Células de Hidrogênio

Dr. Julio Cesar Martins da Silva

quimijulio@gmail.com

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/CNEN-SP

Centro de Células a Combustível e Hidrogênio - CCCH

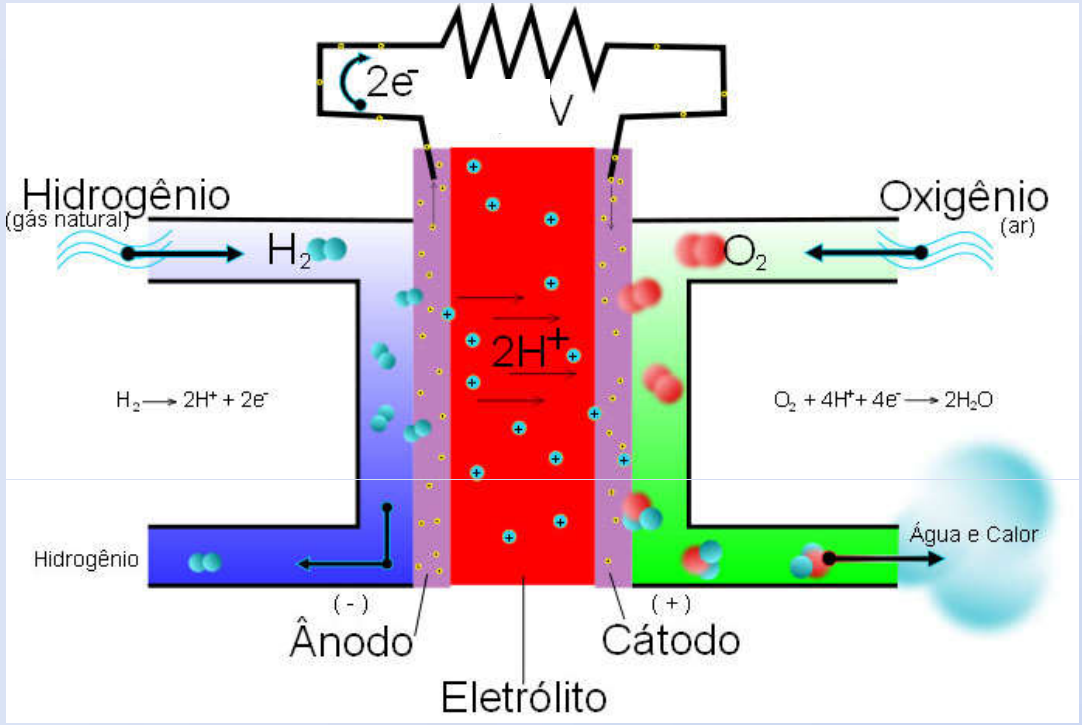
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242, Cidade Universitária,
São Paulo-SP, CEP 05508-900, Fone/Fax: (11) 3133-9284

http://www.ipen.br/cel/index.html

O que são células a combustível?

- As células a combustíveis são conversores de energia química em energia elétrica.
- São semelhantes a pilhas (baterias).

célula a combustível com eletrólito polimérico (PEM)



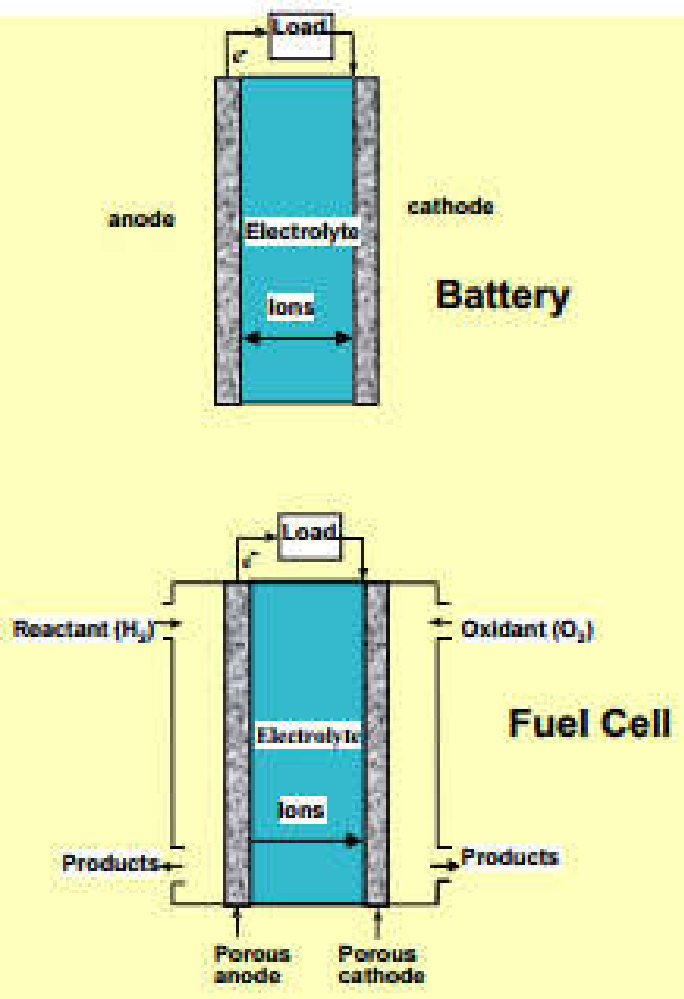
- **Reações em célula tendo o hidrogênio como combustível**

oxidação: $2\ H_2 \rightarrow 4\ H^+ + 4\ e^-$

Redução: $O_2 + 4\ H^+ + 4\ e^- \rightarrow 2\ H_2O$

Reação global: $2\ H_2 + O_2 \rightarrow 2\ H_2O$, $\Delta E° = +1.23\ V$

célula a combustível *vs* Baterias



- Similaridades: ambas se baseiam em s reações de redox, convertem energia química diretamente em energia elétrica, possuem eletrólito condutor de íons.

- Células a combustível podem fornecer densidades de energia acima de 6000 Whr/kg dependendo do combustível, já as baterias 150 Whr/kg.

- Desvantagem das Células a combustível: custo e reservatórios para armazenar o combustível

célula a combustível

Sir William Grove
1811–1896

- A pesar de célula a combustível ser associado a tecnologias modernas o principio de funcionamento das mesmas foi descoberto em 1839, anterior aos motores a combustão.

- Células a combustível: eficiência teórica em torno de 80%.
- Não emite poluentes quando H_2 e utilizado como combustível
- Não produz ruído

- Motores a combustão: eficiência teórica em torno de 20%
- emissão de poluentes, tais como NO_X, CO_2 e outros
- produz ruído

Aplicações das células a combustível

- Automobiles
- Buses
- Scooters
- Bicycles
- Golf-carts
- Distributed power generation
- Cogeneration
- Back-up power
- Portable power
- Space
- Airplanes
- Locomotives
- Boats
- Underwater vehicles

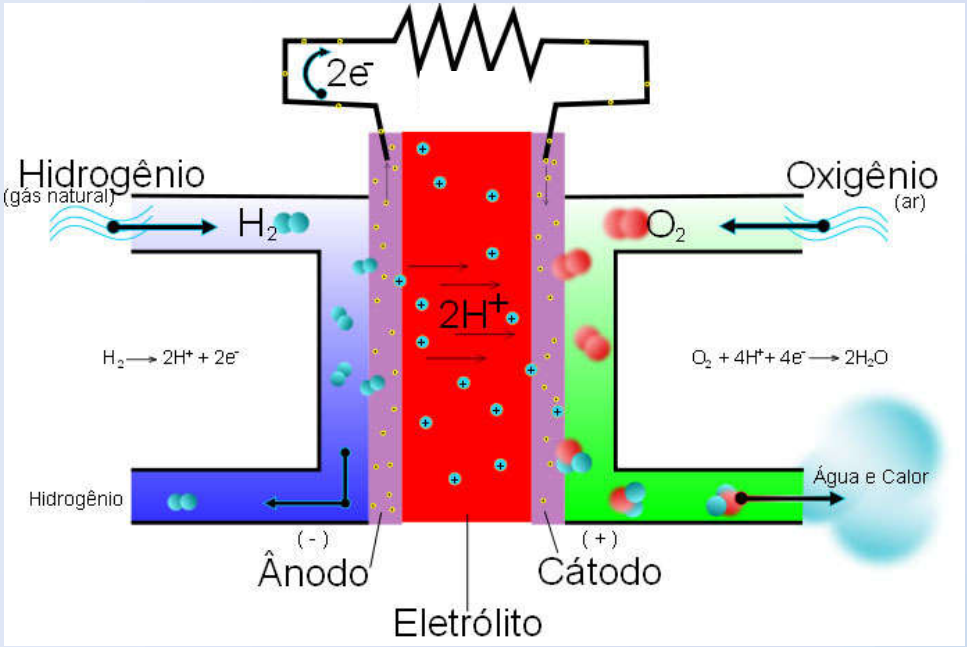
Veículos movidos por células a combustível

Toyota Mirai

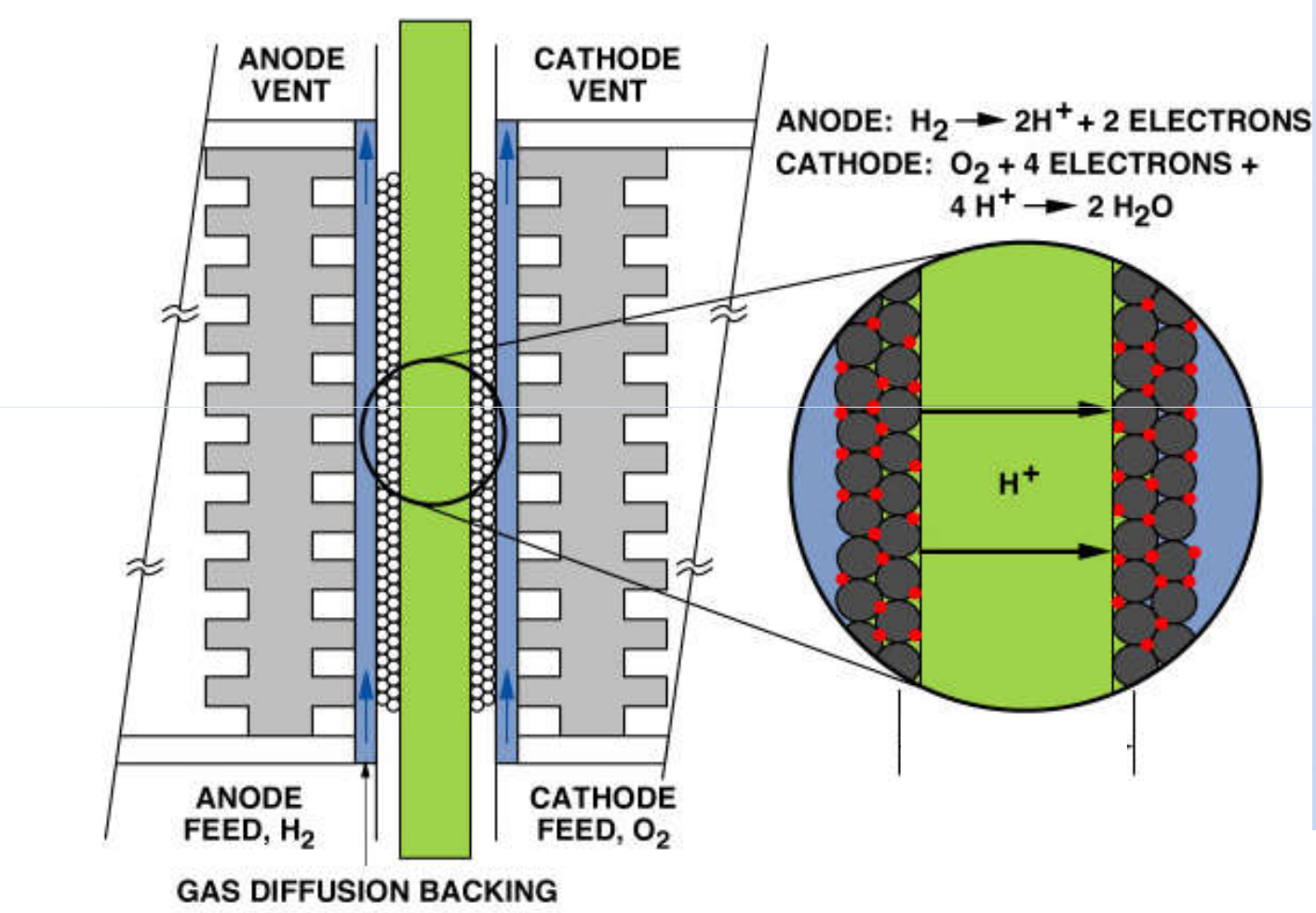
Honda Clarity

Desafios relacionados as células a combustível

✓ Desafio membrana

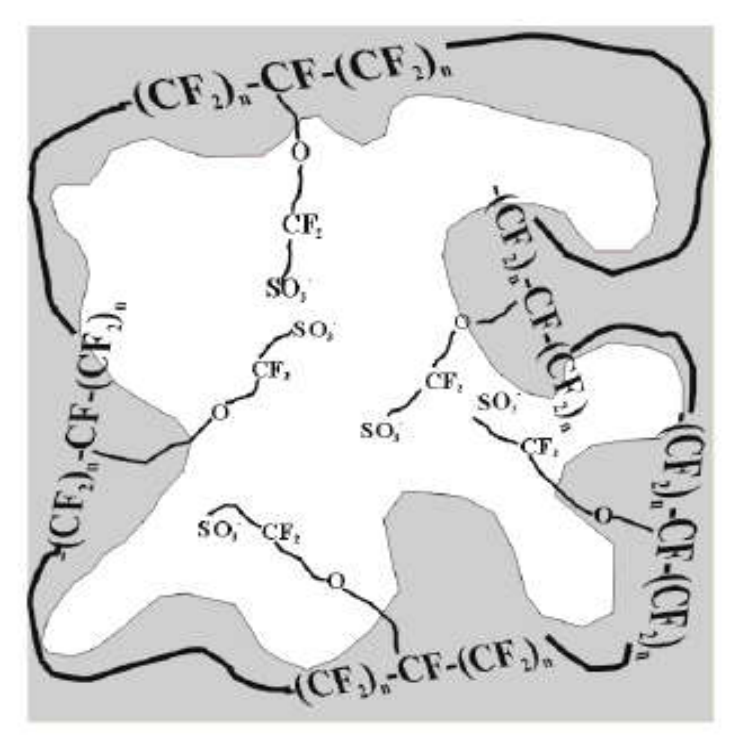


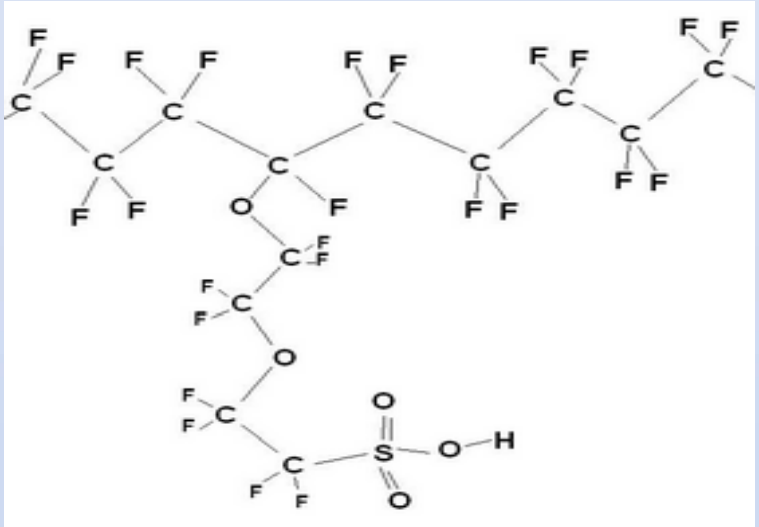
Membrana trocadora de prótons



Membrana trocadora de prótons

Membrana Nafion® (Du Pont)





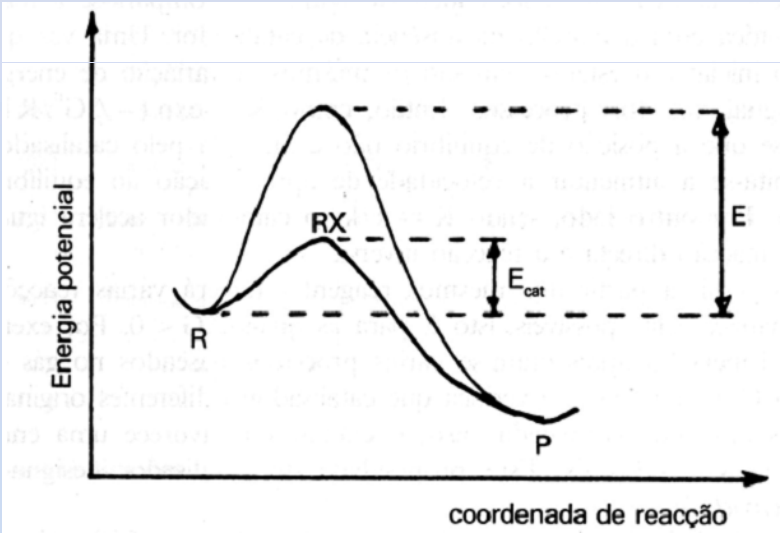
***Eletrólito*: alta condutividade iônica, impermeável a gases, eletronicamente resistivo, estabilidade química e mecânica**

Desafios relacionados as células a combustível

✓ **Desafio catalisador**

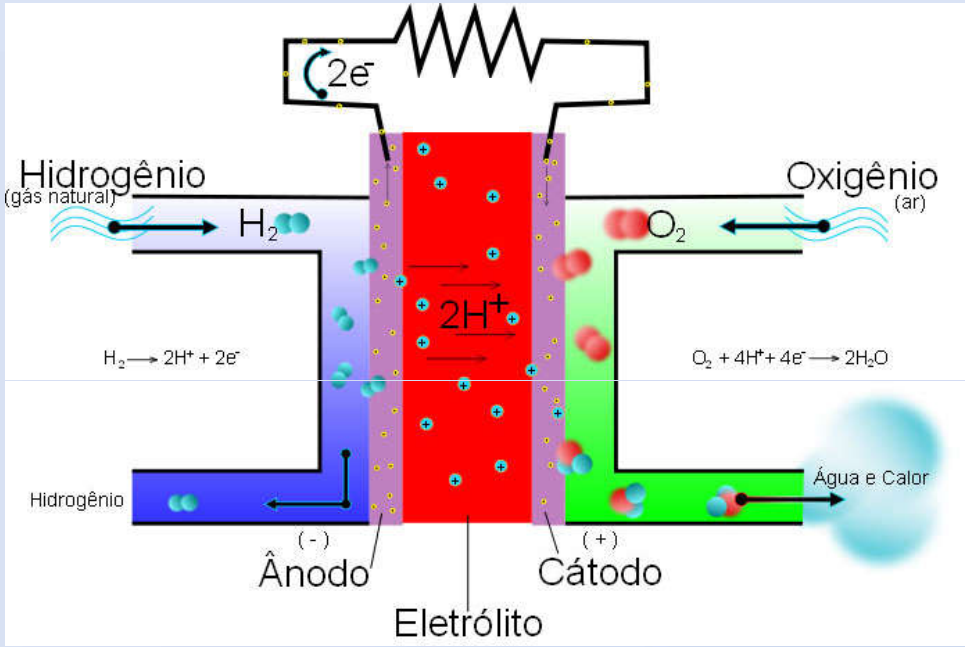
➢ Catalisador é uma substância que aumenta a velocidade de reação sem ser consumida na reação. O nome vem de palavras gregas significando "dar início ao se aproximar".

➢ Um catalisador fornece um caminho alternativo, ou seja, uma rota reacional que apresenta uma menor energia de ativação .



Catalisador para células PEM

Pt

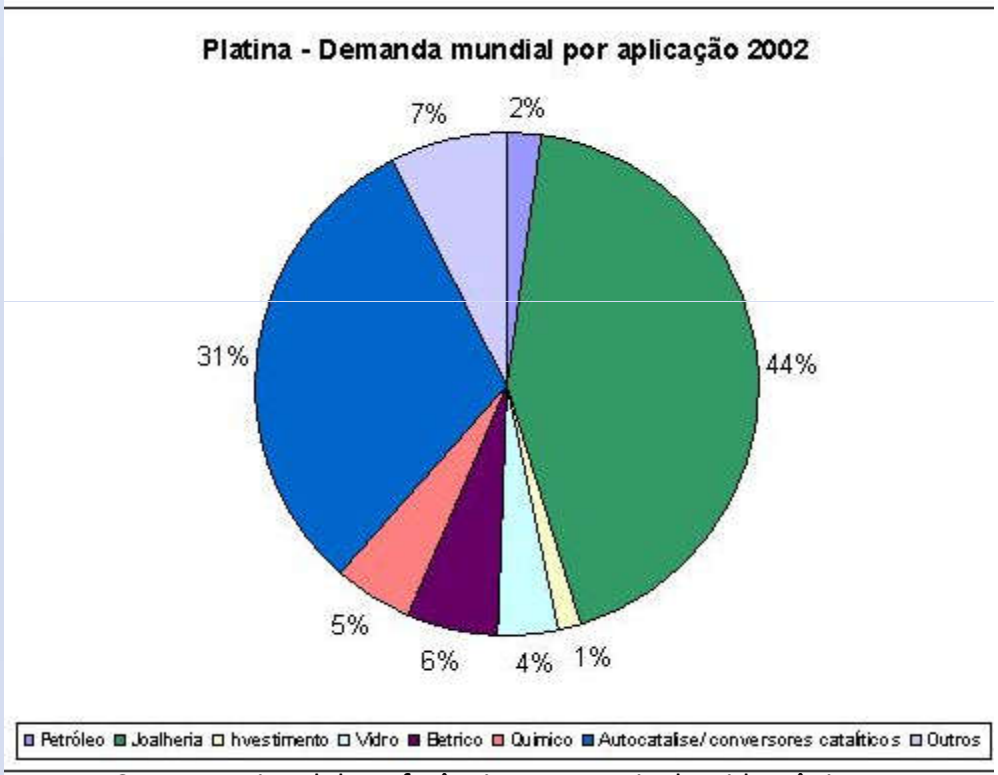


- A Pt é o metal mais utilizado como cátodo e ânodo

Utilização de Platina

➢ Se cada veiculo no planeta fosse movido a PEMFCs utilizando-se Pt como catalisador, seria requeridos cerca de 110000 toneladas de Pt, sendo que as reservas mundiais desse metal é cerca de 24000 toneladas.

✓ Pt mais cara que ouro.



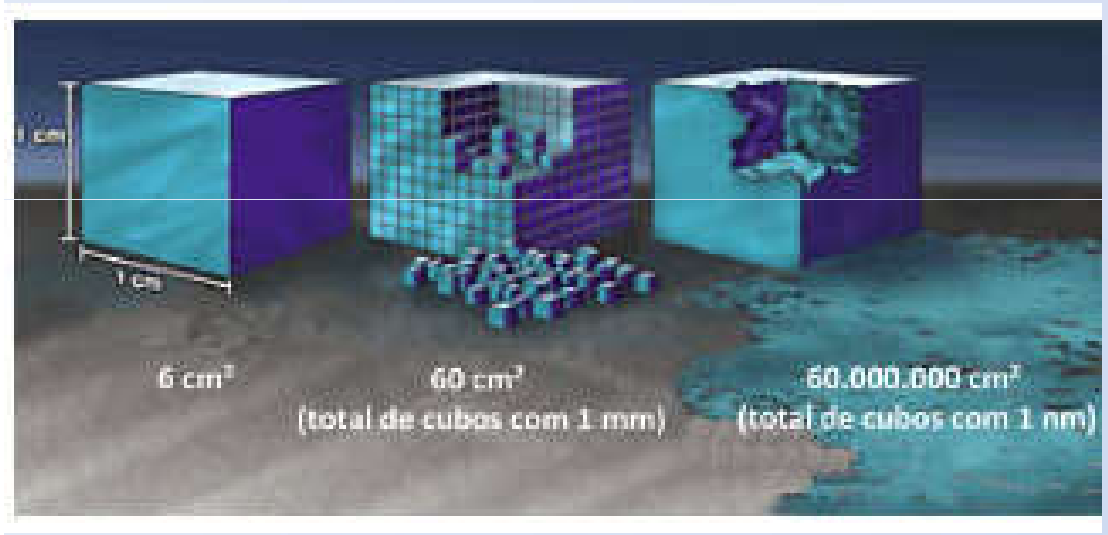
Fonte: Centro Nacional de Referência em Energia do Hidrogênio

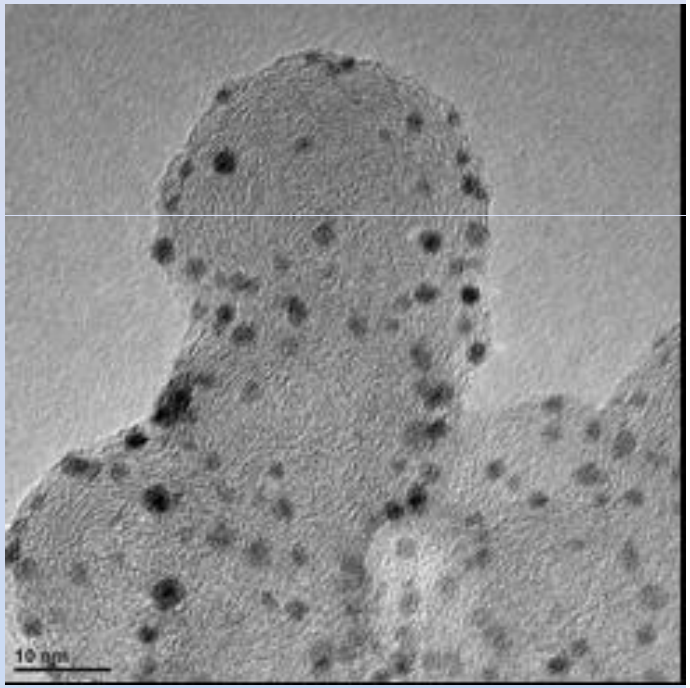
A. Brouzgou, S.Q. Song, P. Tsiakaras, Applied Catalysis B: Environmental 127 (2012) 371-388.

Utilização de Platina

➢ Uma das estratégias para maximar a utilização de Pt é a preparação de nanomateriais

• Aumento da área superficial.

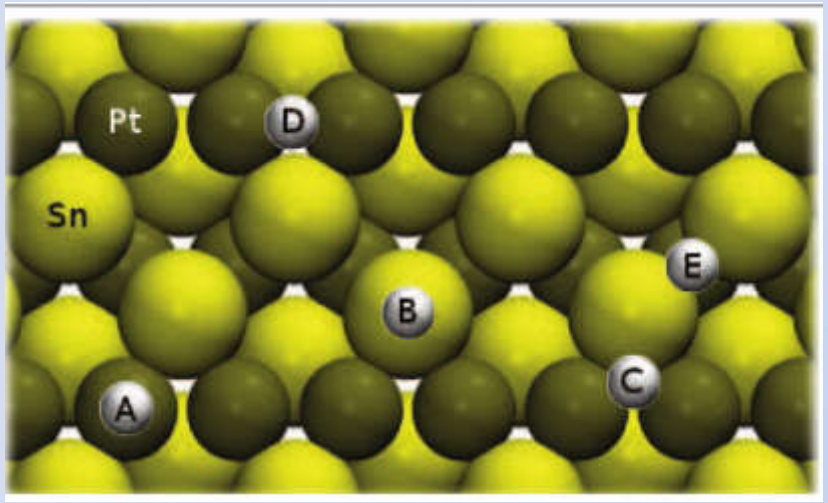




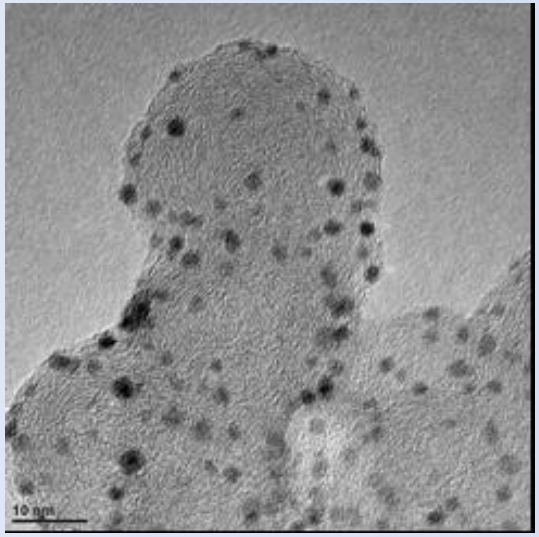
Nanopartículas de Pt/C

Utilização de Platina

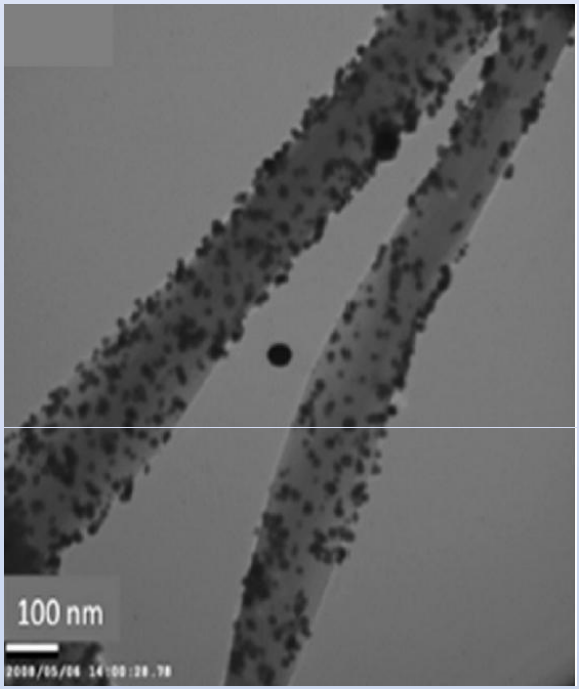
- Ligas de platina e rutênio suportados em carbono - PtRu/C
- Ligas de platina e estanho suportados em carbono - PtSn/C
- Ligas de platina e írídio suportados em carbono - PtIr/C
- E diversas outras ligas metálicas tendo principalmente a platina como metal base



Suporte para nanopartículas

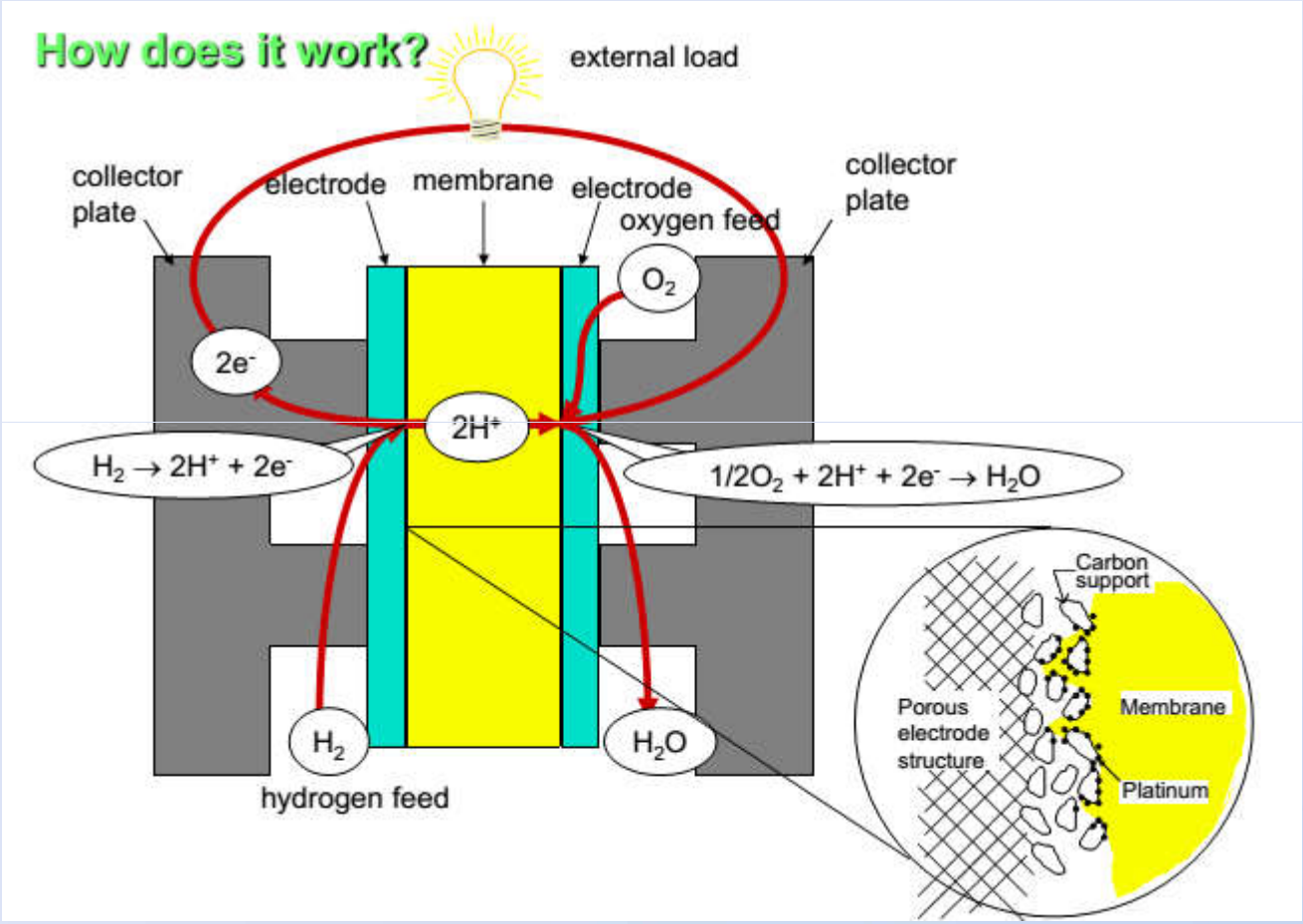


Nanopartículas de Pt suportadas em carbono



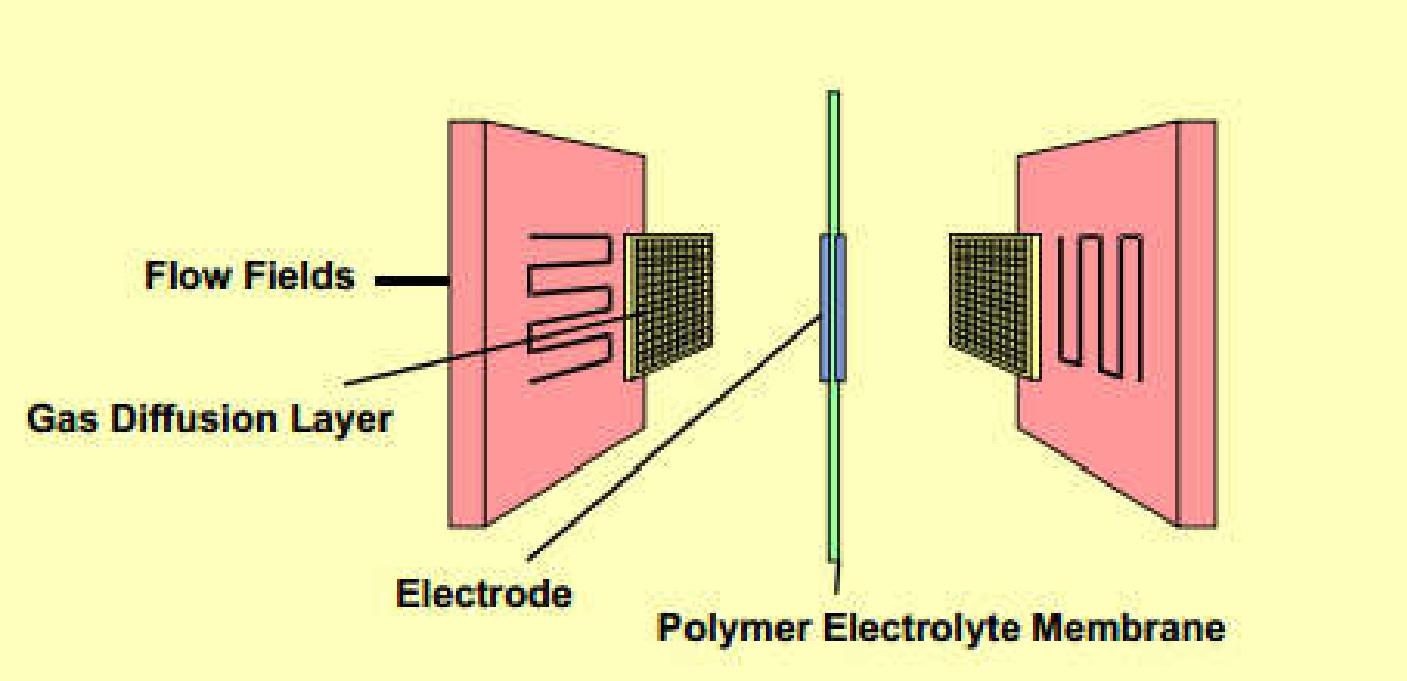
Nanopartículas de Pt suportadas em nonotubos de carbono

Camada difusora e camada catalítica



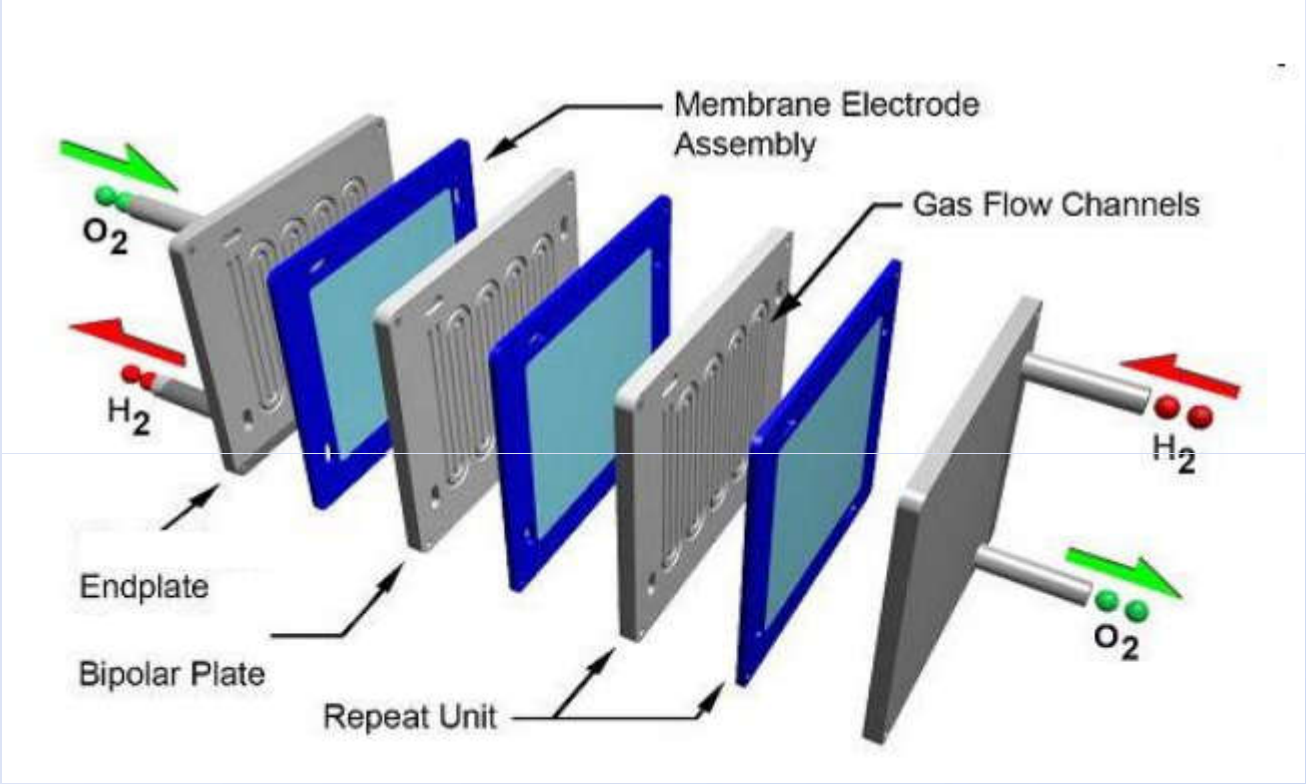
PEM Fuel Cell, Theory and Pratece. Second edition

Célula a combustível unitária



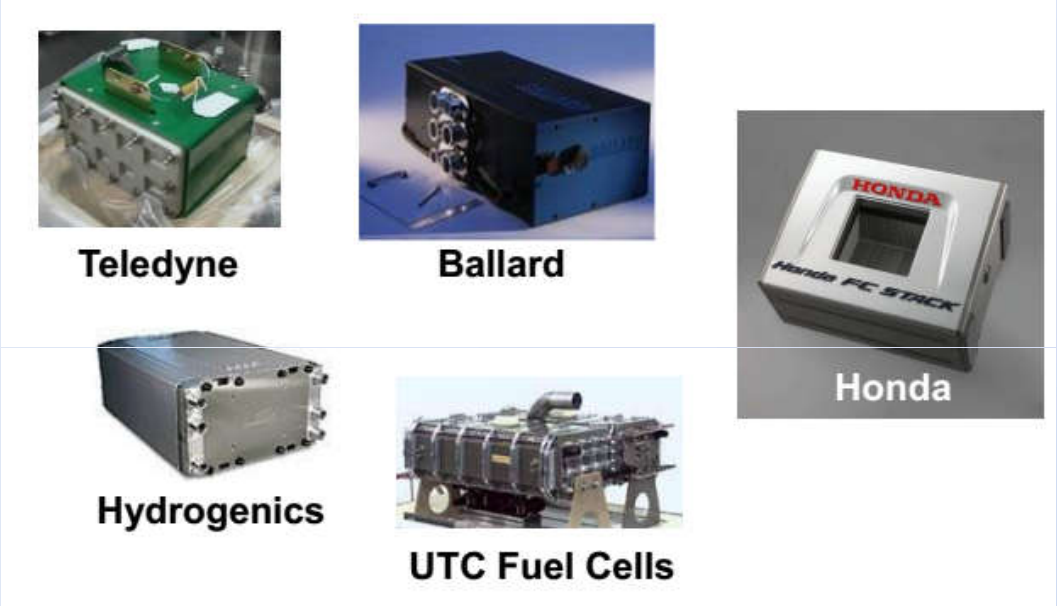
Célula de hidrogênio, potencial teórico 1,23 V

Stacks de células a combustível



- Sistema de células em seria, desta forma, o potencial padrão é multiplicado pelo número de células

Stacks de células a combustível



- *Los Alamos National Laboratory*

stack test stations (20 kW) and fuel processing (50 kW)

Sistemas de células a combustível CCCH-IPEN

protótipos de células a combustível

As estações para experimentos em células a combustível

O primeiro com potencia de 1 kWe composta por 20 MEAs e um segundo com potencia de 5 kWe com 100 MEAs

H2

Como se produz hidrogênio?

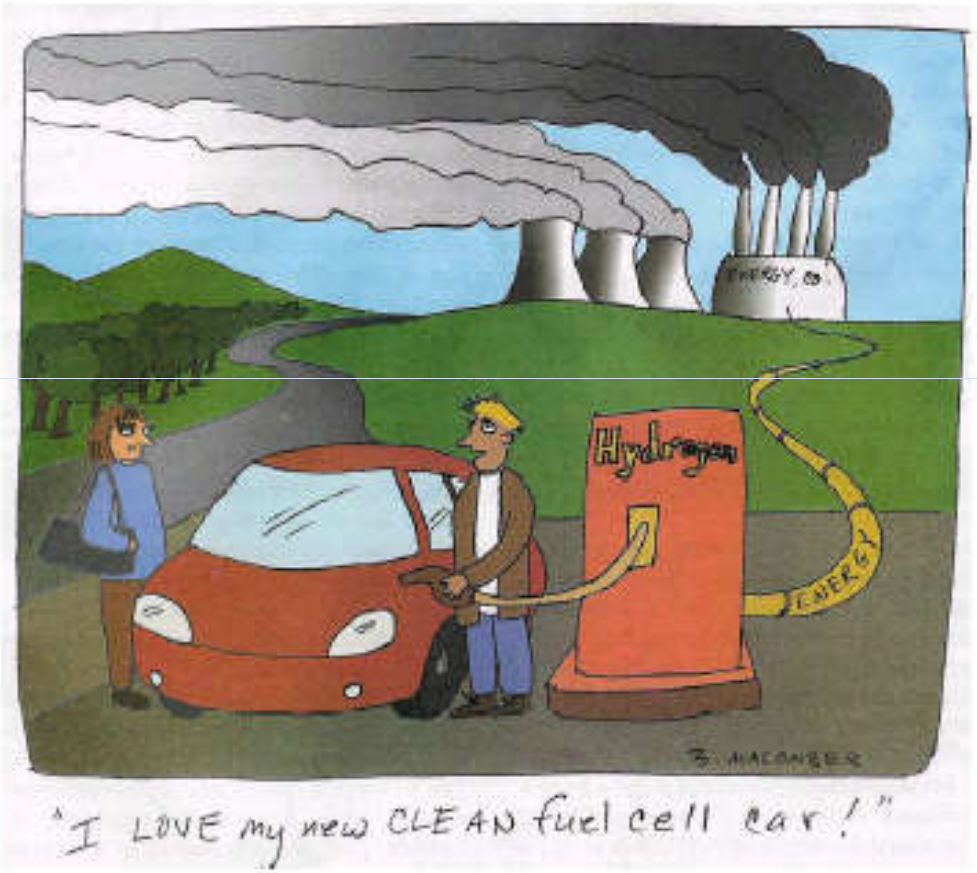
Produção de hidrogênio

✓ Em 2007 96 % do hidrogênio produzido provinha de combustíveis fósseis.

- 4 8% a partir de gás natural
- 30% a partir de gás de refinaria
- 18% do carvão

R. Moliner*, M.J. Lazaro, I. Suelves. International journal of hydrogen energy, 41 (2016) 19500 – 19508

Ambientalmente correto?



Produção de hidrogênio

➢ Qual justificativa para produzir hidrogênio a partir de combustíveis fósseis?

- Produção a partir da reforma do metano a vapor 4,7 $/kg
- Produção a partir da eletrólise da água 6,8 $/kg

Produção de hidrogênio

- Reforma a vapor do metano

Reação: $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3\ H_2$

Reação de deslocamento de água: $CO + H_2O \rightarrow H_2 + CO_2$

Temperatura requerida (800°C)

- Eletrólise da água

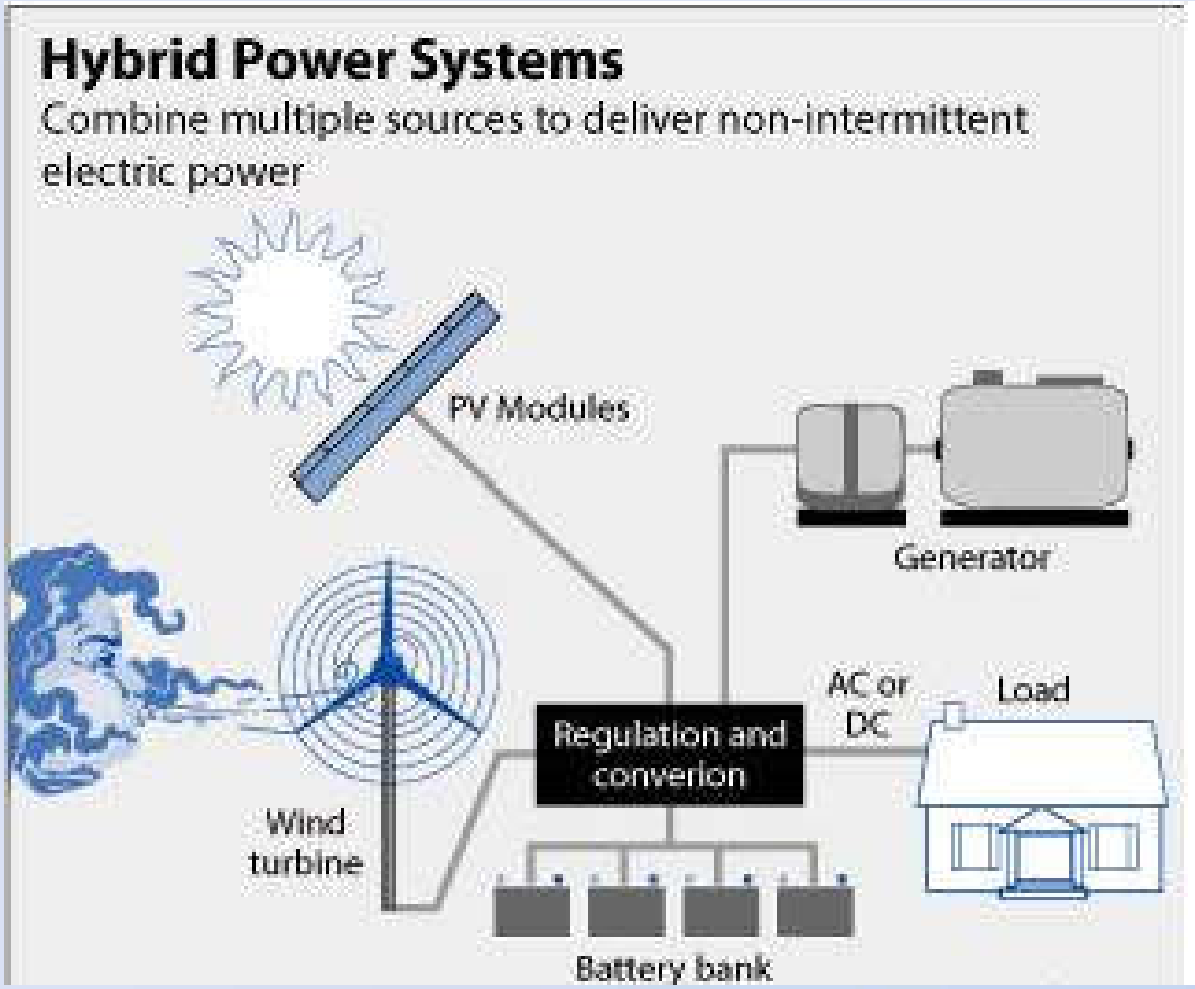
reação: H_2O + eletricidade $\rightarrow H_2 + O_2$

Produção de hidrogênio

Estratégias para diminuir o custo da produção de hidrogênio a partir da eletrólise da água.

- Utilizar energia elétrica proveniente de turbinas eólicas e células fotovoltaicas

Produção de energia elétrica



Produção de hidrogênio renovável

- Produção de hidrogênio a partir da reforma a vapor do etanol

Reação: $C_2H_5OH + 3H_2O \rightarrow 2CO_2 + 6H_2$

Temperatura entre 200 e 800°C

Investimento em pesquisa no Brasil

- O Brasil lidera as pesquisas em tecnologia de hidrogênio na América Latina.

- Entre 1999 e 2007 foram investidos 134 milhões, valor que representa 5% do que é investido no Japão, União europeia e Estados Unidos.

Pesquisadores, técnicos e alunos do CCCH

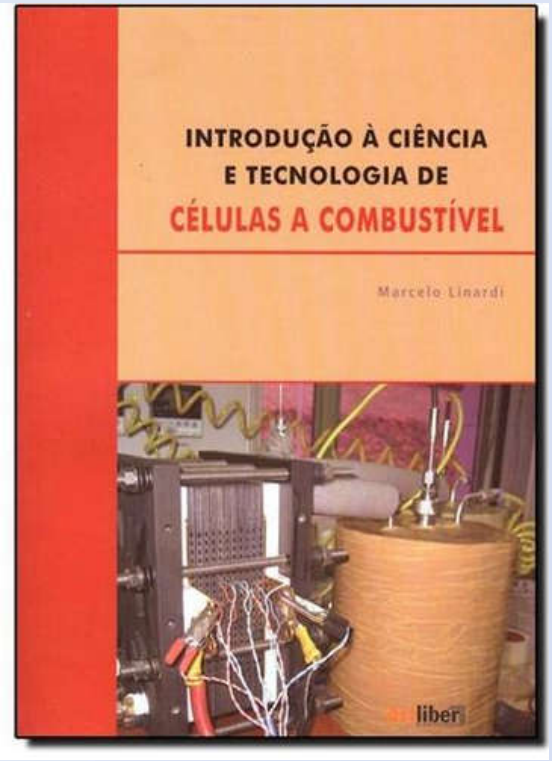
Dr. Thiago Lopes

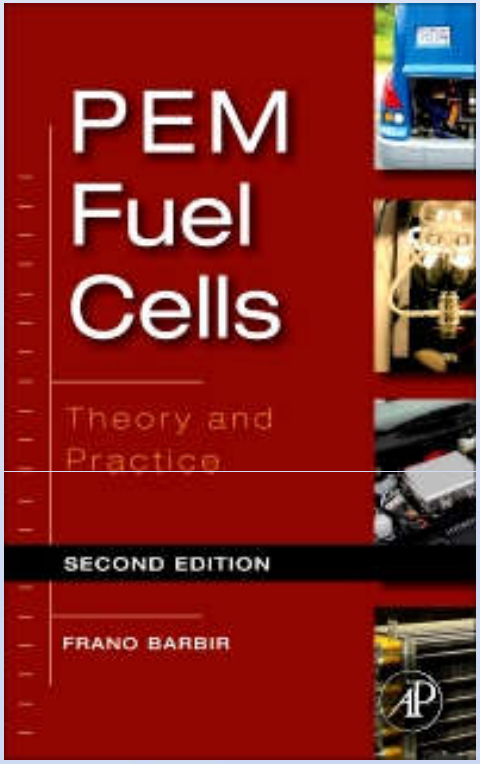
Agradecimentos

FAPESP

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CAPES


INTRODUÇÃO À CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DE
CÉLULAS A COMBUSTÍVEL
Marcelo Linardi
liber


PEM
Fuel
Cells
Theory and
Practice
SECOND EDITION
FRANO BARBIR

Obrigado!!!