

Transição Energética e Transformação Econômica: Perspectivas do H2V

ENIO PONTES DE DEUS

Prof. Titular - UFC

epontes@ufc.br

O que é energia?

A energia é aquilo que é capaz de produzir uma mudança na matéria. De acordo com o princípio da conservação, ela não é criada nem destruída, apenas transformada e pode ser transferida entre objetos e corpos.



Caraterísticas Principais

As principais características da energia incluem o fato de que é algo que você pode:

1

2

3

4

Transformar

Transferir

Armazenar

Transportar

Tipos de Energia

Essas propriedades são aplicáveis aos diversos tipos de energia que existem, os quais são designados de acordo com as ações e mudanças que causam. Estes incluem:



Mecânica



Cinética



Elétrica



Solar



Eólica



Hidráulica



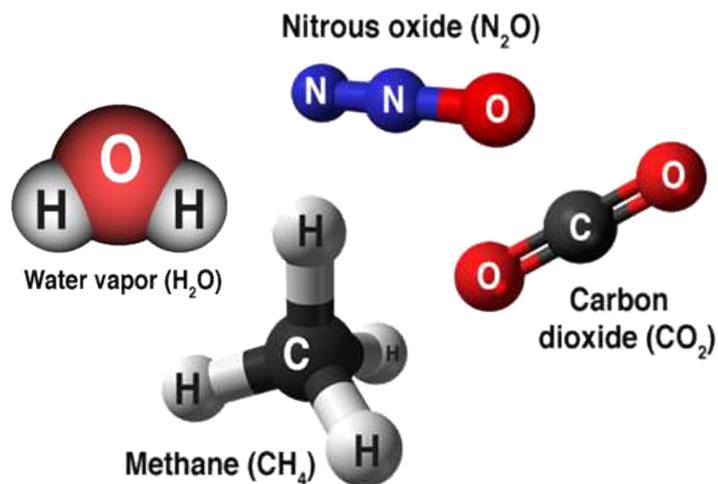
Térmica



Química

Essas energias podem ser obtidas de fontes renováveis e não renováveis, o que muda radicalmente seu impacto no meio ambiente.

Gases de Efeito Estufa



Usina termelétrica a carvão

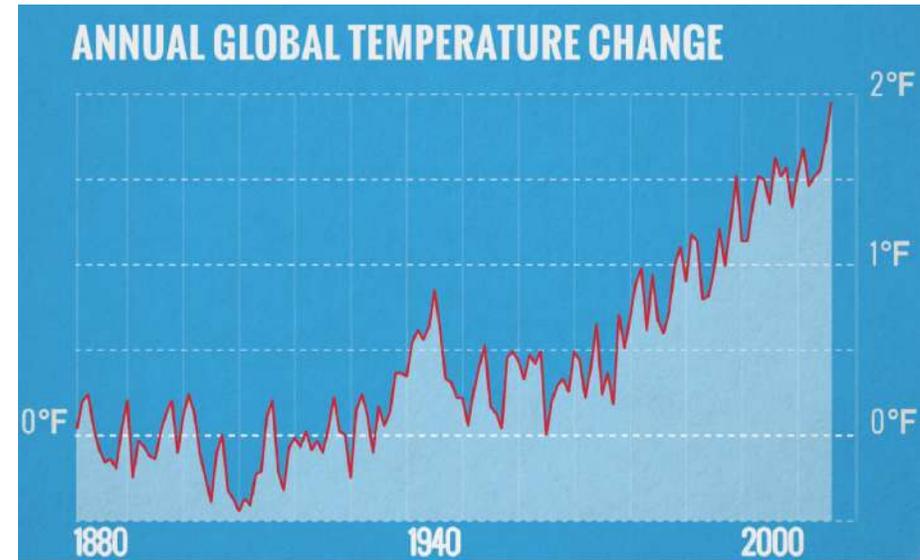
- Desde a Revolução Industrial, as atividades humanas têm extraído grandes quantidades de gás, petróleo e carvão do subsolo para queimá-los e gerar energia. I
- Isso libera grandes quantidades de CO_2 , CH_4 e N_2O na atmosfera.
- A concentração desses gases tem aumentado, resultando em um efeito estufa adicional: isso é o que causa o aquecimento global.



O QUE É MUDANÇA CLIMÁTICA?

O clima da Terra tem mudado ao longo da história. Dentro da história da Terra, houve inúmeros exemplos de um clima em mudança. O início da era climática moderna começou há 11.700 anos, com o fim da última era glacial.

Então, por que a mudança climática atual é um problema? A mudança climática atual é de particular importância porque é extremamente provável que seja o resultado da atividade humana e está ocorrendo a uma taxa muito mais rápida.



<https://climate.nasa.gov/>



SOLUCIONANDO O PROBLEMA

O papel da energia renovável

Podemos produzir eletricidade por meio de duas fontes principais... **Fontes renováveis e não renováveis!**

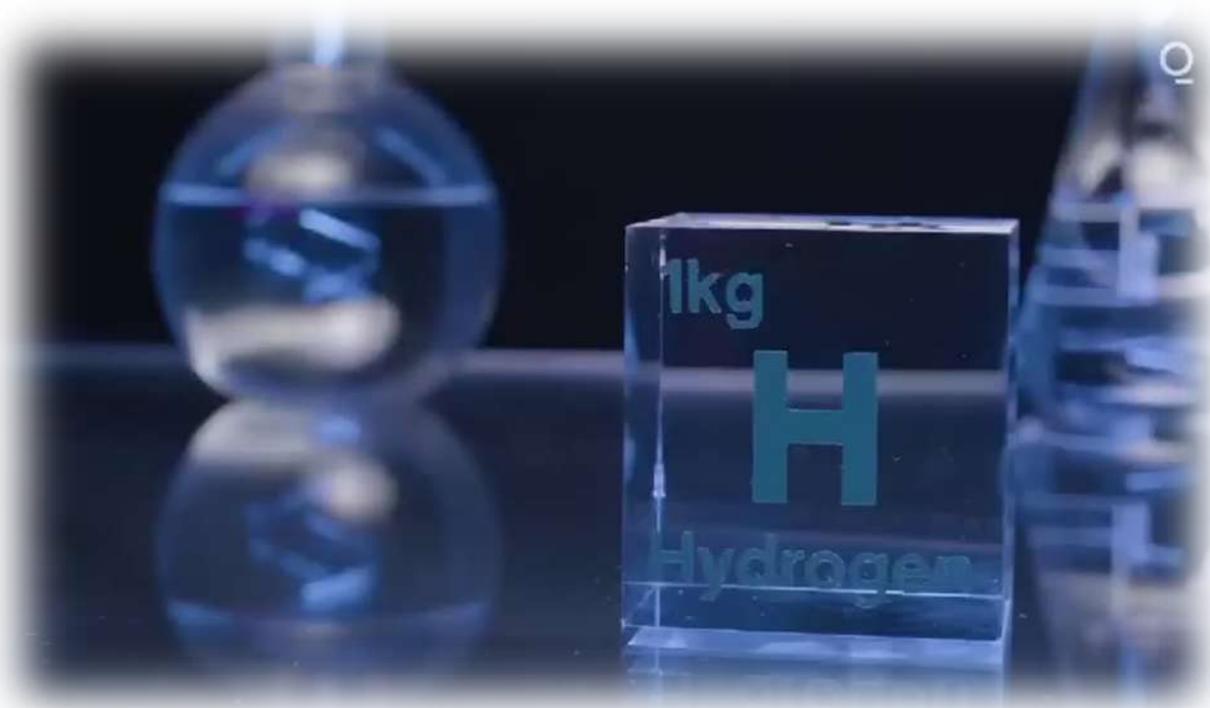
Energia não renovável vem de recursos que não são substituídos, ou são substituídos apenas muito lentamente por processos naturais.



Isso é o que fazemos!

Hidrogênio verde e qual a sua importância na transição energética

- O hidrogênio, elemento mais leve, simples e abundante no universo, presente na água e no ar, tem sido chamado de "**combustível do futuro**", graças ao papel que pode ter na transição energética, alinhando-se aos objetivos do Acordo de Paris de alcançar a neutralidade de carbono até 2050.



Hidrogênio verde

- O H₂V é apontado como o mais limpo entre os tipos de hidrogênio, devido às baixas emissões de carbono, sendo considerado o mais sustentável, pois **auxilia na descarbonização da economia**. Ele é produzido pela eletrólise da água, processo em que hidrogênio e oxigênio são separados por meio de uma corrente elétrica. Quando a eletricidade usada para quebrar a molécula da água (H₂O) vem de fontes sustentáveis, como eólica e solar, o hidrogênio resultante é chamado de verde.



Economia do Hidrogênio



Por que o HIDROGÊNIO?

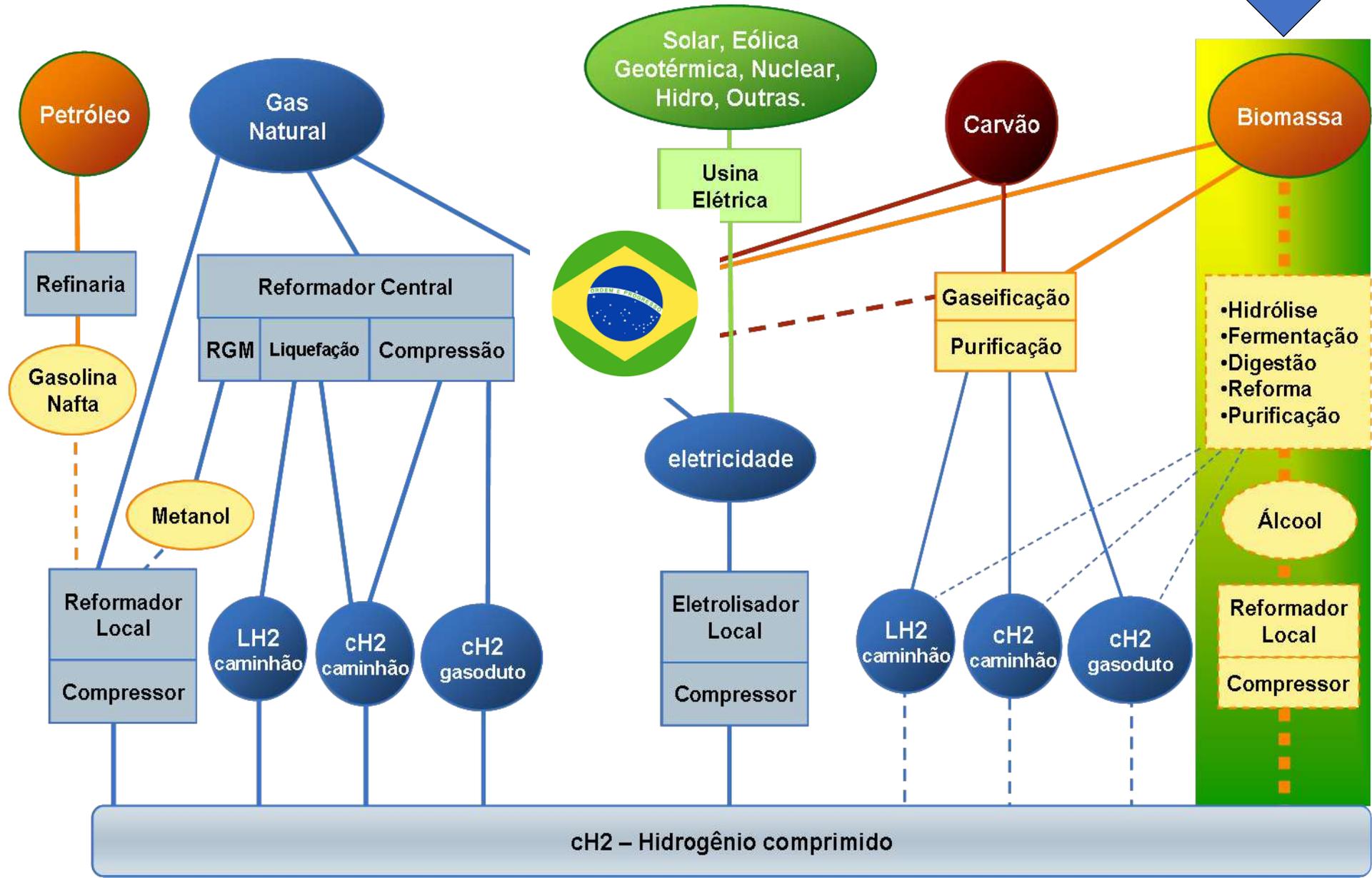
- Ambientalmente limpo
- Completamente renovável
- Presente em todo lugar (água ...)
- Presente nas nossas fontes atuais de energia (todos os hidrocarbonetos)
- Armazenável
- Independência energética a nível local

Economia do Hidrogênio

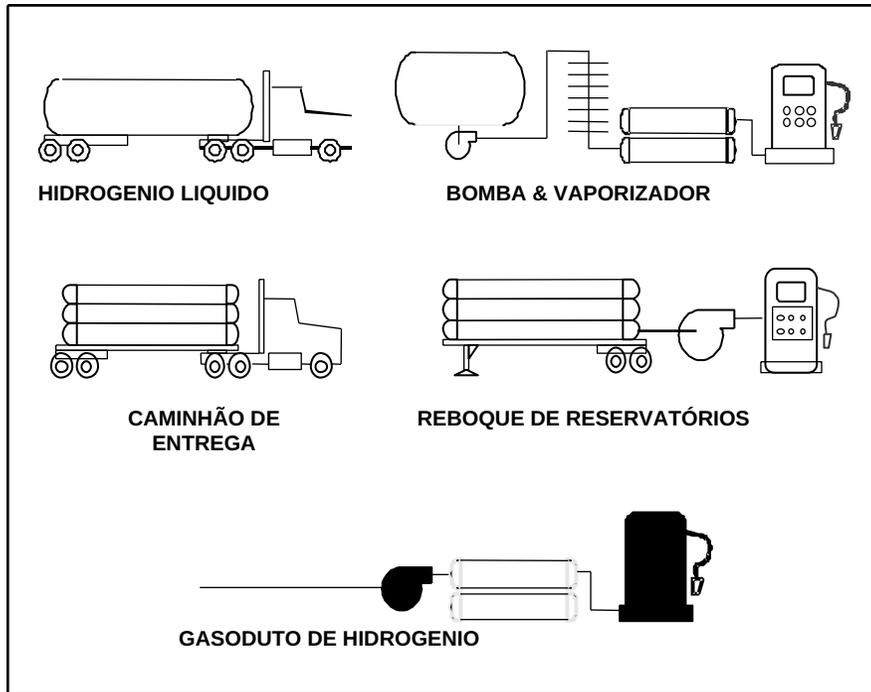
- É o elemento mais abundante do Universo
- Mas praticamente não é encontrado em estado livre na natureza
- **Requer energia para ser extraído das moléculas das substâncias naturais que o contêm** (água, hidrocarbonetos, ...)

- **não é** uma **FONTE** de energia
- **é** um **VETOR** de energia

Como Produzir HIDROGÊNIO?

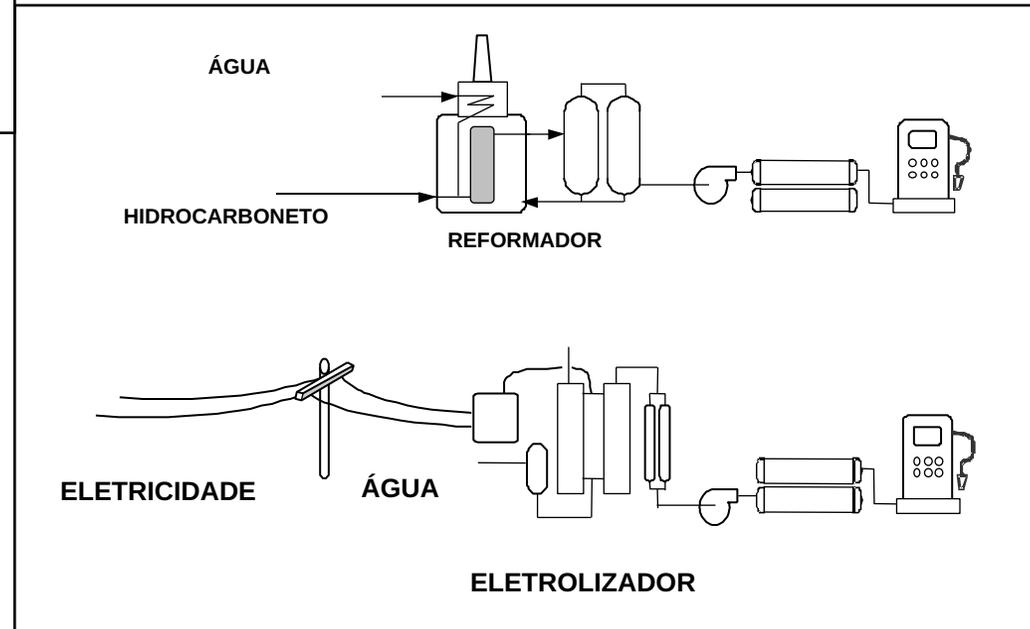


Como distribuir HIDROGÊNIO?

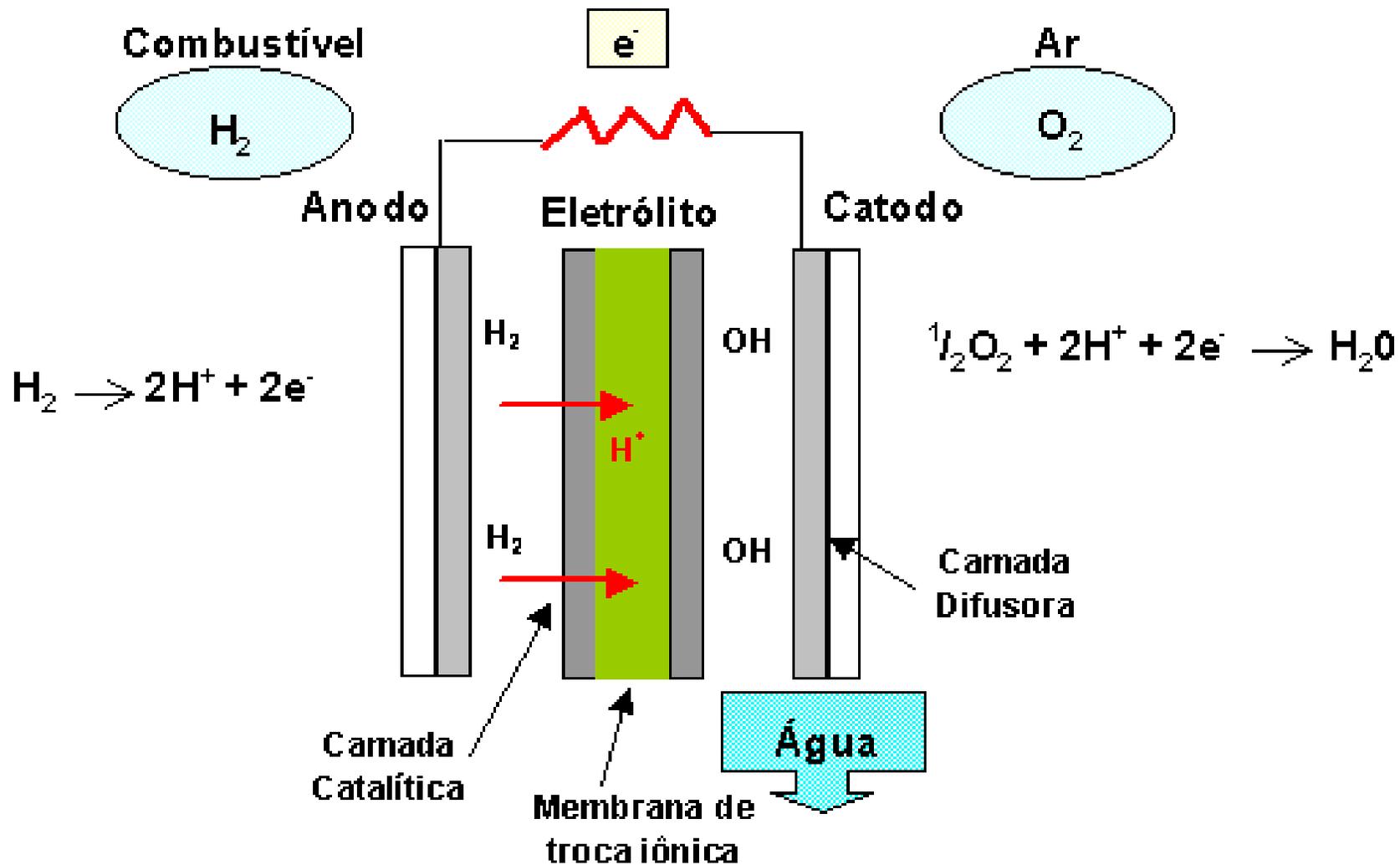


PRODUÇÃO CENTRALIZADA

PRODUÇÃO LOCAL



Utilização de Hidrogênio em Células a Combustível



Como usar HIDROGÊNIO?

Conversão em eletricidade
Células a combustível



Portáteis



Estacionárias

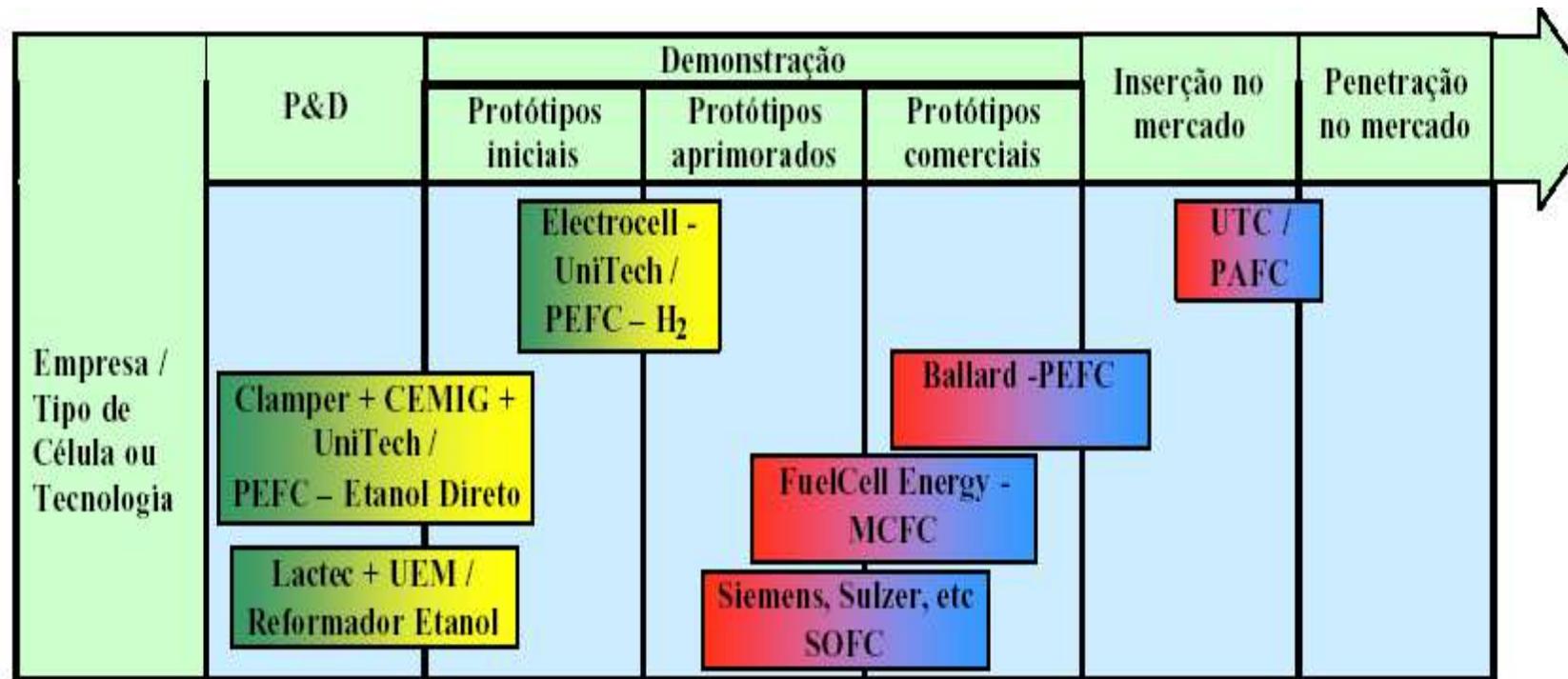


**Propulsão
Veicular**

Como usar HIDROGÊNIO?

Conversão em eletricidade

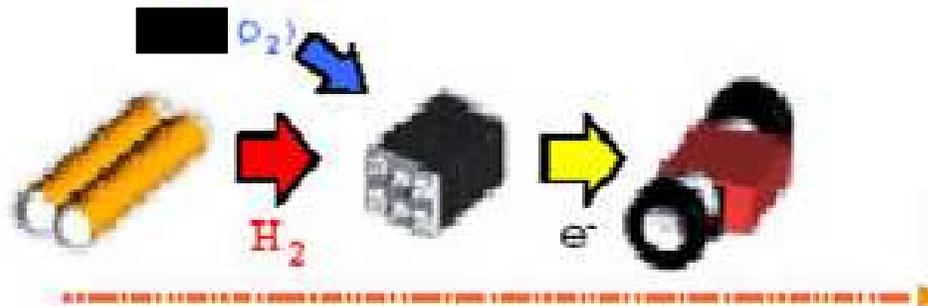
Células a combustível



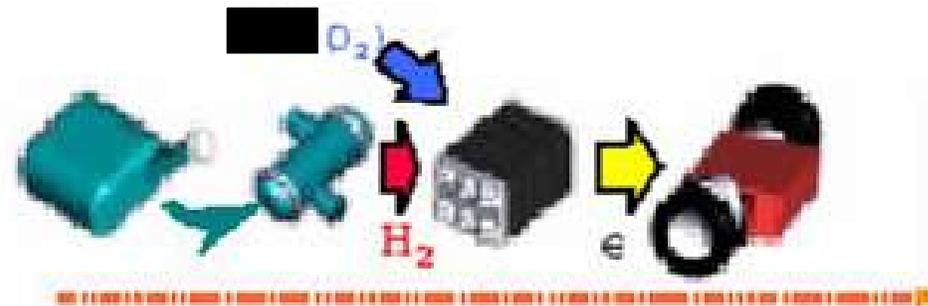
Como usar HIDROGÊNIO?

Células a combustível

PROPULSÃO VEICULAR



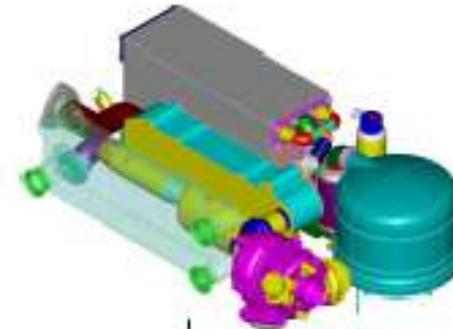
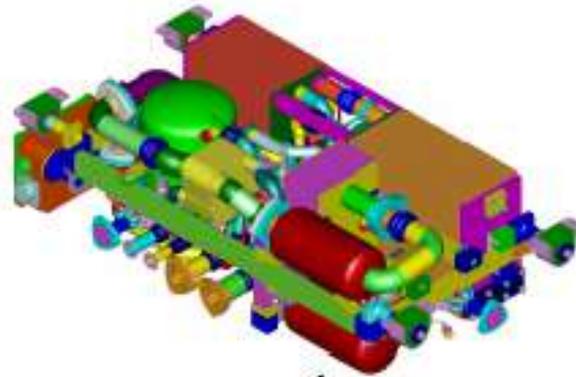
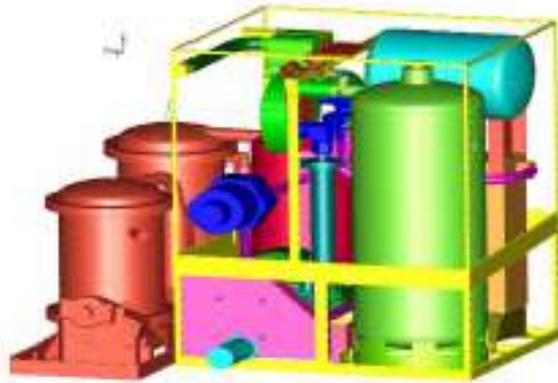
Reservatório de Hidrogênio embarcado
(uso para frotas de veículos)



Reformador de Hidrogênio embarcado
(uso geral)

Como usar HIDROGÊNIO?

Reformadores de METANOL



Modelo	ME-50-3	ME-75-5	ME 75-6
Ano	1997	1999	2000
Potencia (gross)	50 kW	75 kW	75 kW
Volume	225 l	110 l	64 l

Processo de Reforma

- Principais Processos de Reforma
 - Reforma-vapor: combustível + vapor d'água + calor
 - Oxidação parcial: combustível + O₂ (parcial)
 - Autotérmico: combustível + vapor d'água + O₂ (parcial)
- Principais Combustíveis
 - Hidrocarbonetos : metano (GN), GLP, gasolina
 - Álcoois: metanol, etanol
- Procedimentos Complementares
 - Reação de Shift do metano
 - Reação do CO
 - Purificação do H₂: remoção do CO e CO₂

Sistema UTC



NOVABUS:

- Sistema de 100KW com reformador de **metanol**
- DOE / Georgetown University

Sistemas BALLARD

2003 2ª série pré-comercial
30 unidades para 10 cidades Europeias

2002 Citaro

1999 Zebus

1998 P3 bus

2000 5 kW

1997 Nebus

1999 3 kW

1995 – P2 bus

1994 – P1 bus

Geradores Auxiliares

BALLARD
MAKING THE WORLD MOVE

Sistemas BALLARD

Hidrogênio		Metanol	
2001  Sprinter 75 kW		2001  Premacy 75 kW	
2000  Necar 4 75 kW	2000  Focus 75 kW	2000  Necar 5 75 kW	2000  Jeep C2 75 kW
1999  Necar 4 70 kW	1999  P2000 70 kW	1997  Necar 3 50 kW	
1996  Necar 2 50 kW			
1994  Necar 1 50 kW			

BALLARD
MAKING IT EASIER TO CHANGE THE WORLD

Aspectos a serem resolvidos

- **Produção do hidrogênio**
 - Hidrólise, reforma ou processos químicos inovadores?
 - Reforma de hidrocarbonetos fósseis ou renováveis?
 - Fonte de calor para reforma?
 - Fonte de eletricidade para a hidrólise?
- **Armazenamento e distribuição do hidrogênio**
 - Comprimido ou líquido?
 - Centralizado ou distribuído? – local (embarcado)?

Aspectos a serem resolvidos

- **Células de combustível:** Qual tipo?

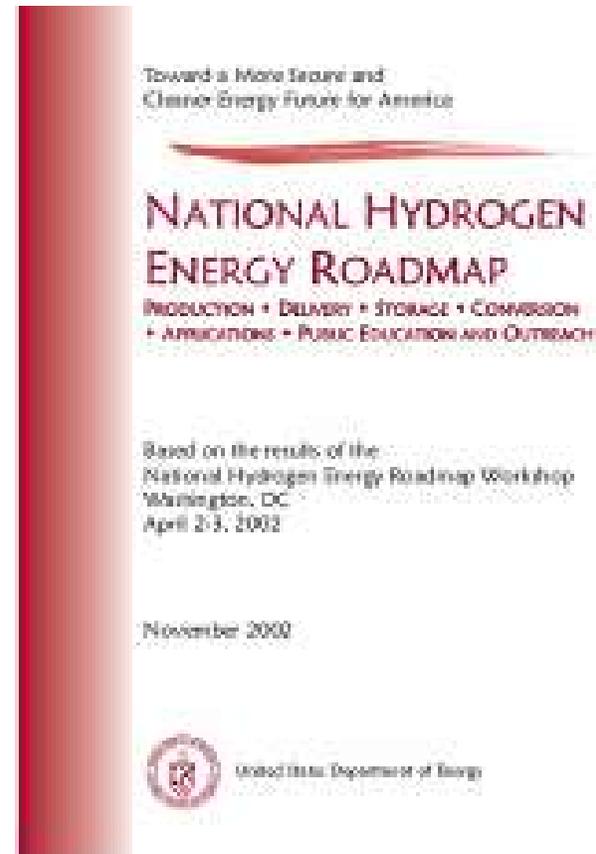
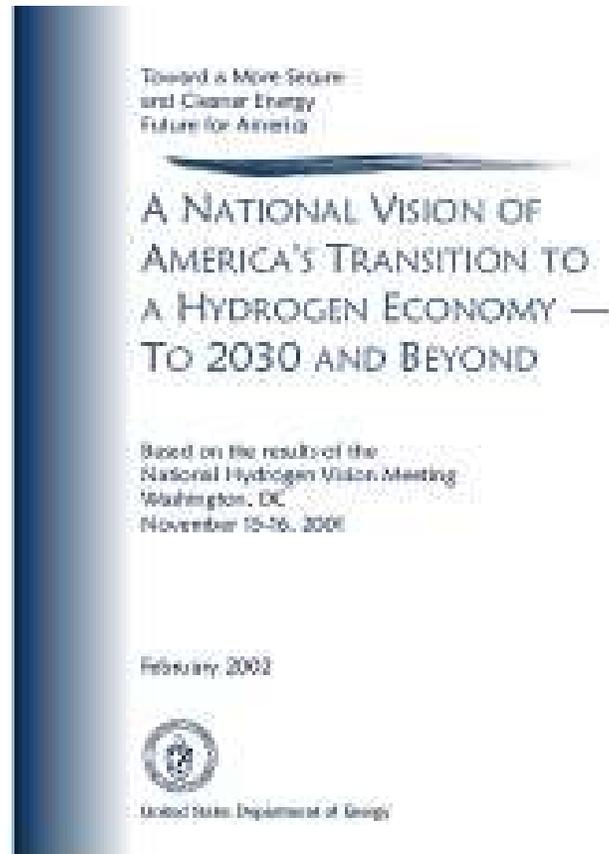
Tipo de célula			Descrição e Aplicações		
Célula a Combustível	Denominação em inglês	Siglas em inglês	Eletrólito	Temp. (°C)	Aplicações Potenciais
Alcalina	<i>Alkaline</i>	<i>AFC</i>	Alcalino	50-200	Transporte, Espaço
Eletrólito Polimérico	<i>Polymer Electrolyte</i>	<i>PEFC</i>	Polímero	50-80	Transporte, Geração Distribuída
Metanol Direto	<i>Direct Methanol</i>	<i>DMFC</i>	Polímero (metanol direto)	60-130	Transporte, Geração Distribuída
Ácido Fosfórico	<i>Phosphoric Acid</i>	<i>PAFC</i>	Ácido Fosfórico	190-210	Cogeração, Geração Distribuída
Carbonato Fundido	<i>Molten Carbonate</i>	<i>MCFC</i>	Carbonato Fundido	630-650	Cogeração, Geração Distribuída ou Centralizada
Óxido Sólido	<i>Solid Oxide</i>	<i>SOFC</i>	Óxido Sólido	700-1000	Cogeração, Geração Distribuída ou Centralizada

Desenvolvimentos recentes

- Soluções tecnológicas ainda incompletas / ineficientes
- Baixa difusão – alto custo de equipamentos (reformadores, células)
- Ausência de padrões e normas

**NECESSIDADE DE UMA POLÍTICA INDUSTRIAL E
TECNOLÓGICA**

Inserção dos EUA na Economia do Hidrogênio



Inserção do Brasil na Economia do Hidrogênio

- Ausência de uma política geral
- Iniciativas isoladas
 - Principalmente pesquisa e desenvolvimento
 - Desvinculadas de processos de industrialização / comercialização mais amplos
- Carência de empreendimentos



LAMEFF

Artificial Intelligence
Group

FAILURE AND
FRACTURE OF METALS
METALS

LAMEFF

LAMEFF

LAMEFF

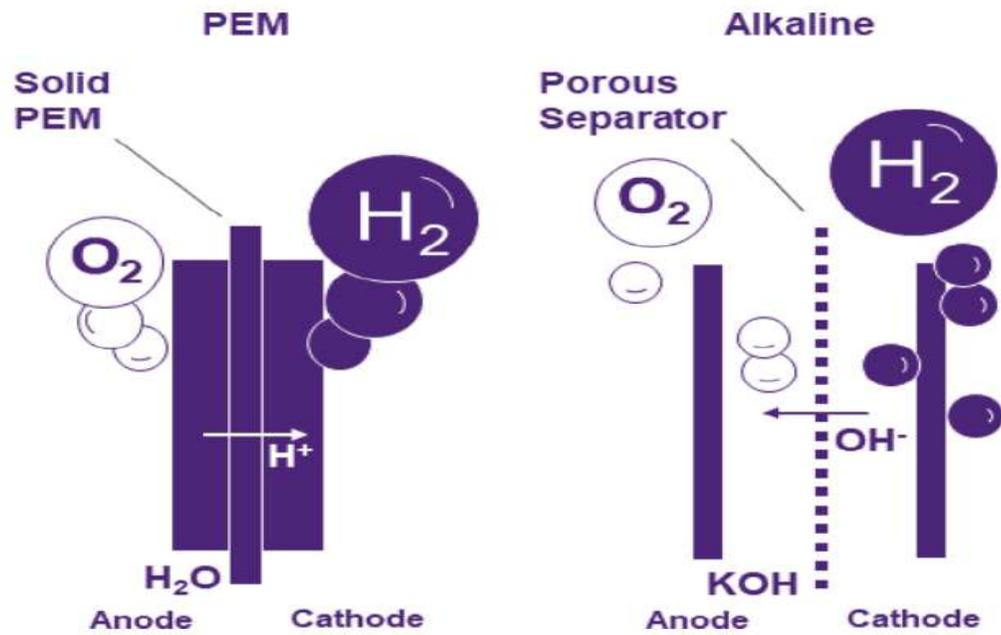
LAMEFF

PROENERGIA
Summit2024





Esquema de Eletrolisador PEM





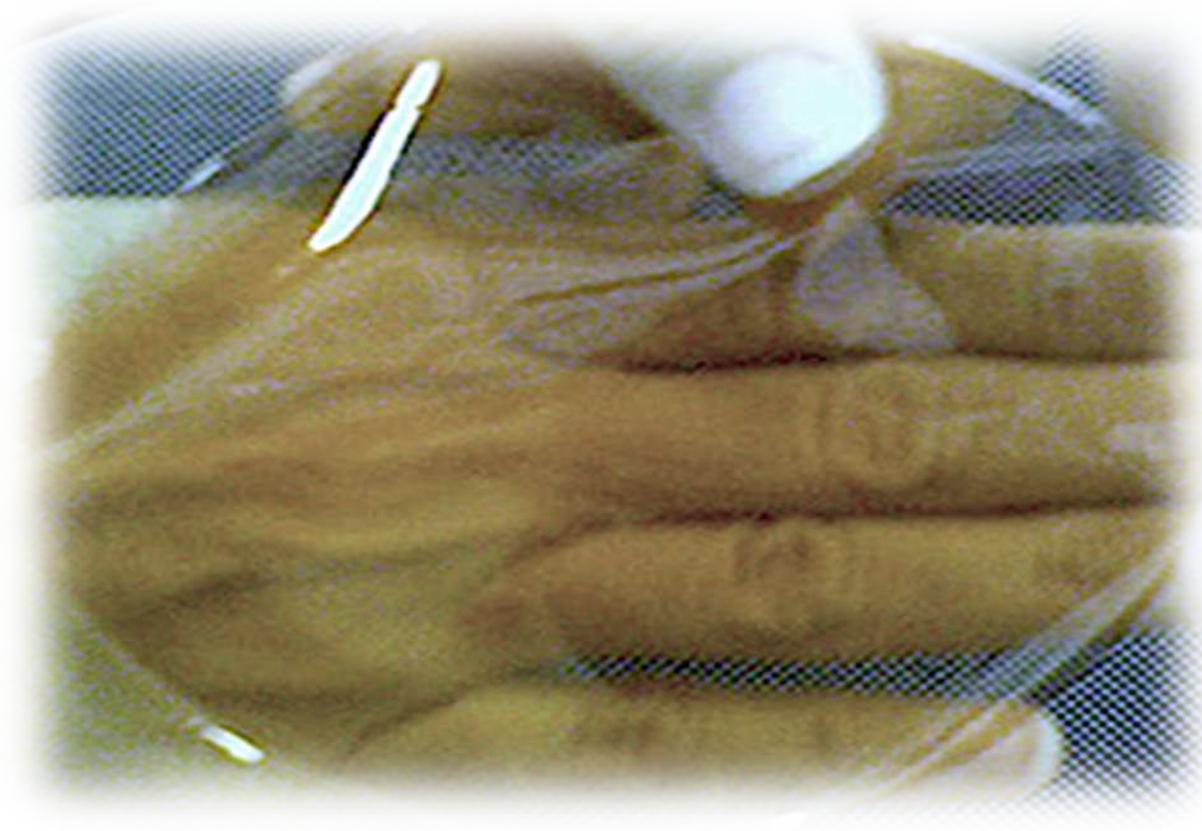
Desenvolvimento de novos materiais



MEMBRANA PEM: biopolímero compósito a partir de carapaças de camarão e fibras de bambu

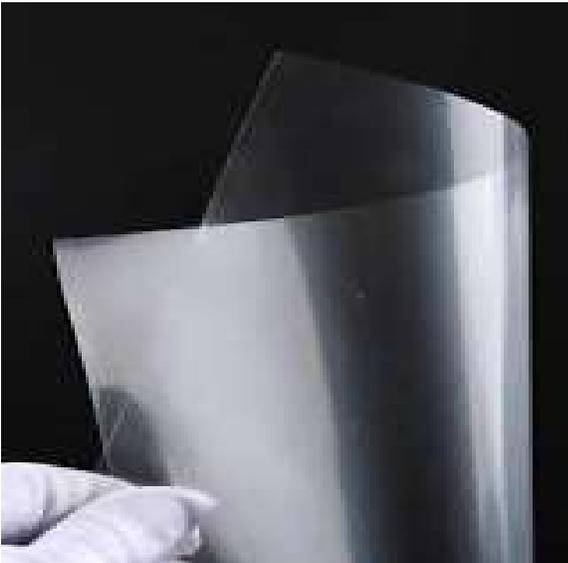
A nossa própria membrana PEM

(Proton Exchange Membrane) de Quitosana!





~~Porque a quitosana?~~



Membranas com tecnologia:
Portuguesa
Americana
Japonesa

- Disponibilidade Regional
- Baixo Custo
- Produzida por famílias cearenses
- Tecnologia Nacional

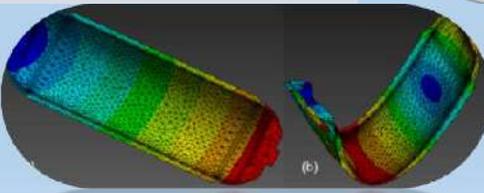
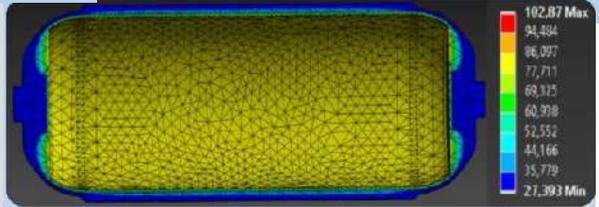
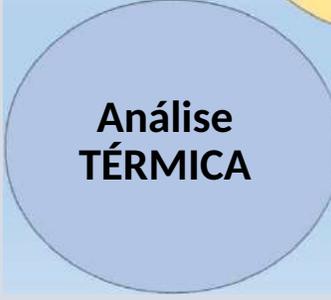
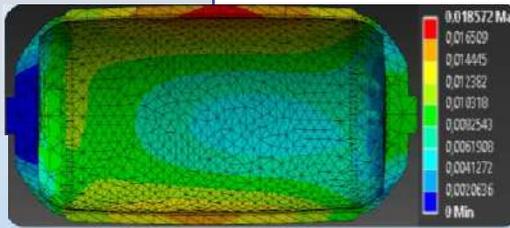
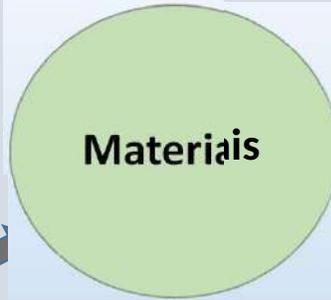
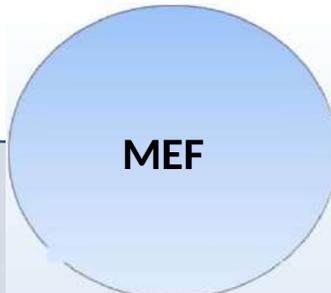
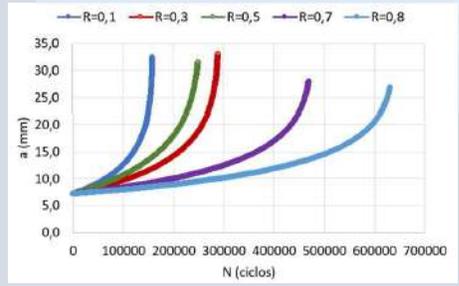
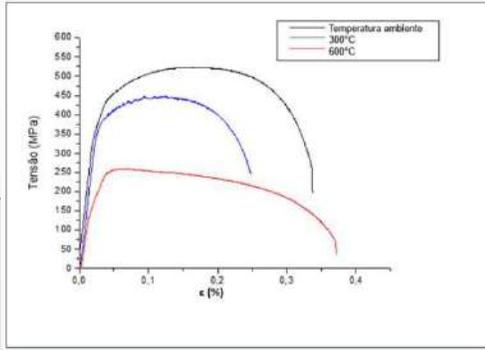
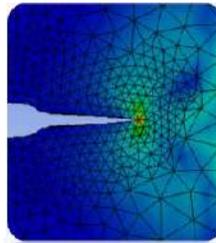
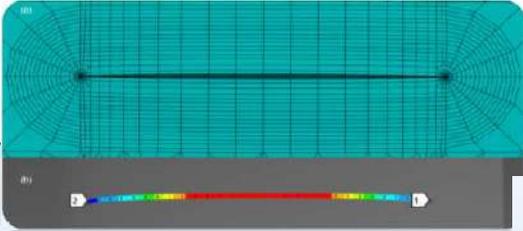


“Aproveitamento da economia de crustáceos no nosso estado para desenvolvimento de um produto genuinamente regional!”





LAMEFF/UFC



Enio Pontes de Deus

Prof. Titular UFC

Coordenador do LAMEFF/UFC

Conselho Consultivo FINEP

epontes@ufc.br

