

# As Baterias dos Primeiros Carros Híbridos

## 3. Níquel – Hidreto Metálico (NiMH)

**Ânodo:** composto intermetálico capaz de se ligar ao H.

**Cátodo:** NiOOH.

Electrólito alcalino, geralmente KOH.

*Pode ter 2 a 3 vezes a capacidade de uma pilha do mesmo tamanho de NiCd.*

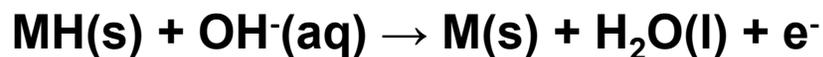
*f.e.m.=1.25 V*

**Reacção Catódica:**



↓  
(Oxihidróxido de Níquel)

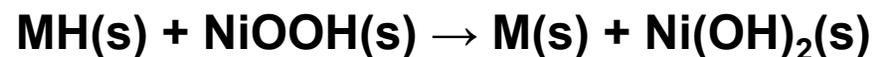
**Reacção Anódica:**



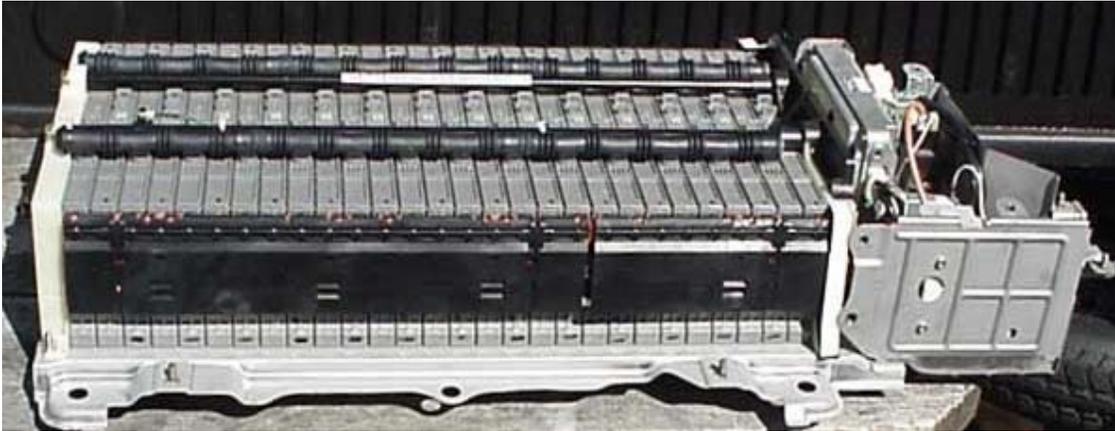
↓  
(Hidreto metálico)

**M:** Composto intermetálico de fórmula **AB<sub>5</sub>**, onde **A** é uma mistura de terras raras (La, Ce, Ne, Pr) e **B** um metal como Ni, Co, Mn e/ou Al.

**Reacção Global:**



## Níquel – Hidreto Metálico (NiMH)



**Toyota Prius**

Localização:  
atrás do banco traseiro

### **Constituição:**

#### 1ª geração :

38 módulos prismáticos de **NiMH** Panasonic

Cada módulo contém 6 células de 1.2 V ligadas em série (228 células)

#### 2ª geração :

28 módulos prismáticos de **NiMH** Panasonic

Cada módulo contém 6 células de 1.2 V ligadas em série (168 células)

*Voltagem nominal: 201.6 V*

*Peso: 53.3 kg*

**Potência de descarga:** 20 kW a 50% de carga. Aumenta com o aumento de temperatura.

Computador dedicado para manter a temperatura e o nível de carga óptimos.

Arrefecimento das baterias: pelo ar da cabine.

## Níquel – Hidreto Metálico (NiMH)



**Toyota Highlander  
e  
Lexus RX 400h**

Localização:  
por baixo dos bancos traseiros

*18% mais pequena que a  
**NiMH** do Prius, mas fornece  
potência 40% superior.*

### **Constituição:**

240 células

Voltagem nominal: 288 V convertidos pelo *boost* em 500 V

Cada módulo tem o seu próprio sistema de controlo e arrefecimento. A performance do arrefecimento reduz perdas de eficiência por aquecimento excessivo. O sistema de controlo mantém o nível de carga constante enquanto o motor está ligado.

## Níquel – Hidreto Metálico (NiMH)



Ford Escape

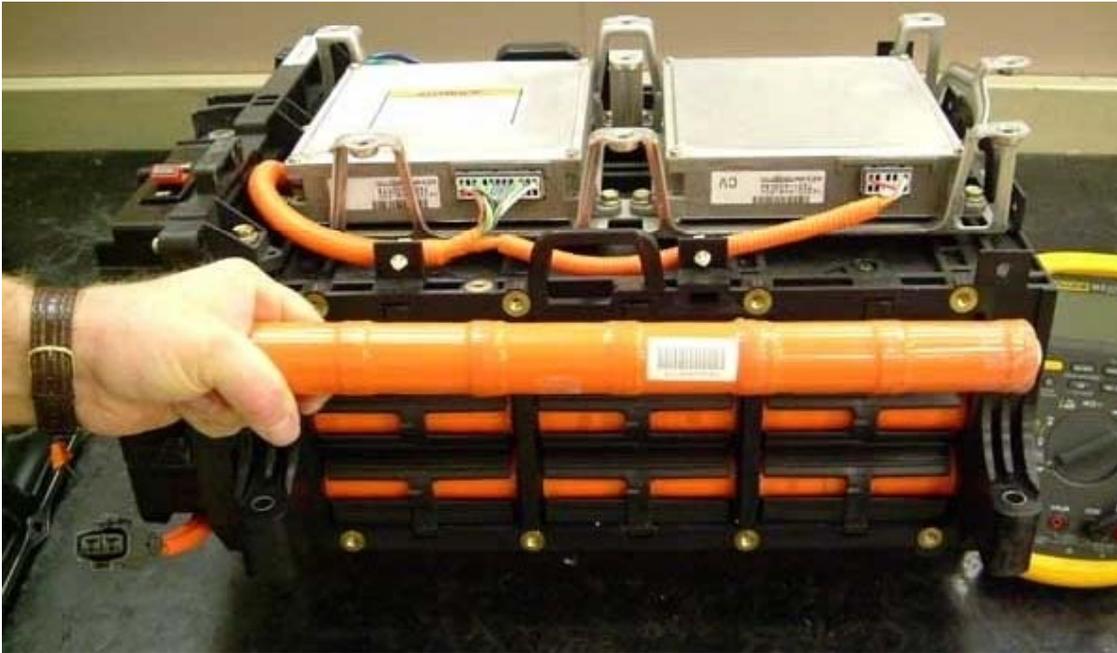
### Constituição:

250 células **NiMH** Sanyo, cada uma com 1.3 V.

Estão soldadas em módulos de 5 células (50 módulos).

Voltagem nominal: 330 V.

## Níquel – Hidreto Metálico (NiMH)



### Honda Insight

Localização:  
Por baixo da bagageira,  
junto da unidade de  
controlo integrada

#### Constituição:

120 células **NiMH** Panasonic, com 1.2 V cada.

Voltagem nominal: 144 V

Tem capacidade para descarga de 100 A , 50 A em carga.

## Níquel – Hidreto Metálico (NiMH)



### Saturn Vue Green Line (GM)

Localização:

Por baixo da bagageira (no espaço que seria para o pneu sobressalente)

Desenhada por Cobasys (EUA)

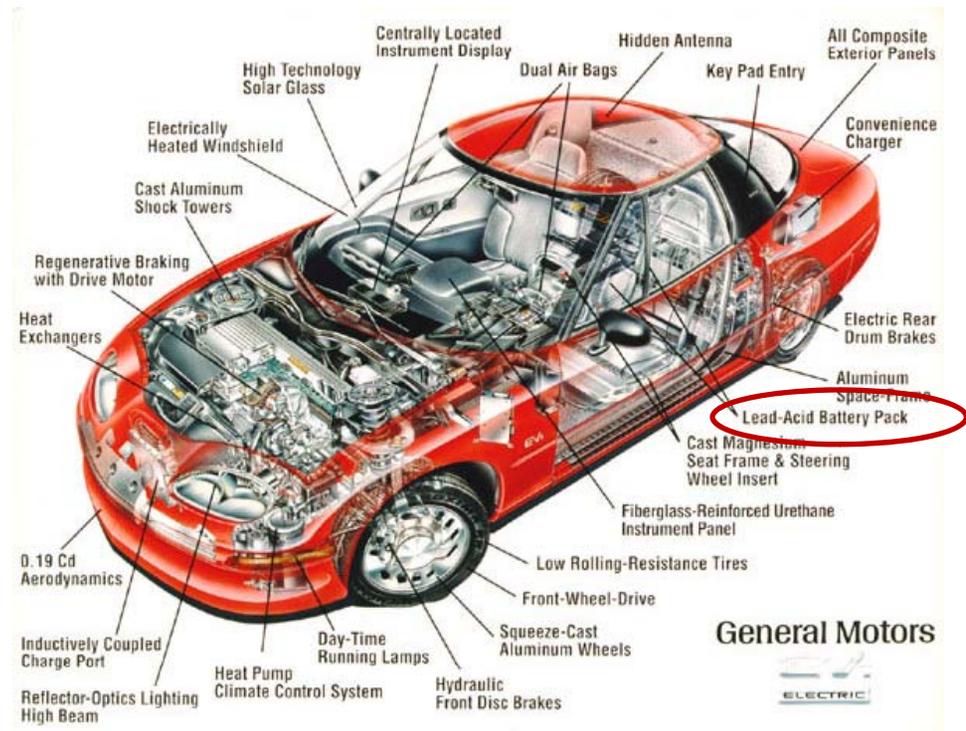
Voltagem nominal: 36 V

Capaz de fornecer 14.5 kW de potência em pico

Potência de 12 V para acessórios e potência para carregar a bateria

# As Baterias dos Carros Híbridos de Hoje e dos Carros Eléctricos

## 4. Pilhas de Ião Lítio



As baterias do **EV1 da GM** (1997) usavam células ácidas de Pb: cada bateria tinha 276 cm e pesava 545 kg.

Com as células de  $\text{Li}^+$  armazena-se a mesma quantidade de energia (16 kWh) num contentor com 173 cm pesando 181 kg.

Têm **densidade de energia** superior a qualquer outro tipo de célula, incluindo as NiMH usadas correntemente.

**É ESTA CAPACIDADE QUE TORNA POSSÍVEIS OS CARROS ELÉCTRICOS.**

## 4. Pilhas de Lão Litio

**Ânodo:** grafite com  $\text{Li}^+$  intercalado

**Cátodo:**  
(compostos de intercalação)

Dióxido de Cobalto:  $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$   $\text{Li}_x\text{C}_6$  - 3.7 V

Níquel-Cobalto-Manganês (NCM):  $\text{LiCo}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$

Níquel-Cobalto-Alumínio (NCA):  $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.2-x}\text{Al}_x\text{O}_2$

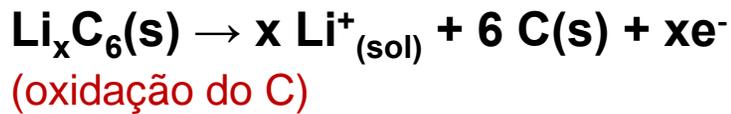
Óxido de Manganês (MnO):  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  - 4 V

Fosfato de Ferro (FePo):  $\text{LiFePO}_4$  - 3.3 V

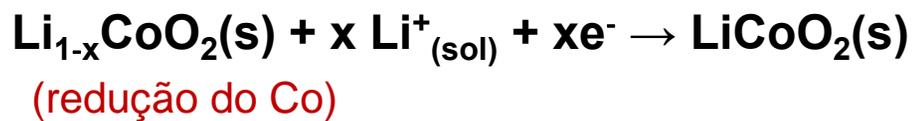
**Parâmetro crítico:**

a velocidade à qual o cátodo pode absorver e emitir iões  $\text{Li}^+$  livres

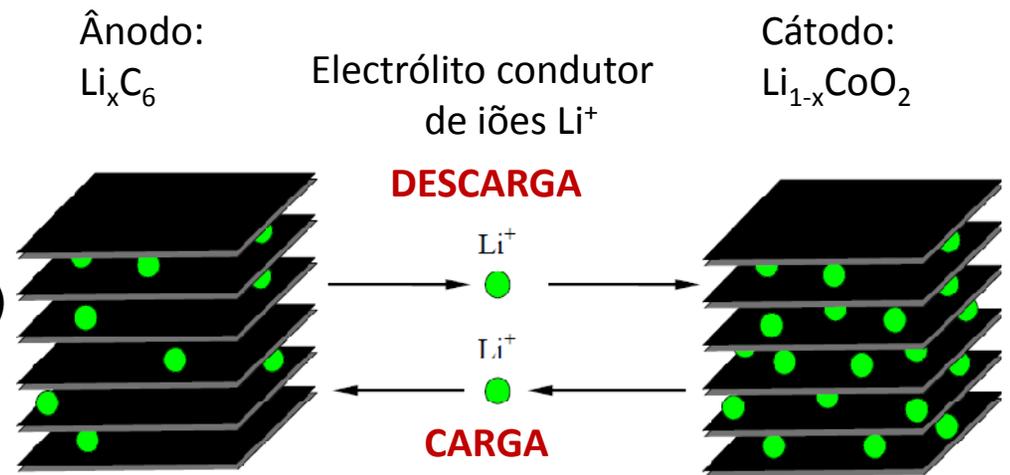
**Reacção Anódica:**



**Reacção Catódica:**



**Reacção Global:**

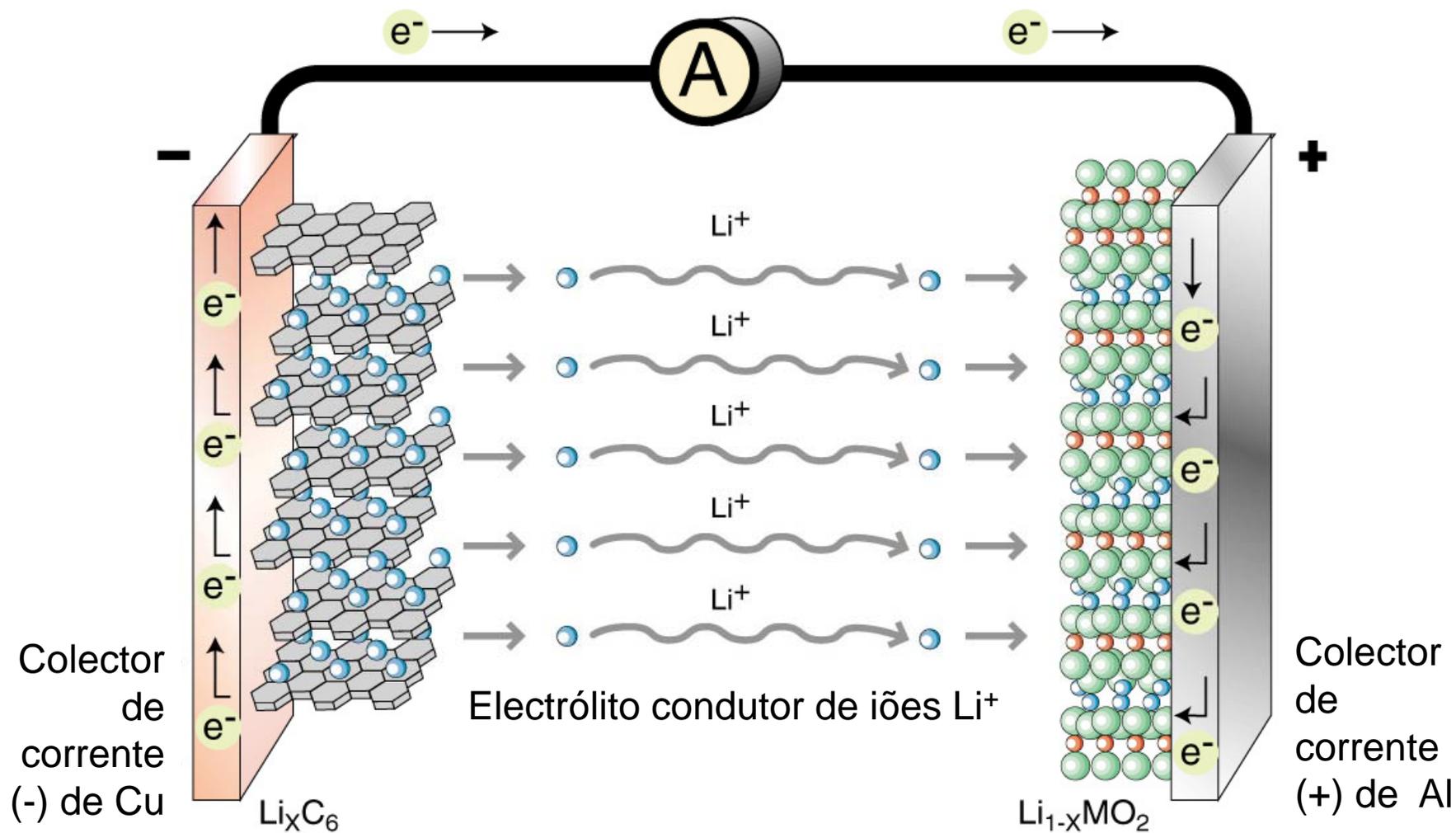


**Aplicações:** portáteis, telemóveis, veículos eléctricos.

**Vantagens:** *voltagem elevada, descarga lenta. 110-160 W h/kg. 150-250 ciclos.*

**Desvantagens:** *Perigo de produzir Li metálico em caso de curto-circuito. Reciclar.*

Descarga:



## Carros Eléctricos

Já em produção:



Nissan Leaf

Para 2012:

BMW Megacity

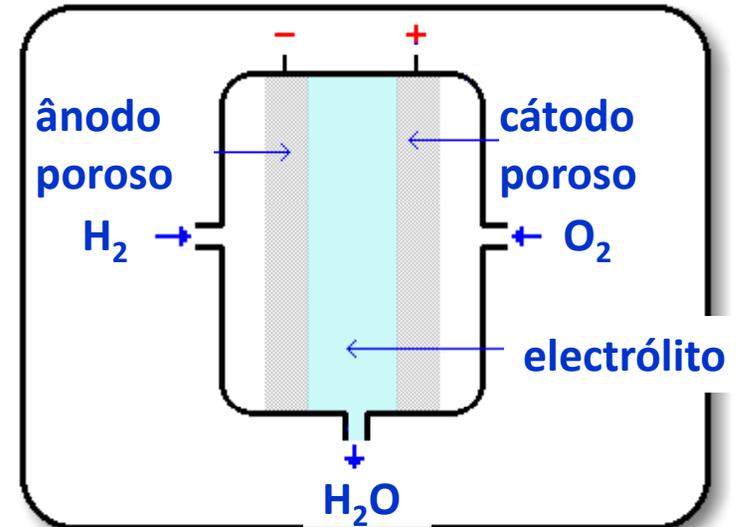
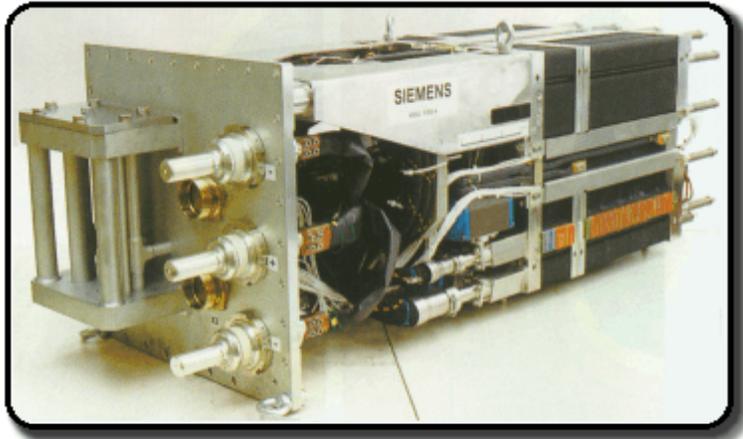
~160 km de autonomia



Site para mais informação : <http://www.hybridcars.com/electric-car>

# Pilhas de Combustível

Convertem a energia química (de combustão) directamente em energia eléctrica



Reacção Anódica:  $\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$

Reacção Catódica:  $\text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{e}^- + 4 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Reacção Global:  $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $f.e.m = 1.23 \text{ V}$

**Não** são células primárias, porque nem os reagentes nem os produtos são armazenados. Os reagentes têm que ser alimentados continuamente.

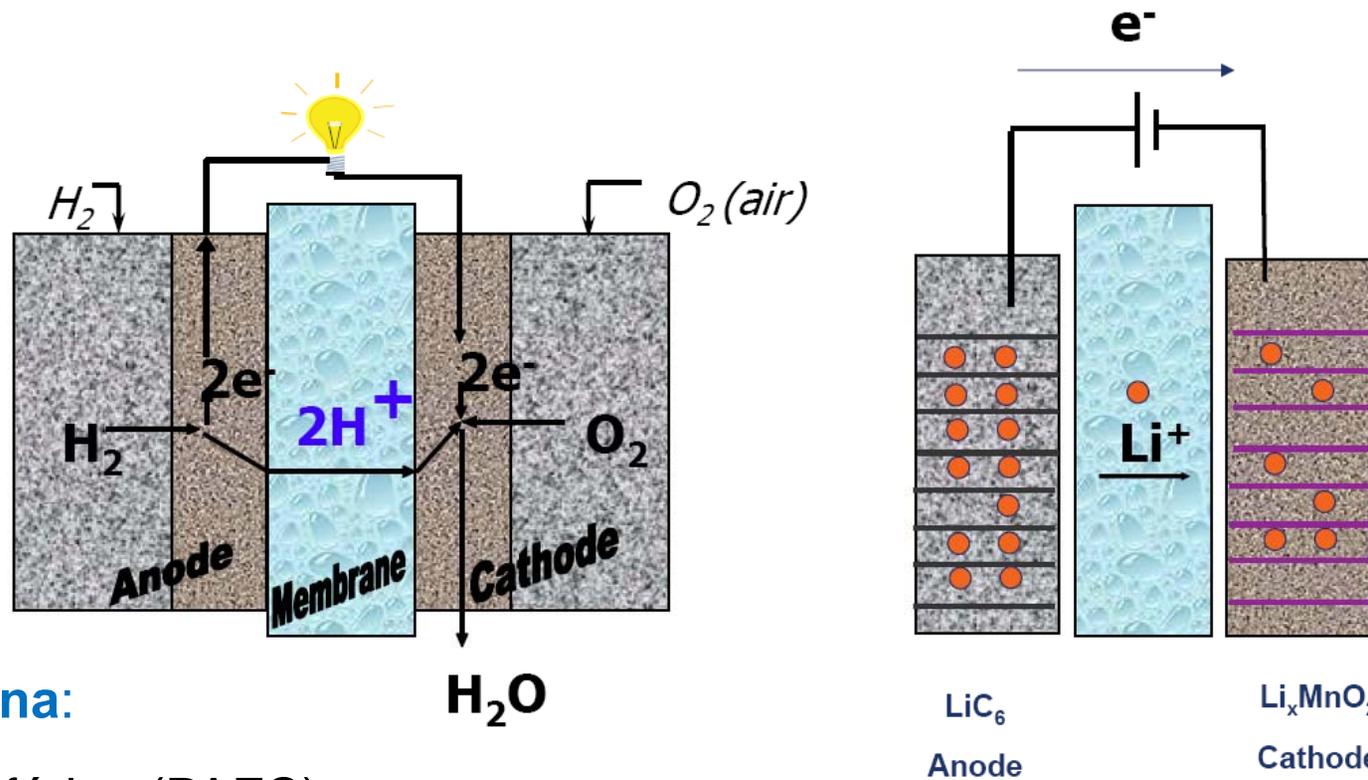
**Não** são células secundárias, porque não são recarregáveis.

**Aplicações:** submarinos não nucleares, aeronaves, primeiros automóveis (GM)

**Vantagens:** **Não são poluentes:** o único subproduto é  $\text{H}_2\text{O}$  e esta pode ser reutilizada pelas tripulações.

**Desvantagens:** preço, armazenamento e transporte de  $\text{H}_2$ .

## Comparação de uma pilha de combustível com uma de íão $\text{Li}^+$



### Membrana:

Ácido fosfórico (PAFC)

Membrana de troca de prótons (PEM): electrólito polimérico sob a forma de uma camada fina e permeável

Alcalina (AFC)

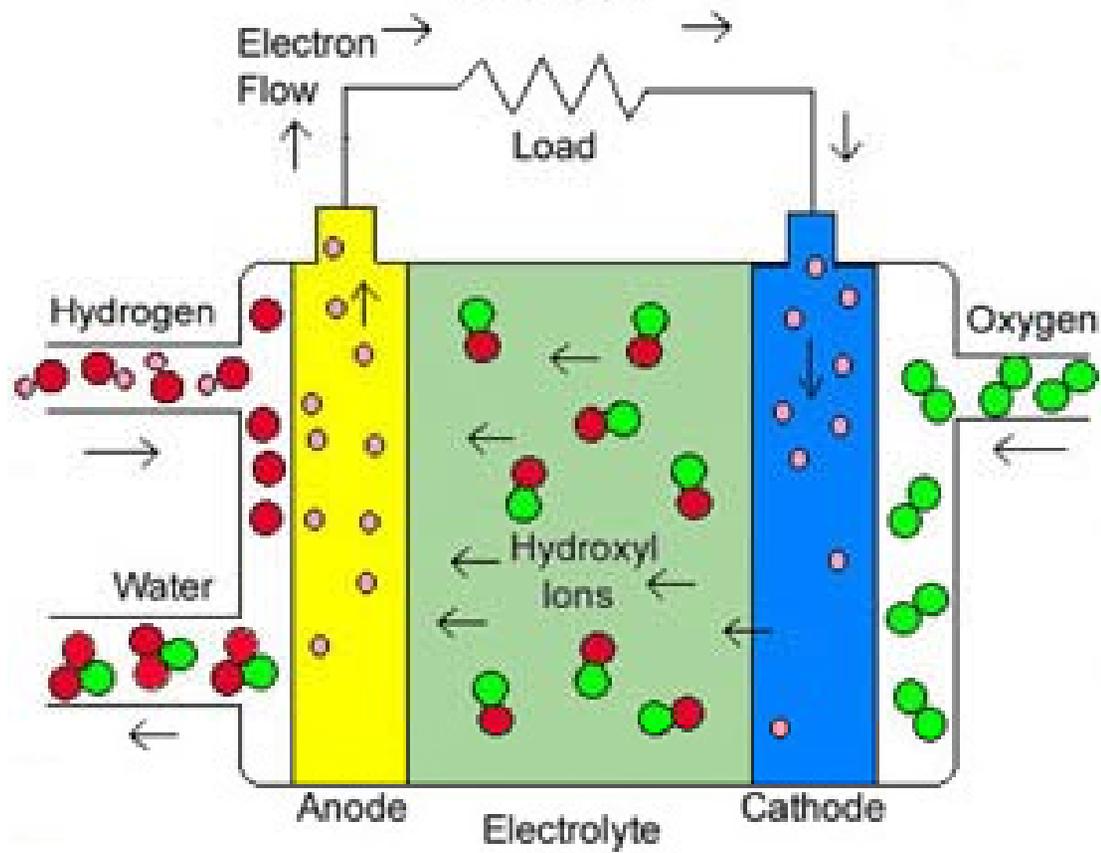
Carbonato fundido (MCFC)

Óxido sólido (SOFC)

# Types of fuel cells

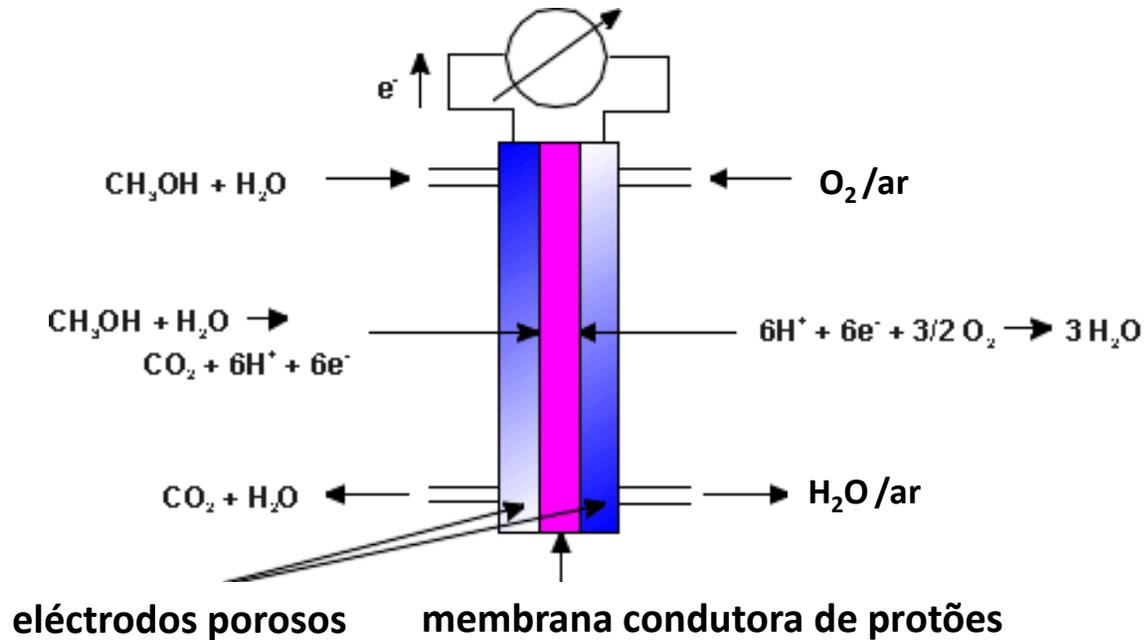
Type	AFC Alkaline Fuel cell	PEMFC Polymer electrolyte fuel cell	PAFC Phosphoric acid fuel cell	MCFC Molten carbonate fuel cell	SOFC Solid oxide fuel cell
Charge carrier	$\text{OH}^-$	$\text{H}^+$	$\text{H}^+$	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{O}^{2-}$
System efficiency	50-60%	45-55%	35-45%	50-60%	50-60%
Operating temperature (°C)	70-90	60-80 (150-180)	150-210	550-700	700-1000
Fuel	Pure $\text{H}_2$	Pure $\text{H}_2$	$\text{H}_2$	$\text{H}_2$ , $\text{CO}$ , $\text{CH}_4$	$\text{H}_2$ , $\text{CO}$ , $\text{CH}_4$

## Célula de combustão alcalina (AFC)



# Células Directas de Combustível de Metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) ou de Metano ( $\text{CH}_4$ )

(DMFC)



200  $\text{mW}/\text{cm}^2$   
0.5 V (4-5 bar  $\text{O}_2$ )  
140 °C

Se a combustão não for completa liberta-se  $\text{CO}$ , que envenena o catalisador de Pt

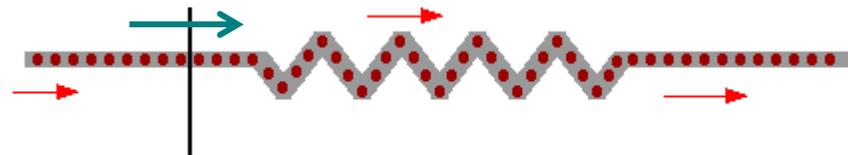
Estão a ser desenvolvidos catalisadores de Pt-Ru que apresentam melhor performance

De qualquer modo, libertam  $\text{CO}_2$  para atmosfera

# Propriedades Eléctricas dos Materiais



Corrente Eléctrica: movimento orientado de cargas eléctricas



Qual a **carga total** que passa num dado ponto num dado **intervalo de tempo** ?

$$I = \frac{q}{t}$$

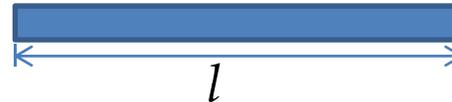
$I$  – intensidade da corrente eléctrica [ $\text{C s}^{-1}$  ou  $\text{A}$ ]

## Porque se deslocam os electrões orientadamente?

$\vec{E}$  (campo eléctrico): força que actua em cada ponto sobre a carga pontual unitária e positiva colocada nesse ponto

$V$  (potencial): trabalho que o campo eléctrico realiza quando transporta 1 carga pontual positiva desde o infinito até ao ponto onde se encontra [V]

Para um condutor homogéneo:



$s$  - secção recta

$$\text{Lei de Ohm: } I = \frac{V}{R}$$

$V$  - diferença de potencial entre os seus extremos [V]

$I$  - intensidade de corrente [ $\text{C s}^{-1}$  ou A]

$R$  - resistência do fio condutor [ $\Omega$ ]

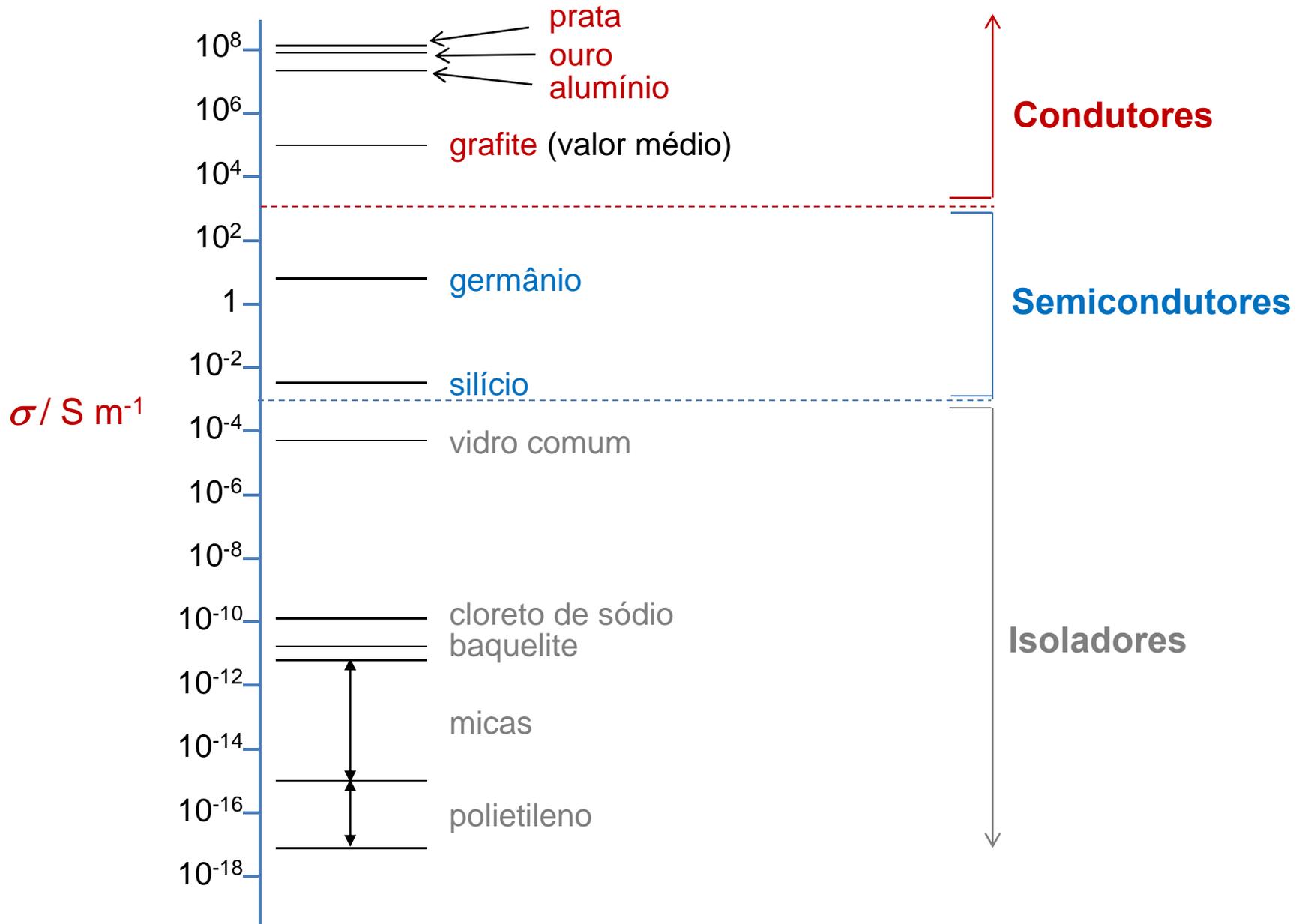
$$R = \rho \frac{l}{s}$$

$\rho$  - resistividade do material [ $\Omega \text{ m}$ ]

$\sigma = 1/\rho$  - condutividade do material [ $\Omega^{-1} \text{ m}^{-1} = \text{S m}^{-1}$ ]

Características do material

# Condutividades de Alguns Materiais à Temperatura Ambiente



## Sumário 20

- **Pilhas / Baterias Comerciais – Cont.**
  - **Pilhas/Baterias Secundárias ou Acumuladores – Cont.**
    - Pilhas de Níquel-Hidreto Metálico (NiMH)  
Exemplos de utilização em carros híbridos
    - Pilhas de Ião Lítio  
Exemplos de utilização em carros eléctricos
  - **Pilhas de Combustível**

## Sumário 20 – Cont.

- **Propriedades Eléctricas dos Materiais**
  - **Introdução**
    - Corrente eléctrica
    - Campo Eléctrico
    - Potencial
    - Intensidade de Corrente
    - Resistência
    - Resistividade
    - Condutividade
  - **Lei de Ohm**
  - **Condutividades de diferentes materiais**