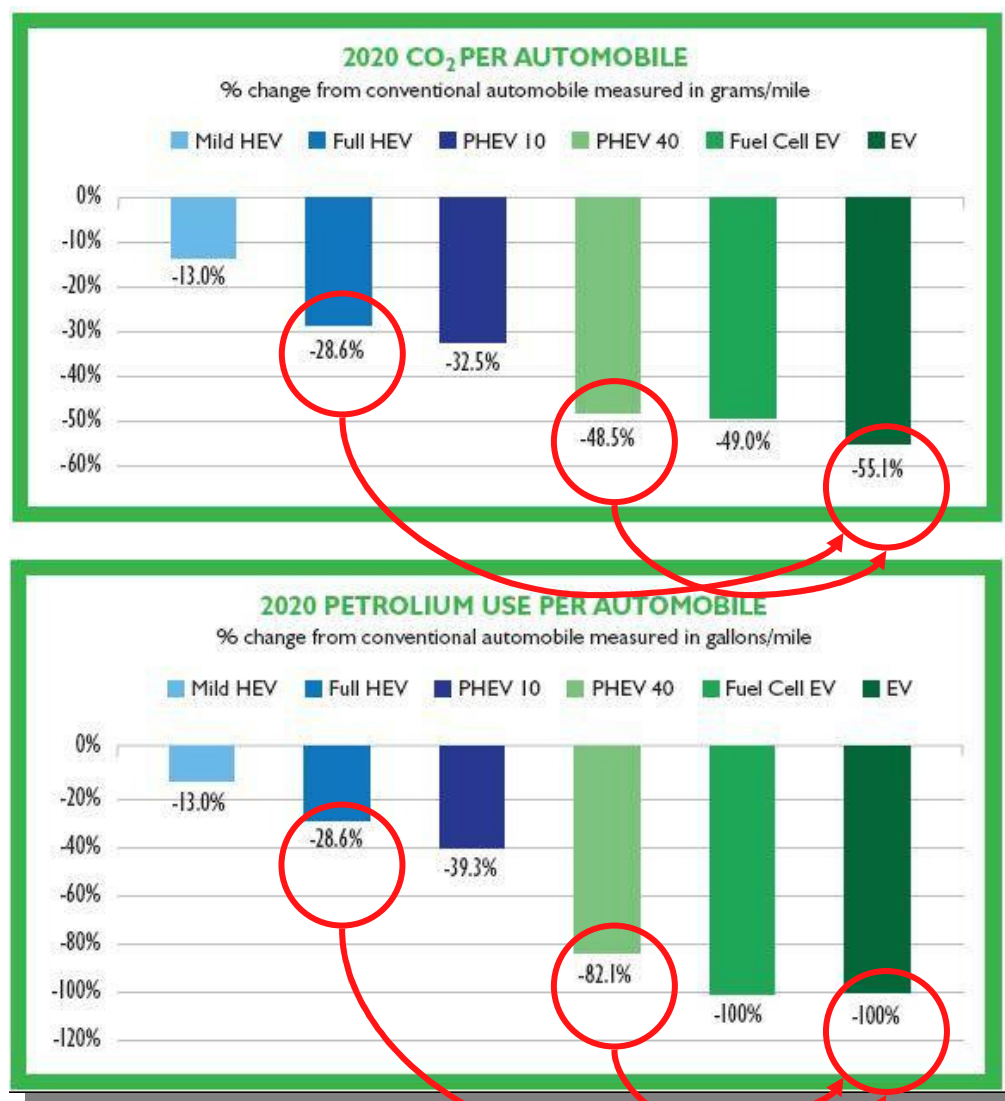


Menor complexidade  
maior sustentabilidade

Dos HEV aos VE – BEV



## Os HEV e PHEV como soluções de transição



Além dos ganhos significativos em termos de emissões e de consumo, ao passar de um HEV ou até de um PHEV 40 para um EV, ganha-se em simplicidade e em custo

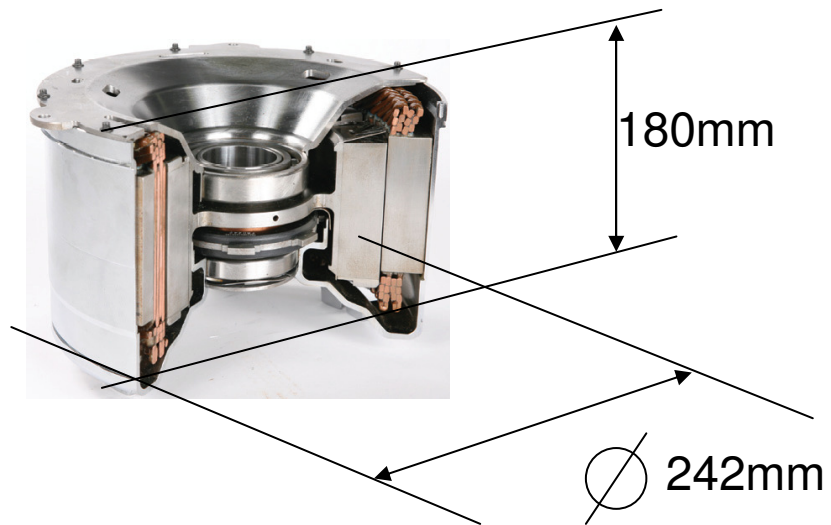
Electric Drive Transportation Association (EDTA)



# O notável mundo dos motores eléctricos



HVH250 HT  
High Flow Cooling  
Remy International, Inc



43Kg

Potência (em contínuo)

**100 kW (134 cv)**

Potência de pico

150kW

Binário (em contínuo)

**440 Nm**

Binário de pico

460 Nm

Eficiência **93%** das 1500rpm às 8000rpm



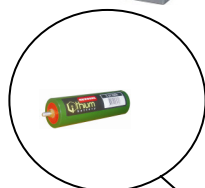
## O perturbador mundo das baterias



- **As baterias:**
  - São caras
  - Ocupam muito espaço e pesam muito
  - Não têm autonomia suficiente
  - Têm uma vida útil limitada
  - Contêm materiais tóxicos
  - Dependem de matérias-primas escassas
  - Demoram muito tempo a carregar



## Baterias para VE's: do Pb-ácido ao ião-Li

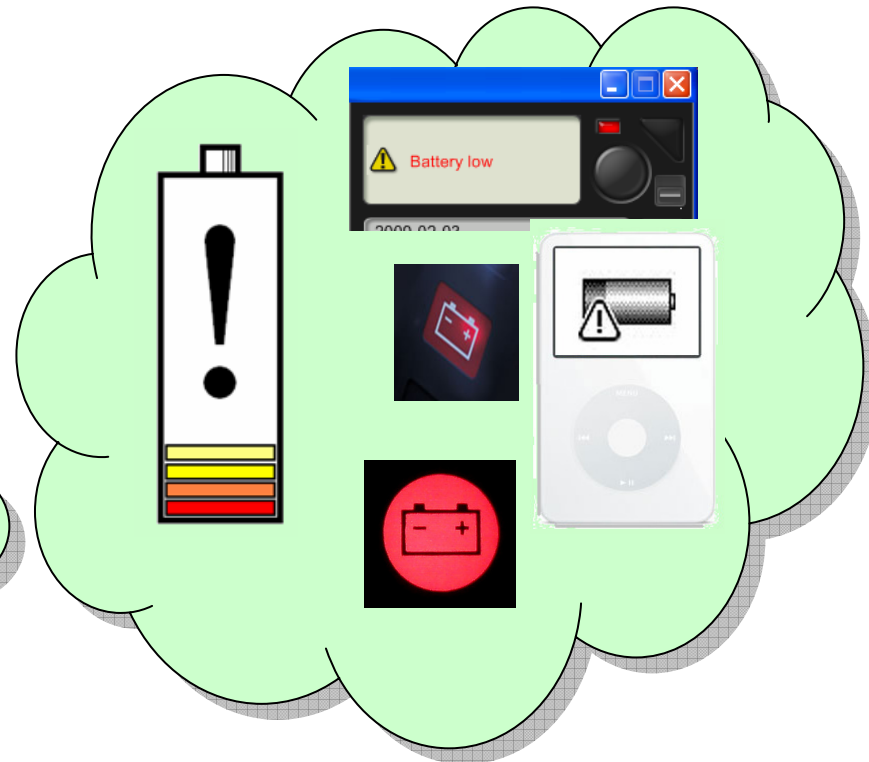




# A bateria como obsessão

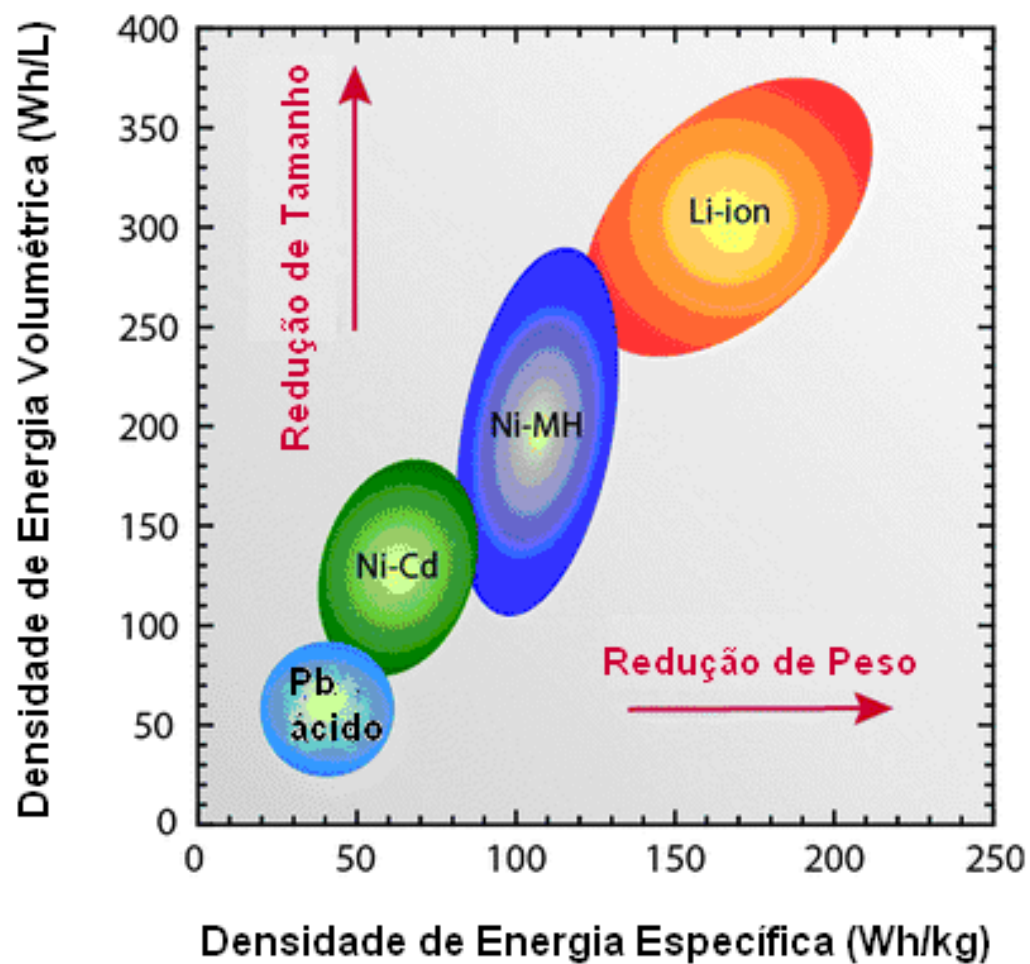


- Quando:
  - *O carro não arranca*
  - *O telemóvel se desliga*
  - *O telecomando não actua*
  - *O MP3 não funciona*
- o primeiro diagnóstico é:
- “Ficou sem bateria!”



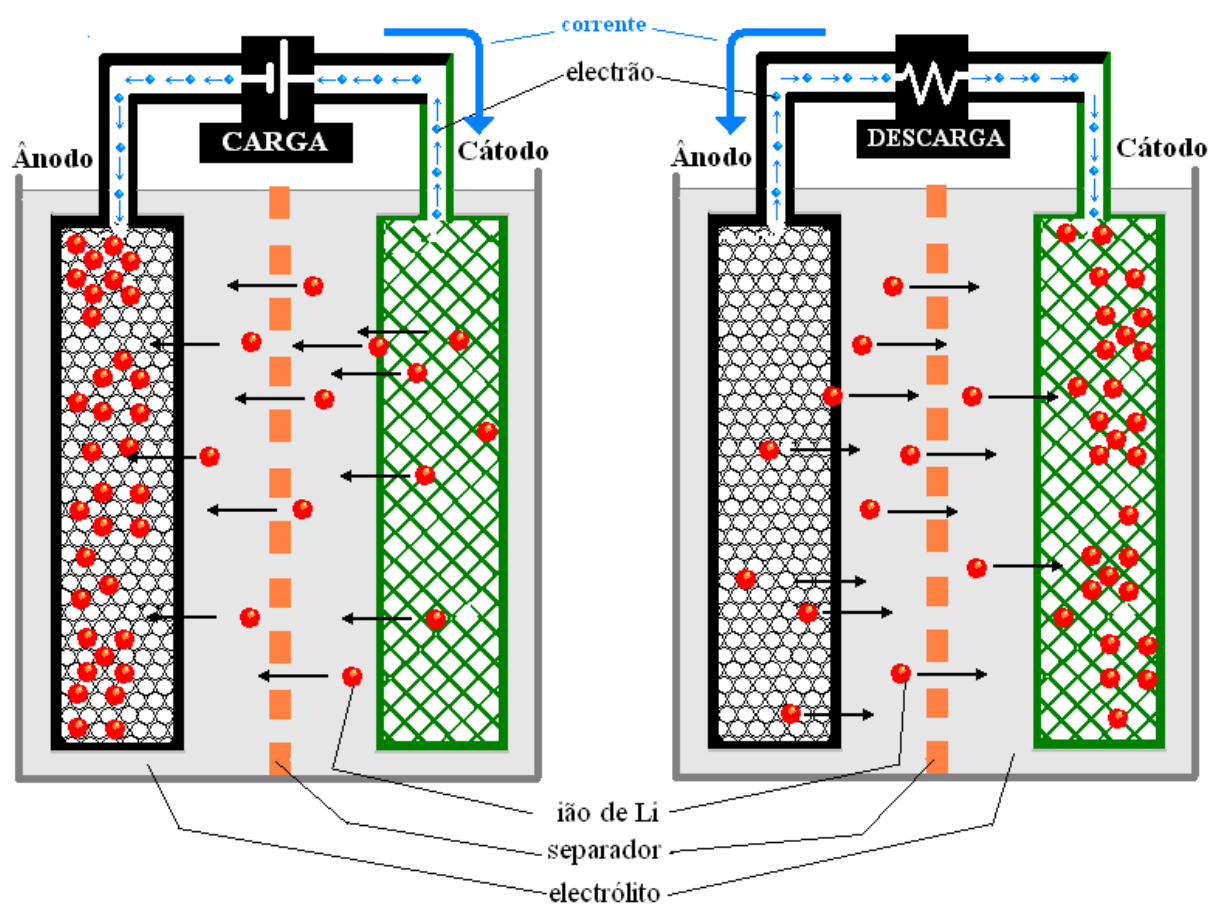


# TECNOLOGIA ião-Li: no topo da performance



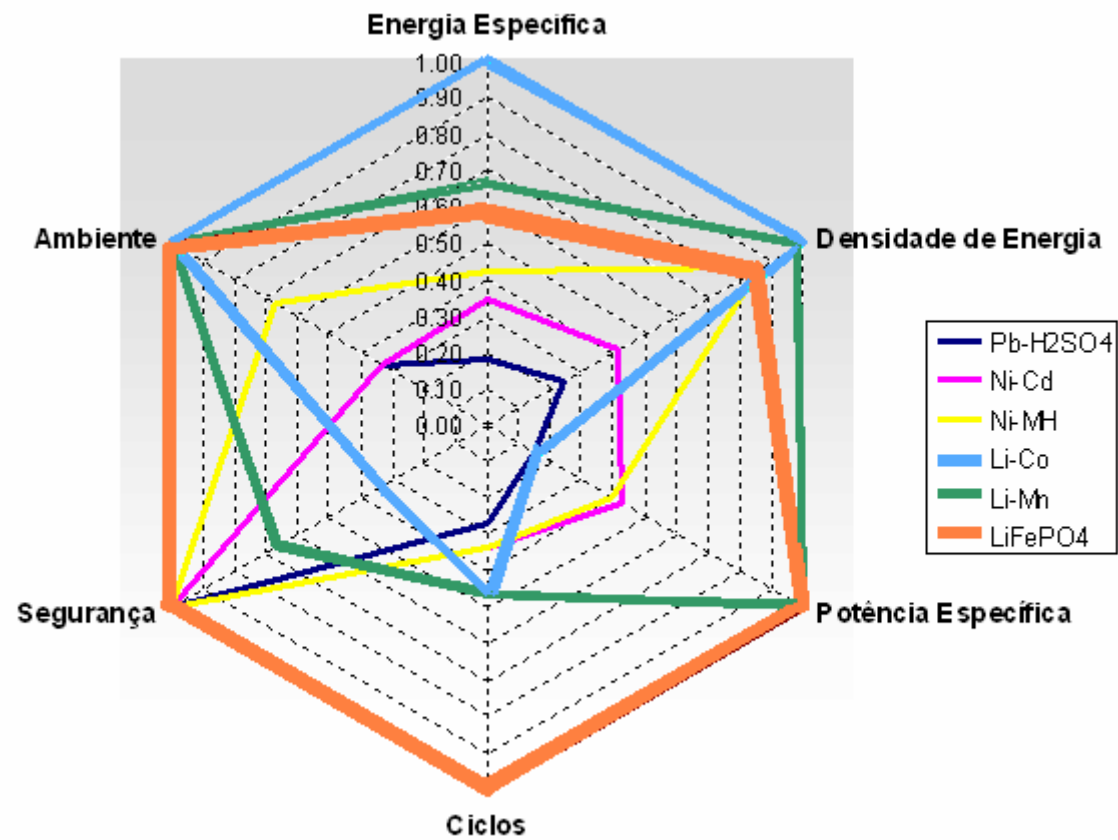


# Princípio de funcionamento da bateria de íão-Li



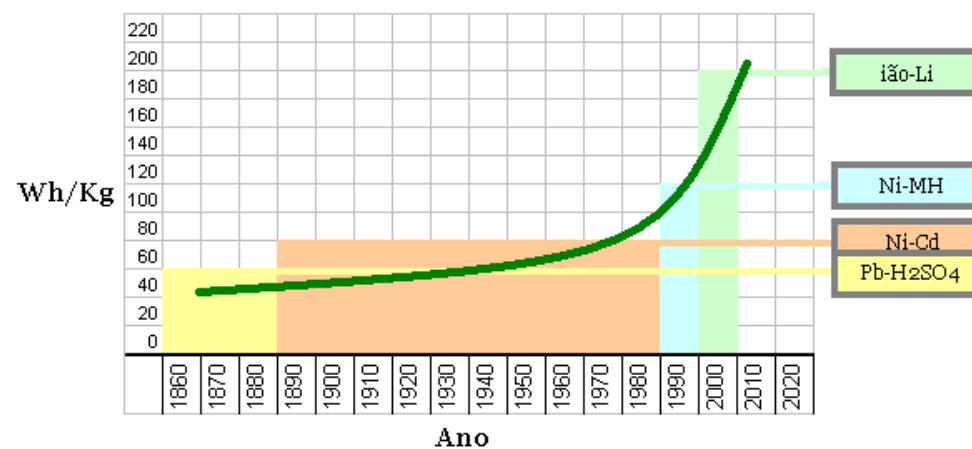
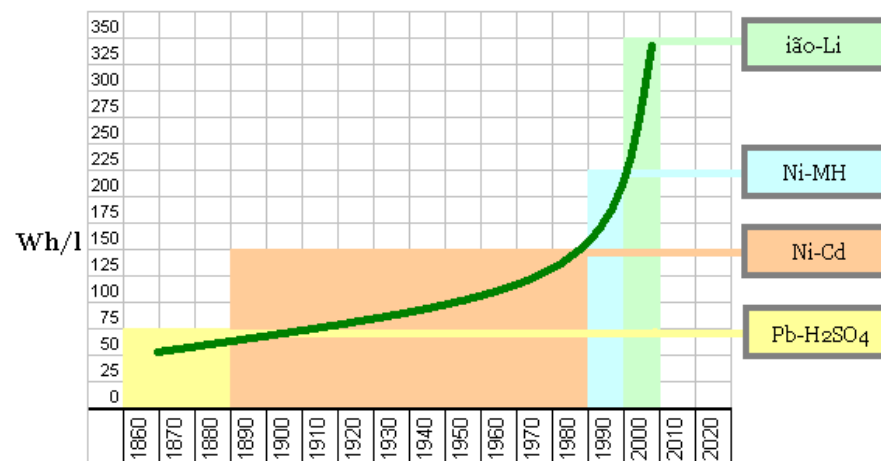


# Comparação de Tecnologias



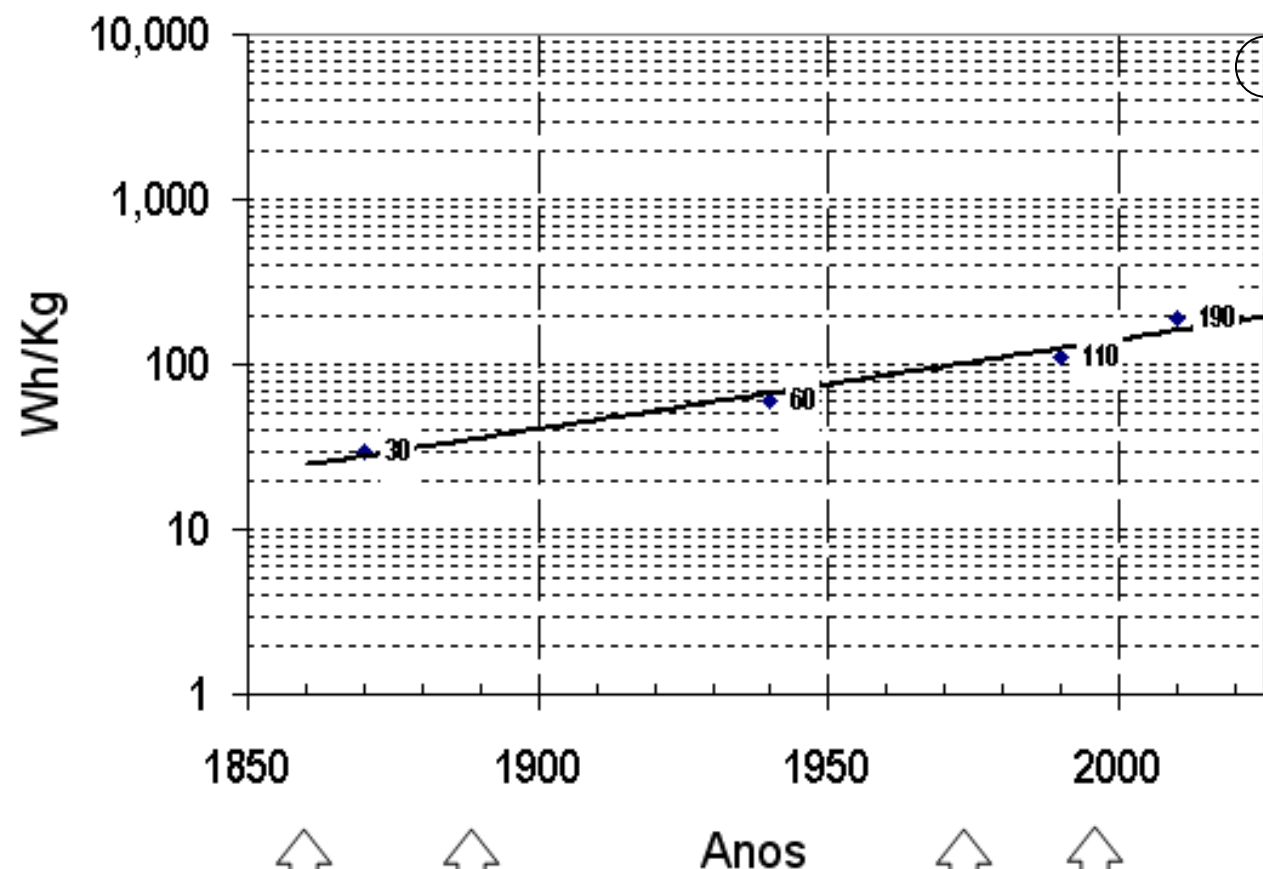


# Aumento exponencial da densidade de energia





# Evolução Tecnológica das Baterias



Introdução das  
várias  
tecnologias

Pb/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Ni-Cd

Ni-MH

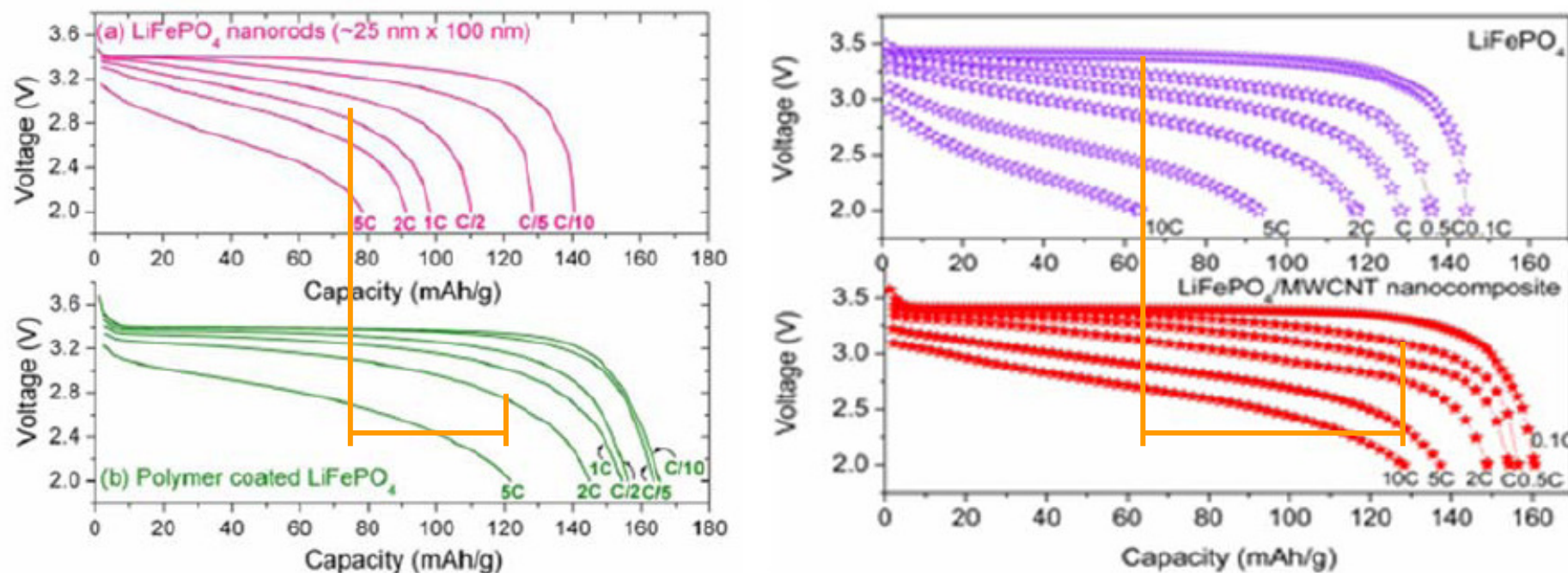
ião-Li



Li-ar  
(5,200 wh/Kg)



## Baterias de íão-Li na fronteira das novas áreas da engenharia: um exemplo



**Figure IV- 6.** (Left) Comparison of the rate capability of  $\text{LiFePO}_4$  nanorods before and after coating with a mixed ionically and electronically conducting polymer. (Right) Comparison of the rate capability of  $\text{LiFePO}_4$  nanorods before and after networking with multi-walled carbon nanotubes (MWCNT).



## Baterias de ião-Li na fronteira das novas áreas da engenharia: outro exemplo



Photo / Donna  
Coveney

Angela Belcher holds a display of the virus-built battery she helped engineer. The battery -- the silver-colored disc -- is being used to power an LED.

### MIT news

New **virus-built battery** could power cars, electronic devices

Anne Trafton, News Office  
April 2, 2009

For the first time, MIT researchers have shown they can **genetically engineer viruses to build both the positively and negatively charged ends of a lithium-ion battery.**

In the latest work, the team focused on building a highly powerful cathode to pair up with the anode, said Belcher, the Germeshausen Professor of Materials Science and Engineering and Biological Engineering. Cathodes are more difficult to build than anodes because they must be highly conducting to be a fast electrode, however, most candidate materials for cathodes are highly insulating (non-conductive).

To achieve that, the researchers, including MIT Professor Gerbrand Ceder of materials science and Associate Professor Michael Strano of chemical engineering, genetically engineered viruses that first coat themselves with iron phosphate, then grab hold of carbon nanotubes to create a network of highly conductive material.



## Baterias de ião-Li na fronteira das novas áreas da engenharia: mais um exemplo



Bing Hu, a post-doctoral fellow, prepares a small square of ordinary paper with **an ink that will deposit nanotubes on the surface that can then be charged with energy to create a battery.**

Replacing the carbon (graphite) anodes found in lithium ion batteries with **anodes of silicon nanowires**, for example, **has the potential to increase their storage capacity by 10 times**, according to experiments

conducted by Cui's team.

*Proceedings of the National Academy of Sciences* in December 2009 ("Highly Conductive Paper for Energy-Storage Devices") and *Nano Letters* in January 2010 ("Stretchable, Porous and Conductive Energy Textiles").



# AUTOSIL:

## Baterias de Li (1)



- A Autosil tem vindo a desenvolver um trabalho continuado na identificação das melhores tecnologias para as baterias dos VE's.
- No domínio das baterias de ião-Li, foram e continuam a ser realizados testes e análises laboratoriais que nos permitem ter um conhecimento bastante completo e permanentemente actualizado da tecnologia
- Além da constituição dos electrodos e em especial dos cátodos, é igualmente importante avaliar os aspectos construtivos das células.
- Uma vez identificada uma tecnologia que, tudo indica, reúne as melhores condições de sucesso para aplicação em VE's, procedemos à:
  - Concepção, projecto e construção de protótipos de baterias para várias aplicações que estão em testes
  - Realização de um estudo de caracterização em colaboração com o

INETI

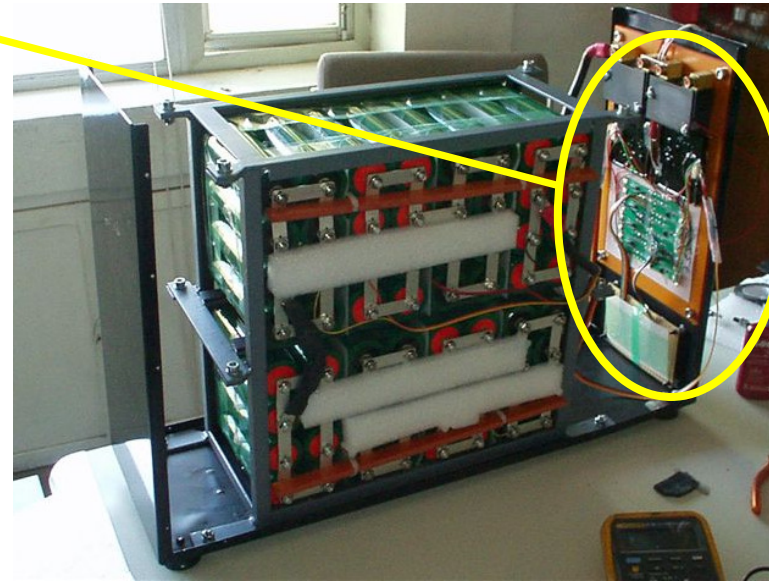


## AUTOSIL: Baterias de Li (2)



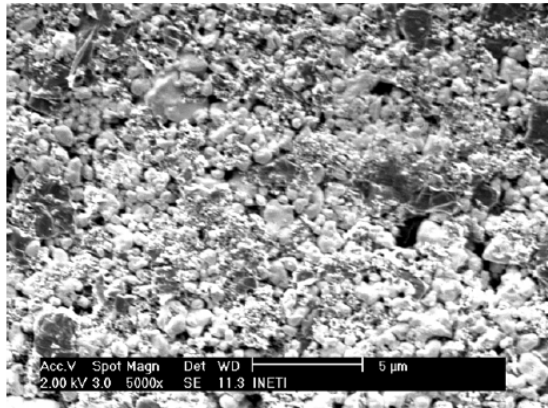
### BMS – Battery Management System

- As baterias de íão-Li requerem um BMS que deve assegurar 3 funções:
  - Igualização das células
  - Monitorização
  - Protecção
- A complexidade acrescida nas aplicações para VE's decorre das potências em jogo e da quantidade de células envolvidas

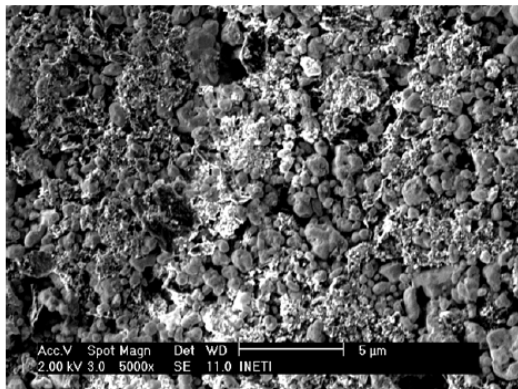




# AUTOSIL: Baterias de Li (3)



**Figura 5:** Micrografia MEV obtida do cátodo de uma bateria não ciclada, mas carregada uma vez, mostrando agregados cristalinos e provável existência de “binder”. Observa-se a presença de microporos.

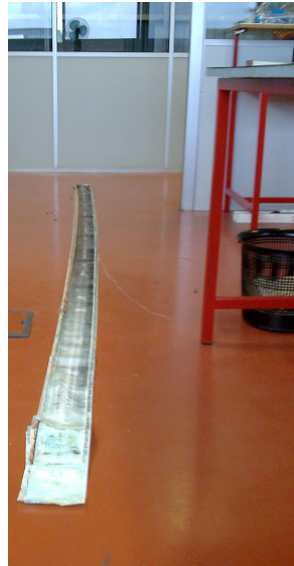


**Figura 6:** Micrografia MEV obtidas do cátodo de uma bateria ciclada mostrando modificação na morfologia.

- No âmbito do trabalho desenvolvido em cooperação com o **INETI** foram realizadas análises de **Microscopia Electrónica de Varrimento** acoplada a EDS (Espectrometria de Dispersão de Energias) e **Difracção de Raios X** a amostras do ânodo e do cátodo em células cicladas e não cicladas.
- Além da **confirmação** de muita informação tratada em literatura científica e industrial relativa a este tipo de células, nomeadamente sobre o recurso à **dopagem do cátodo com catiões** para melhorar a condutividade electrónica, foi possível apontar caminhos para desenvolvimentos futuros.



## AUTOSIL: Baterias de Li (4)



- Concepção, projecto, construção de protótipos e séries experimentais para várias aplicações.
- *Tear-down analysis*: confrontação de várias tecnologias





# Tecnologia ião-Li: testes em vários domínios





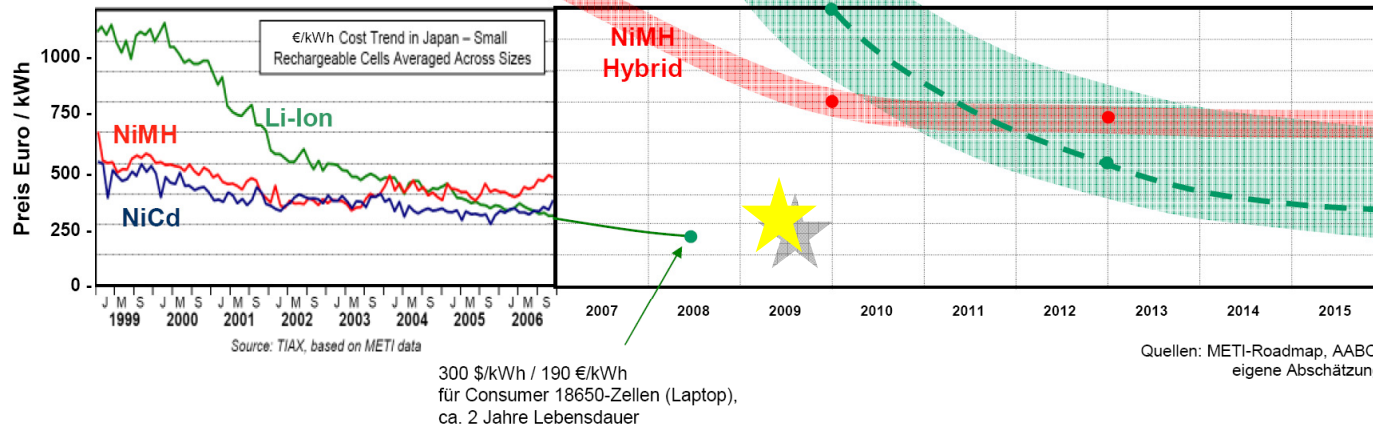
# Previsões de evolução de preço

VOLKSWAGEN  
AKTIENGESellschaft

## Kosten Batteriezellen (Prognose)

**Status**  
**Consumerzellen**  
heute Massenfertigung  
2007: 2,6 Mrd. Zellen  $\approx$  13 GWh

**Prognose**  
**Automotivezellen**  
heute Versuchsbau bzw. Pilotfertigung,  
erste Serienfertigung 2009/10,  
Massenfertigung nach 2015



**Batteriekosten sind die größte Hürde für einen Markterfolg von EV.**



Em Fev 2007 a GM  
estimava que a bateria do  
Volt custasse 20,000 USD

Agora está em 14,000  
USD e prevê-se que chegue  
aos 5,000 USD com o  
aumento da produção

WardsAuto.com

Mar 30 2009 10:05 AM

Renault's EV business  
plan envisions batteries  
costing less than  
€300/kwh in 2012, with a  
lifetime of eight years and  
a range of 62 miles



## Investimentos na industrialização de baterias de ião-Li



- Desde Out de 2008 até Fev de 2010:
  - 23 empresas
  - EUA, Japão, Coreia do Sul, R P China, Taiwan, Alemanha, França, Russia
  - 12,981 milhões USD

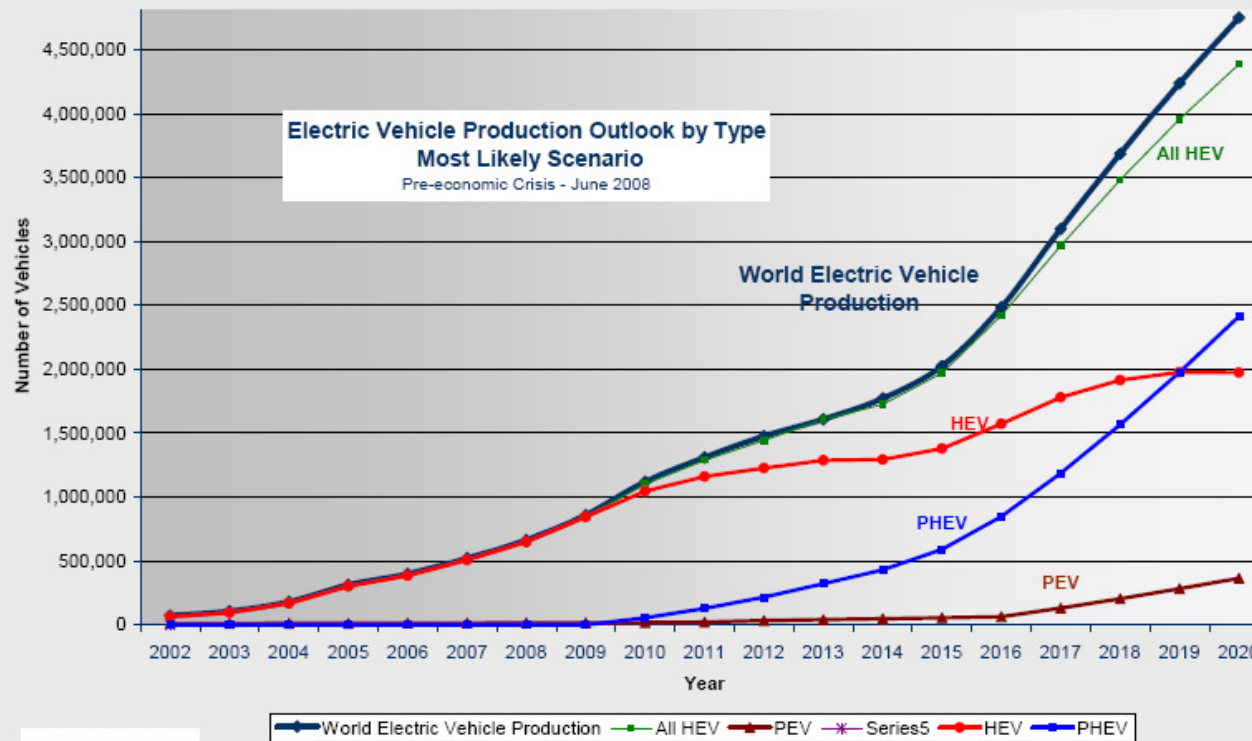


# Previsões de procura de baterias para HEV, PHEV e PVE



## Electric Vehicle Production Outlook by Type

TRU's Pre-Economic Crisis Forecast



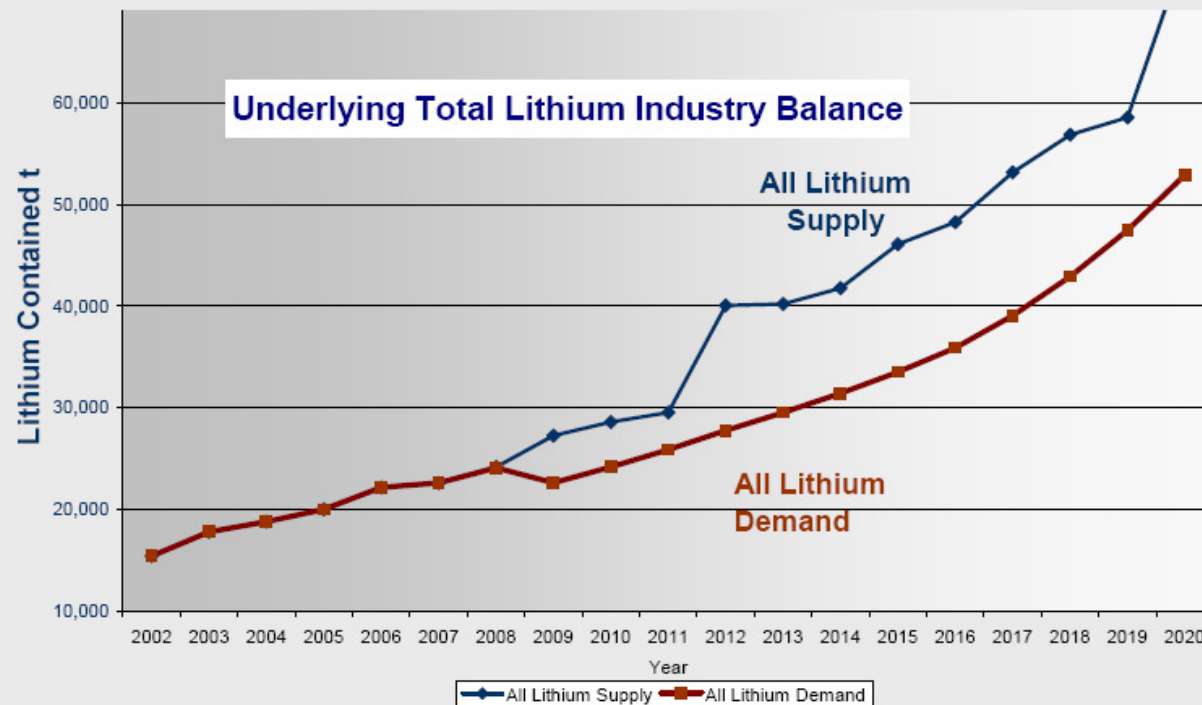
Jan 26, 2009 Santiago Slide 12



# Lítio: oferta e procura



## All Lithium Supply-Demand



Jan 26, 2009 Santiago Slide 19



FT.com / UK - Electric car comes of age in Geneva - Windows Internet Explorer

http://www.ft.com/cms/s/0/21dbc7f0-27f6-11df-9598-00144feabdc0.html

Ficheiro Editar Ver Favoritos Ferramentas Ajuda

Favoritos Sites Sugeridos

FT.com / UK - Electric car comes of age in Geneva

FT.com UK

FINANCIAL TIMES

FT Home > UK

Front page  
World  
Companies  
Markets  
Markets Data  
Funds data  
Lex  
Comment  
Video & Audio  
Management  
Business Education  
Personal Finance  
Arts & Leisure  
Wealth  
In depth  
Special Reports  
Services & tools

**Electric car comes of age in Geneva**

By Richard Milne  
Published: March 5 2010 02:00 | Last updated: March 5 2010 02:00

**Gapper Blog (Richard Milne):** Every car show needs a narrative and this year's industry jamboree in Geneva looks like the time when the electric car came of age. Some manufacturers such as Renault are still showing concept electric cars but the main message from chief executives in Geneva is that full-electric cars are no longer a pipe dream, but are coming to the market.

Perhaps the most ambitious of all is a relative laggard at the moment: Volkswagen. At a glamorous event with Justin Timberlake no less (not singing though, fortunately or not, depending on your taste), Martin Winterkorn, VW's ultra-Teutonic chief executive, unveiled plans for the German group to become the leading electric carmaker in the world by 2018. By my reckoning, he estimates VW will sell about 240,000 electric cars by then. The big news is that VW will make an electric version of its best-selling Golf hatchback.

But for an even longer-term bet few could beat Daimler. The German luxury carmaker hasn't had a good crisis but seems to be in a more buoyant mood now. It has signed a deal with BYD, the Chinese battery maker in which Warren Buffett has a stake, to produce an electric vehicle just for the Chinese market. Dieter Zetsche, its chief, told me that the world can't stop the 1bn-plus Chinese getting cars but to save the planet these vehicles could not be petrol or diesel. It seems to make eminent sense but I doubt Daimler will be the only carmaker coming up with ideas of this kind. In fact, with the lack of infrastructure for electric cars still provoking a chicken-and-egg kind of debate, I'm not sure being an early mover will necessarily confer huge advantages - see the Toyota Prius for how that might be the case with hybrids, too. I also foresee that electric cars' zero-emission claims will come in for some scrutiny as the implication for electricity use rises - and

FT MONEY GYM

Try an FTMoney Gym virtual workout to learn more about alternative personal investment strategies. New workouts include spread betting, covered warrants, CFDs and ETFs

More

VIEW FROM THE MA

Marc Faber  
Editor of the Gloom, Boom and Doom Report

We live in FINANCE

LATEST HEADLINES

Iraq PM doesn't fear return of violence

Internet

Concluído

Iniciar

Inbox - Microsoft Out... 1 Reminder Microsoft Excel - Dire... FT.com / UK - Electric...



“...the main message from chief executives in Geneva is that full-electric cars are no longer a pipe dream, but are coming to the market...”



## Além das reservas, a reciclagem



LiFePO<sub>4</sub> : Plug-Hybrid Electric Vehicle Prototype  
Recovered (green) vs. Treated Material (blue)

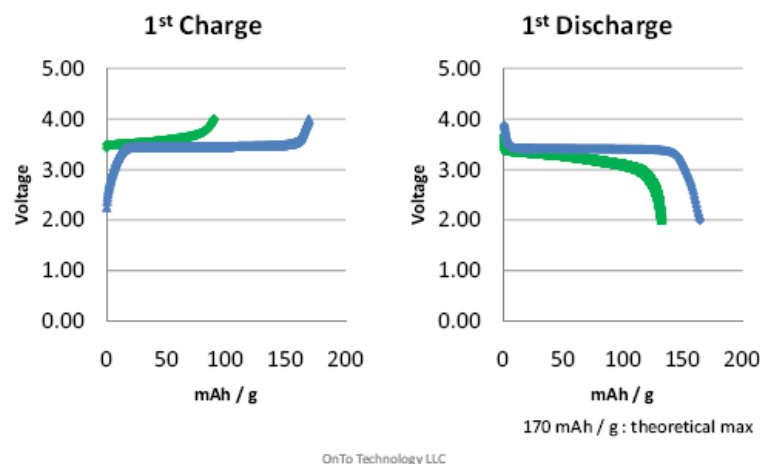


Figure 1. The first charge and discharge cycles for recovered LFP and treated LFP. The treated material cycles with specific capacity nearly equal to the theoretical level.

**Cradle to Cradle Battery Materials**  
Kyle Kotaich and Steve Sloop  
OnTo Technology LLC  
63221 Service RD STE F  
Bend, Oregon 97701

*“The recycled material was treated utilizing proprietary methods and electrochemical measurements were made”.*

**Recycled LiFePO<sub>4</sub> Specific Capacity**  
low cost treatment  
improves performance to theoretical maximum

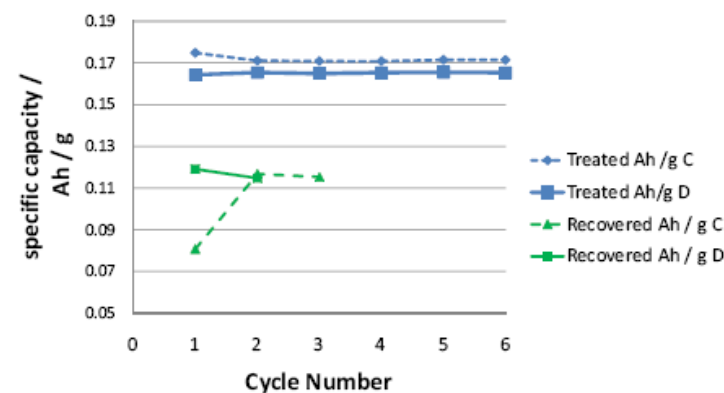
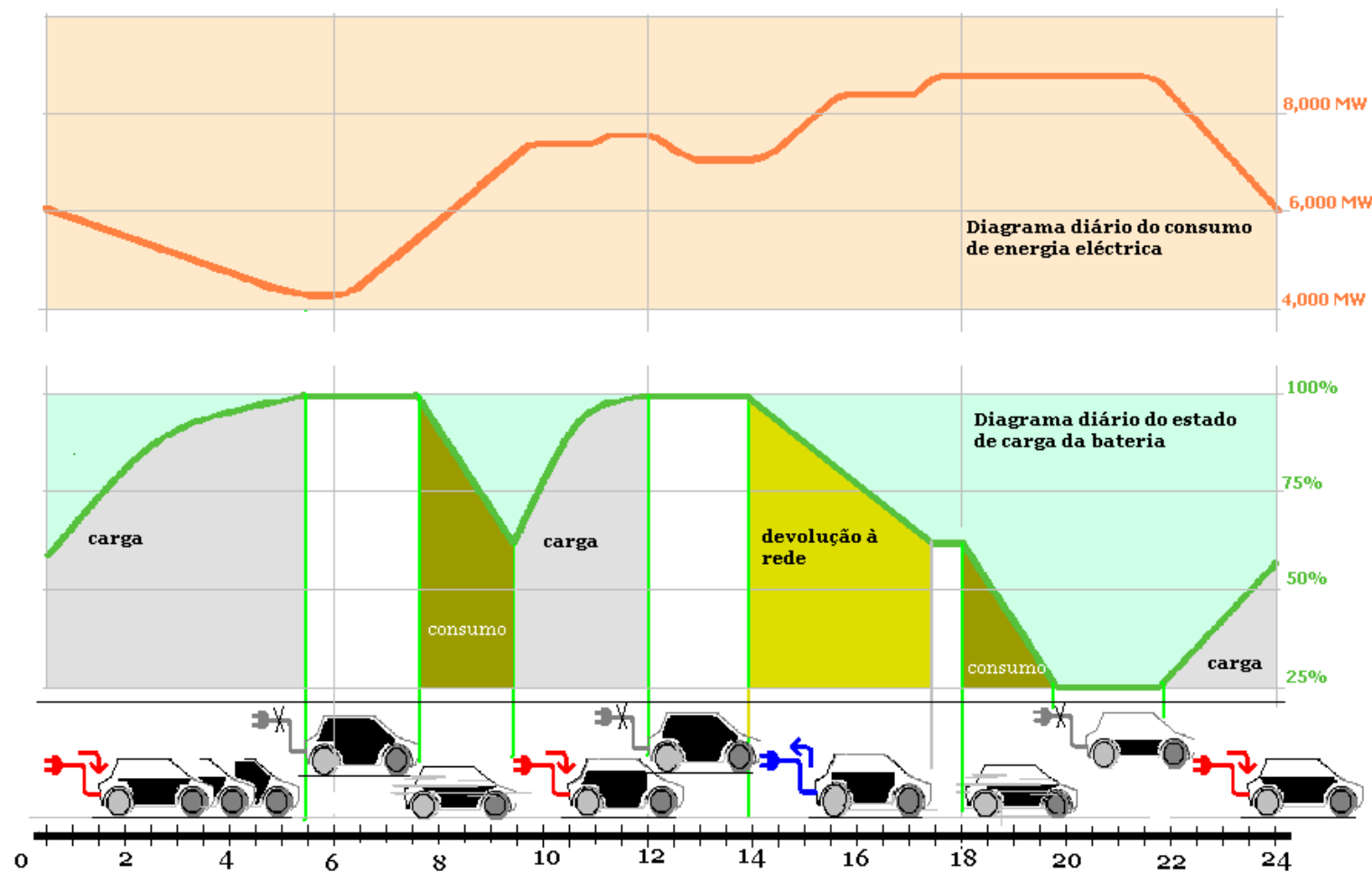


Figure 2. The specific capacity plotted against cycle number for recovered LFP and treated LFP. The treated material cycles with specific capacity nearly equal to the theoretical level.



# V2G: «VE, um bom amigo rede eléctrica»





## V2G – apenas uma das vertentes de um novo patamar tecnológico



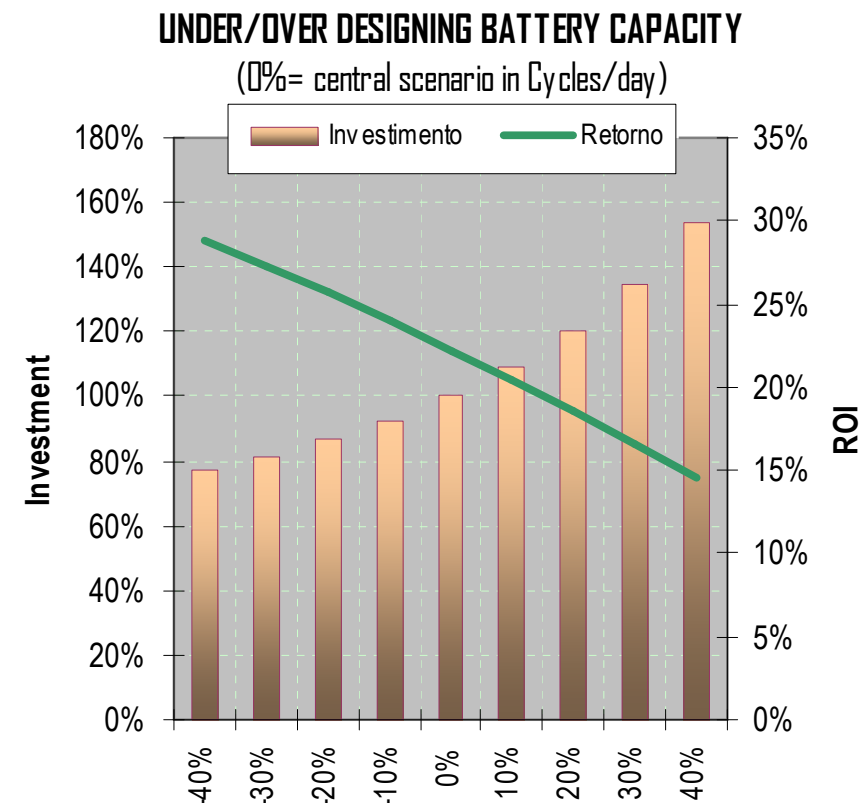
- Novo patamar tecnológico de conectividade e interacção na tecnologia automóvel:
  - GPS+actualização de mapas em *opensource* através da recolha de dados dos utilizadores + bases de dados actualizadas com radares de velocidade + esquemas de seguros dinâmicos com preços variáveis em função da informação recolhida pelo GPS + *car-sharing*...
  - Um standard de tecnologia *wi-fi* para veículos, *Dedicated Short Range Communication* (DSRC), para facilitar novas funcionalidades no **V2V**, *Vehicle-to-Vehicle network* (informações de tráfego + alertas automáticos de travagens súbitas + acidentes nas proximidades por transmissão automática de sinal de actuação de *air-bags*) e **V2I**, *Vehicle-to-Infrastructure* (comunicação com portagens, gestão de estacionamento, semáforos)



# As frotas de utilização urbana como primeiros utilizadores



- Porque:
  - Permitem uma optimização do dimensionamento das baterias;
  - Porque têm percursos controlados e/ou pré-determinados;
  - Porque evidenciam melhor as vantagens da *emissão zero*;
  - Porque os percursos urbanos, traduzindo-se numa velocidade média inferior, permitem maiores economias;
  - Porque optimizam a criação de infraestruturas;
  - Porque, socialmente, têm um efeito demonstrador;





# A conversão é uma opção muito séria!



U.S. Postal Service to test a repurposed electric vehicle fleet - washingtonpost.com - Windows Internet Explorer

http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/03/03/AR2010030304085.html

Ficheiro Editar Ver Favoritos Ferramentas Ajuda

★ Favoritos Sites Sugeridos

Jornal de Negócios Online U.S. Postal Service to te... Copy an image of a window...

Sign In | Register Now

**The Washington Post** TODAY'S NEWSPAPER  
Subscribe | PostPoints

**A Fidelity IRA can help you take control** Get started  
• More investment choices • Free guidance • Rollover Specialists to help you  
Investing involves risk, including risk of loss. Fidelity Brokerage Services

NEWS POLITICS OPINIONS BUSINESS LOCAL SPORTS ARTS & LIVING GOING OUT GUIDE JOBS

SEARCH: go | Search Archives

washingtonpost.com > Business > Local Business

» THIS STORY: READ + | Comments

**U.S. Postal Service to test a repurposed electric vehicle fleet**

By [Nicole Norfleet](#)  
Washington Post Staff Writer  
Thursday, March 4, 2010

Whether it was delivering packages via locomotive or launching [3,000 letters](#) inside a guided missile, the U.S. Postal Service has always pushed the envelope when it comes to transportation.



Advertisement

LIVE POSITIVELY Coca-Cola

Join us in our continuing commitment to



## U.S. Postal Service

By [Nicole Norfleet](#)

Washington Post Staff Writer

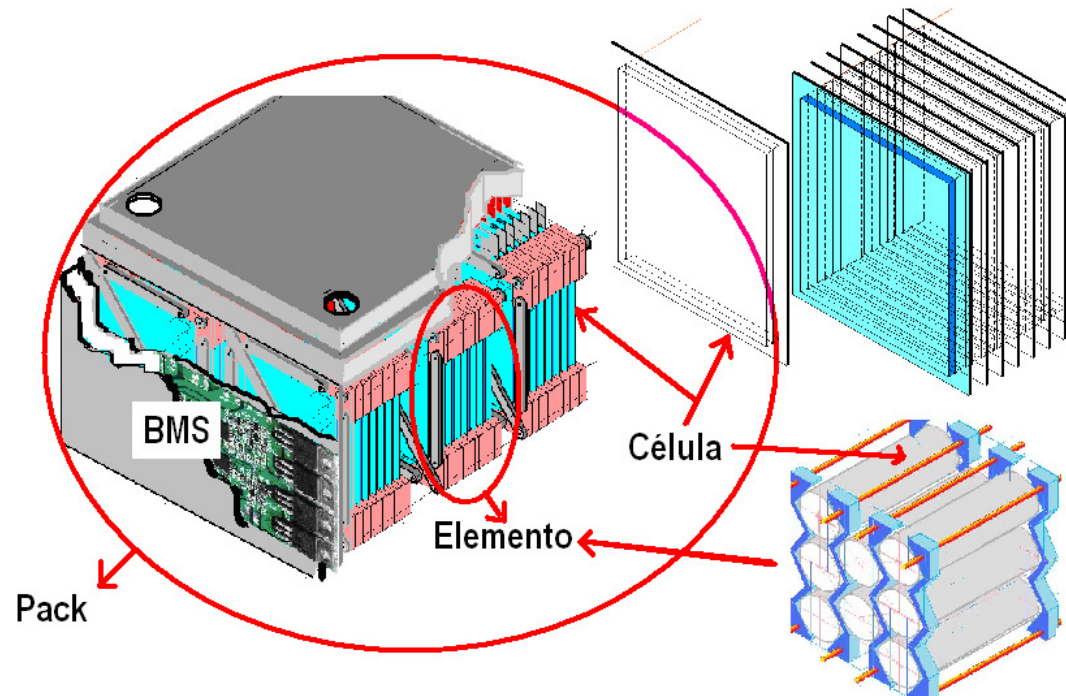
Thursday, March 4, 2010

Whether it  
locomotive  
inside a guid

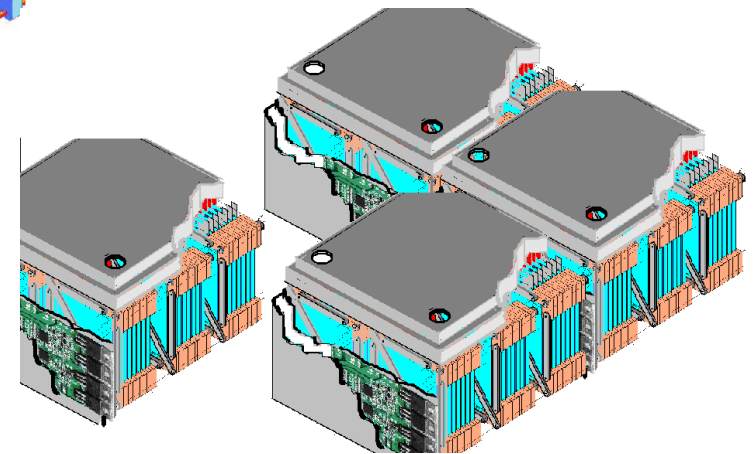
“...In December, Rep. José E. Serrano (D-N.Y.) announced an “e-Drive” bill that would give \$2 billion to the Energy Department and Postal Service to convert 20,000 mail trucks into electric vehicles”



# Da Célula à Bateria

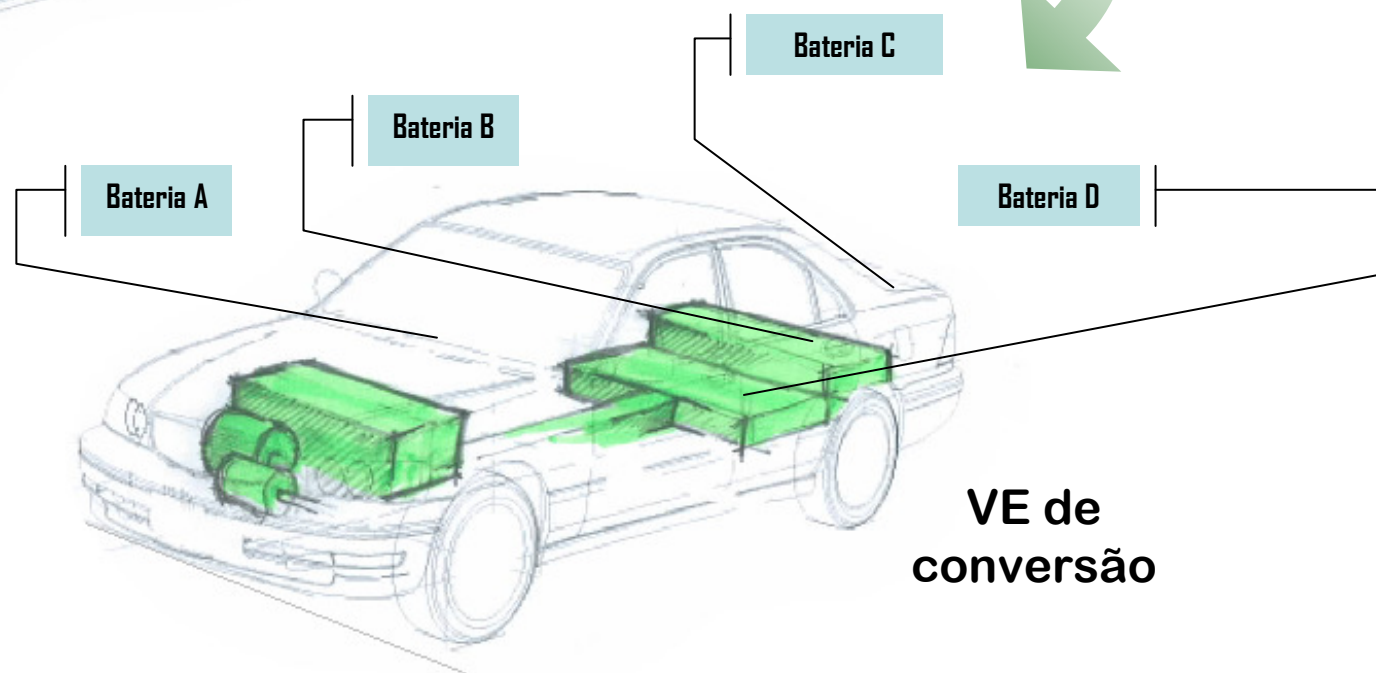
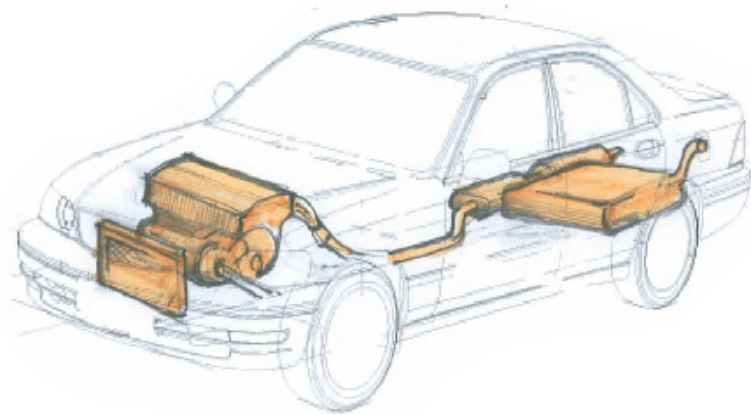


Diferentes tecnologias a montante (células) permitem o desenvolvimento de múltiplas soluções finais





VE a converter com MCI







**Exemplo de conversão de um veículo convencional em VE**  
**Objectivo da AUTOSIL:**

**Demonstrar a viabilidade técnica e económica da  
conversão**

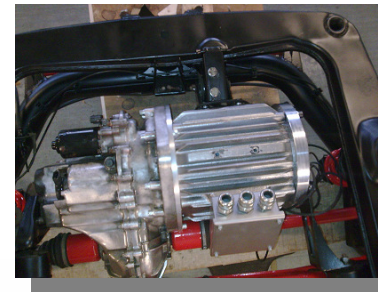


# Smart I win!

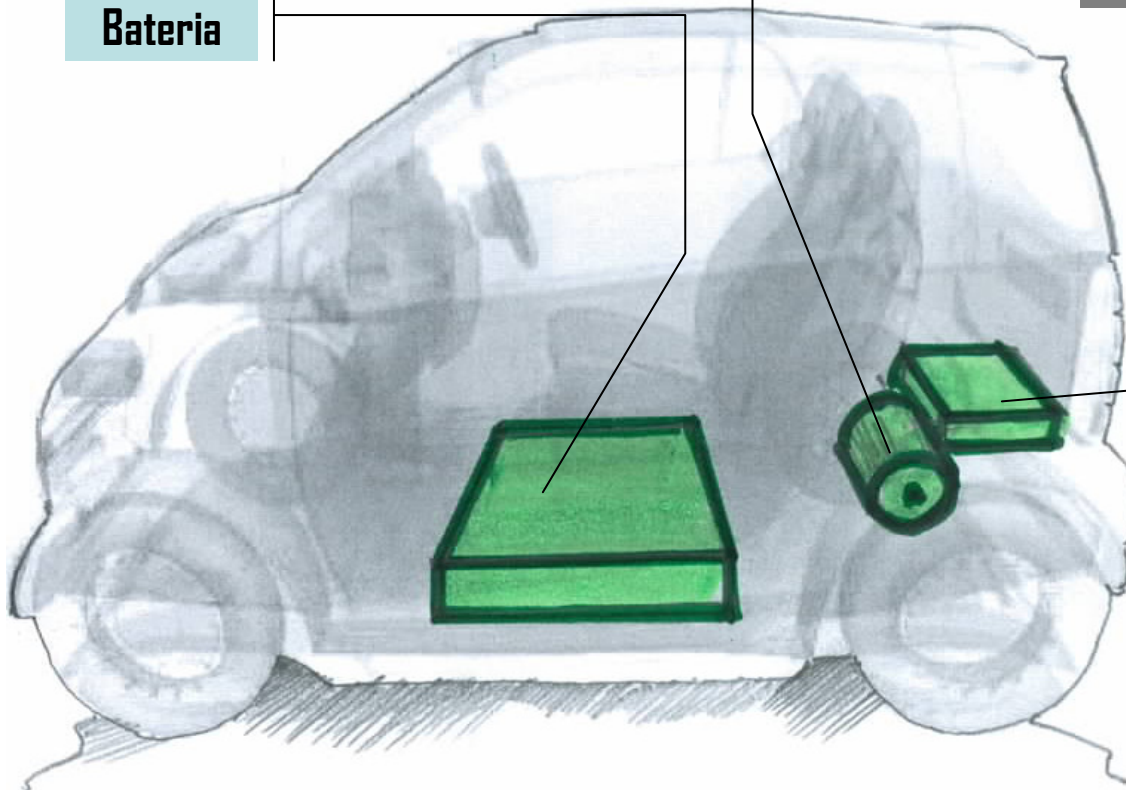


**Bateria**

**Motor  
Eléctrico**



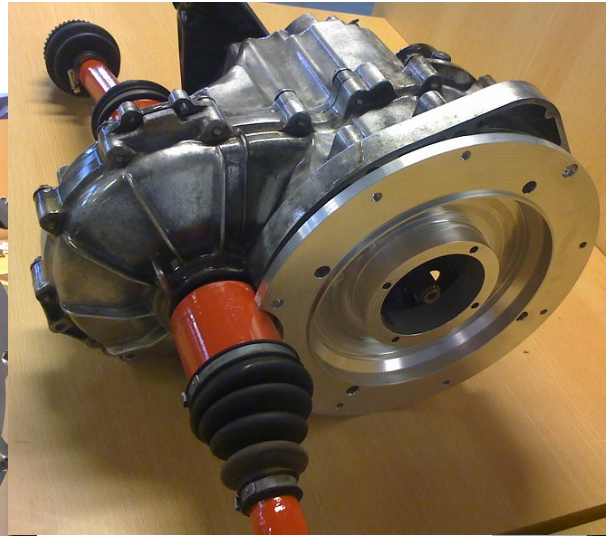
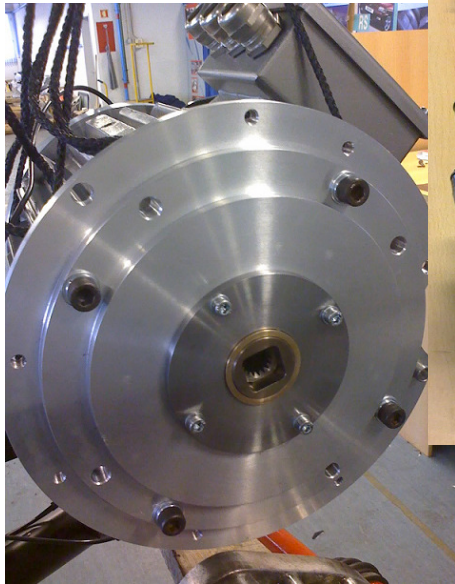
**Controlador**



**AUTOSIL**



## Smart “I win!” (1)



A adaptação da caixa de velocidades/diferencial para montagem do motor eléctrico





## Smart “I win!”: a bateria de ião-Li da AUTOSIL (2)



A.SILVA – ICI, SA AUTOSIL





## Smart “I win!”(3)



e dos Transportes Terrestres, I.P.

SA AUTOSIL





## Smart “I win!”: Ficha Técnica (4)



**Propriedade e Conversão** A. A. Silva – Imóveis  
Comércio e Indústria, S.A

**Local** Paço de Arcos, Portugal

**Veículo Base** Smart MC01 599cm<sup>3</sup> 40kW (1999) com  
117905km; 2 lugares; Tara (peso em vazio): 795kg

**Veículo Convertido** Smart Iwin! VE – Veículo Eléctrico  
20kW (2009) 2 lugares Tara (peso em vazio): 790kg

**Motor** Motor Eléctrico AC 3ph 7.5kW – 25kW Refrigeração  
a ar; veio, bobinagem, tampas e rolamentos  
adaptados. Acoplamento directo à caixa de velocidades

**Transmissão** Caixa e diferencial originais. Relação fixa  
motor-rodas: 5.625:1

**Controlador** AC 20kW

**Bateria** 5kWh AUTOSIL ião-Li

**Tensão** 96V / 12V c/DC-DC

**Carregador** Embarcado 30 – 40A (a instalar)

**Instrumentação** Original. A expandir com comunicação  
directa ao controlador (CAN-BUS).

### DESEMPENHO – DADOS PROVISÓRIOS

**Velocidade máxima** 110km/h

**Autonomia** 40 – 100km Dependendo das condições de  
utilização.



A nova versão, Fevereiro de 2010  
tem um ganho de 80% em termos de  
densidade de energia (Wh/l)







[www.autosil.pt](http://www.autosil.pt)

Obrigado