



## Seminário Interdisciplinar em Energia & Sustentabilidade

UNILA | Jd. Universitário - Auditório  
2 a 7 de dezembro



# “Produção de hidrogênio por reforma catalítica da biomassa”

**Prof. Dr. Helton José Alves**

**Universidade Federal do Paraná – UFPR/Setor Palotina**

**Laboratório de Materiais e Energias Renováveis - LABMATER**

**Foz do Iguaçu, 02 de dezembro de 2019.**

MESTRADO E DOUTORADO EM  
Energia e  
Sustentabilidade





**LABMATER**  
LABORATÓRIO DE MATERIAIS  
E ENERGIAS RENOVÁVEIS

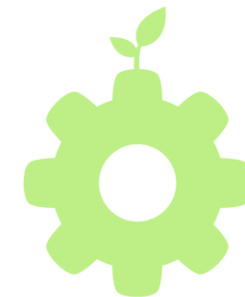


LOCAL: SETOR PALOTINA / DEE

INÍCIO DAS ATIVIDADES: 2011

DOCENTES: Helton José Alves (coordenador)  
Mabel Karina Arantes

TÉCNICO: Lázaro José Gasparrini



**PPGETA**  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia e Tecnologia Ambiental

# GCatProBio

## GCatProBio - Grupo de Catálise e Produção de Biocombustíveis

Endereço para acessar este espelho: [dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/3583391096720880](http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/3583391096720880)

### Identificação

Situação do grupo: Certificado

Ano de formação: 2011

Data da Situação: 20/02/2014 18:11

Data do último envio: 03/07/2016 11:26

Líder(es) do grupo: Helton José Alves

Maria Cristina Milinsk

Área predominante: Ciências Exatas e da Terra; Química

Instituição do grupo: Universidade Federal do Paraná - UFPR

Unidade: Universidade Federal do Paraná

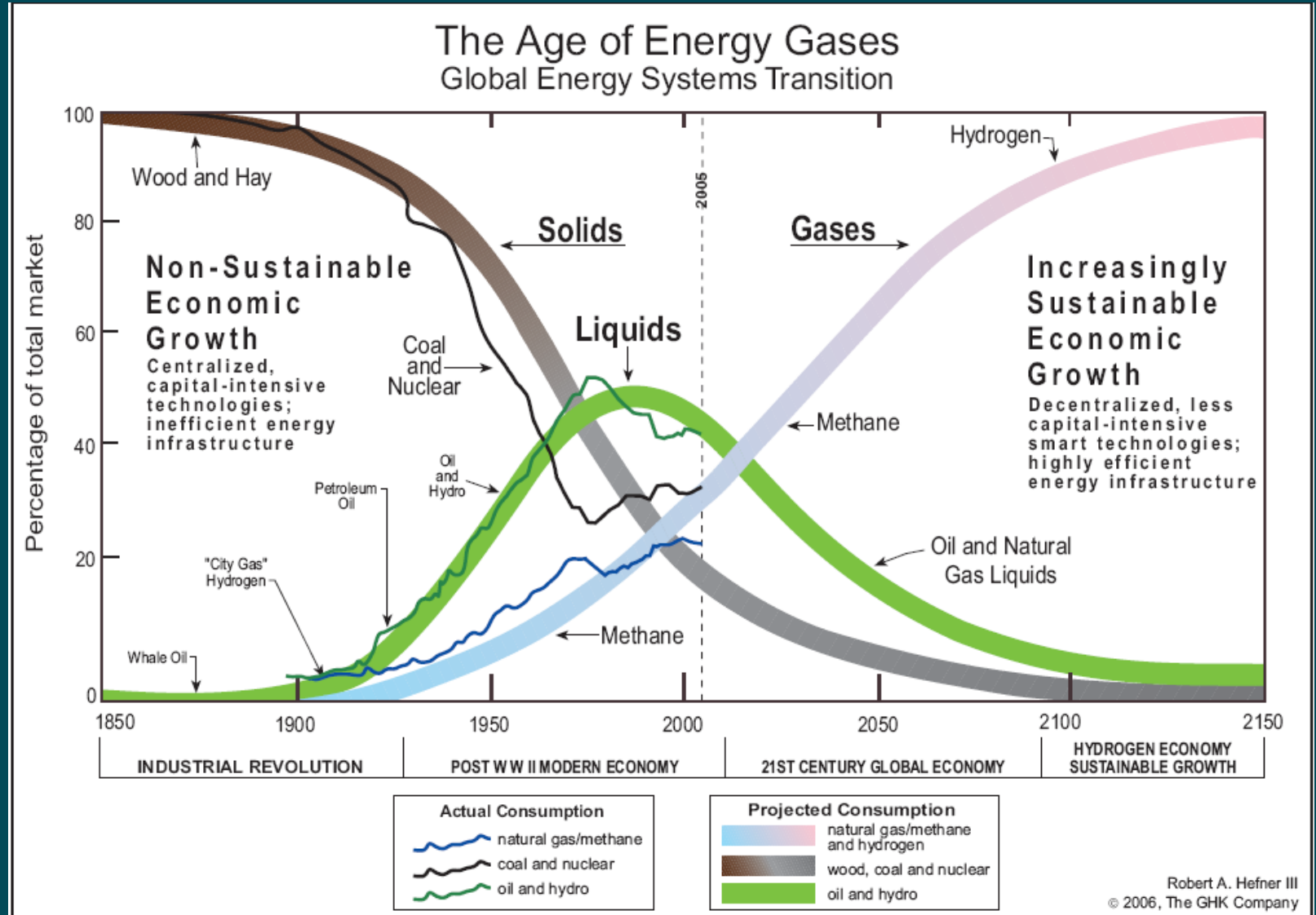


**LABMATER**

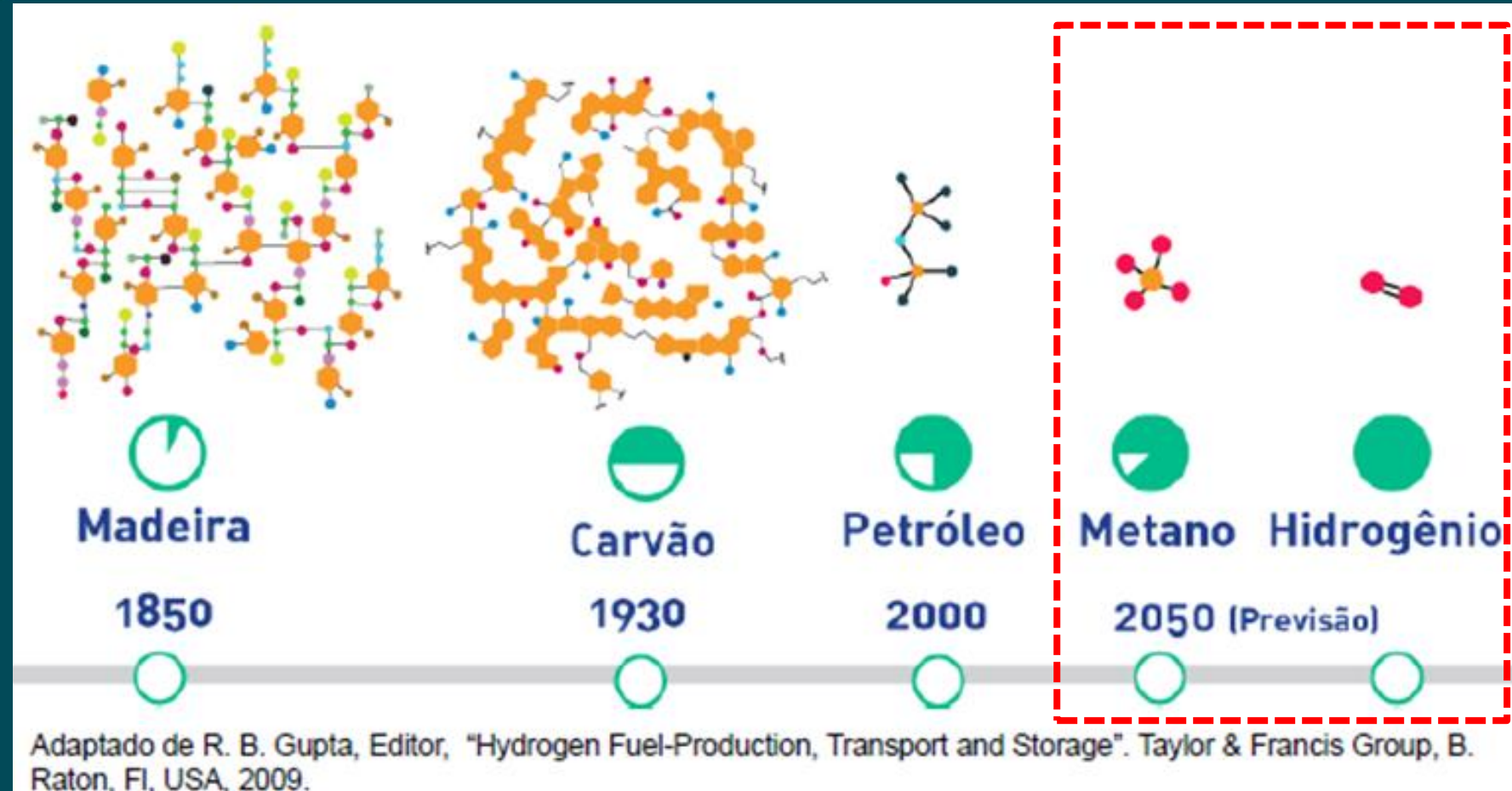
LABORATÓRIO DE MATERIAIS  
E ENERGIAS RENOVÁVEIS

### Linhas de pesquisa

Nome da linha de pesquisa	Quantidade de Estudantes	Quantidade de Pesquisadores
Produção de biodiesel	17	12
Produção de hidrogênio	12	11
Síntese de catalisadores heterogêneos	8	9



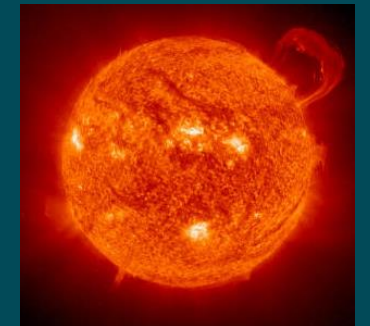
# Descarbonização dos combustíveis



Adaptado de R. B. Gupta, Editor, "Hydrogen Fuel-Production, Transport and Storage". Taylor & Francis Group, B. Raton, FL, USA, 2009.

# O contexto do hidrogênio

- Elemento mais abundante do universo (95% em número de átomos e 75% em massa)
- **99% da energia do universo é proveniente do hidrogênio**
- fusão nuclear (consumo de 4 milhões de ton de hidrogênio/s) / núcleo do Sol
- **ocorrência x disponibilidade.**  
(o ar possui < 1 ppm de hidrogênio)



**PRECISAMOS EXTRAIR O HIDROGÊNIO!!!**

# Produção mundial de H<sub>2</sub>

**USO PREDOMINANTE DE MATÉRIAS  
PRIMAS NÃO RENOVÁVEIS!!!**

<b>Fonte</b>	<b>10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>/ano (CNTA)</b>	<b>(%)</b>
<b>Gás Natural</b>	<b>240</b>	<b>48</b>
<b>Óleo Pesado</b>	<b>150</b>	<b>30</b>
<b>Carvão</b>	<b>90</b>	<b>18</b>
<b>Eletrólise</b>	<b>20</b>	<b>4</b>
<b>Total</b>	<b>500</b>	<b>100</b>

**Produção mundial: 500 bilhões de m<sup>3</sup>/ano**



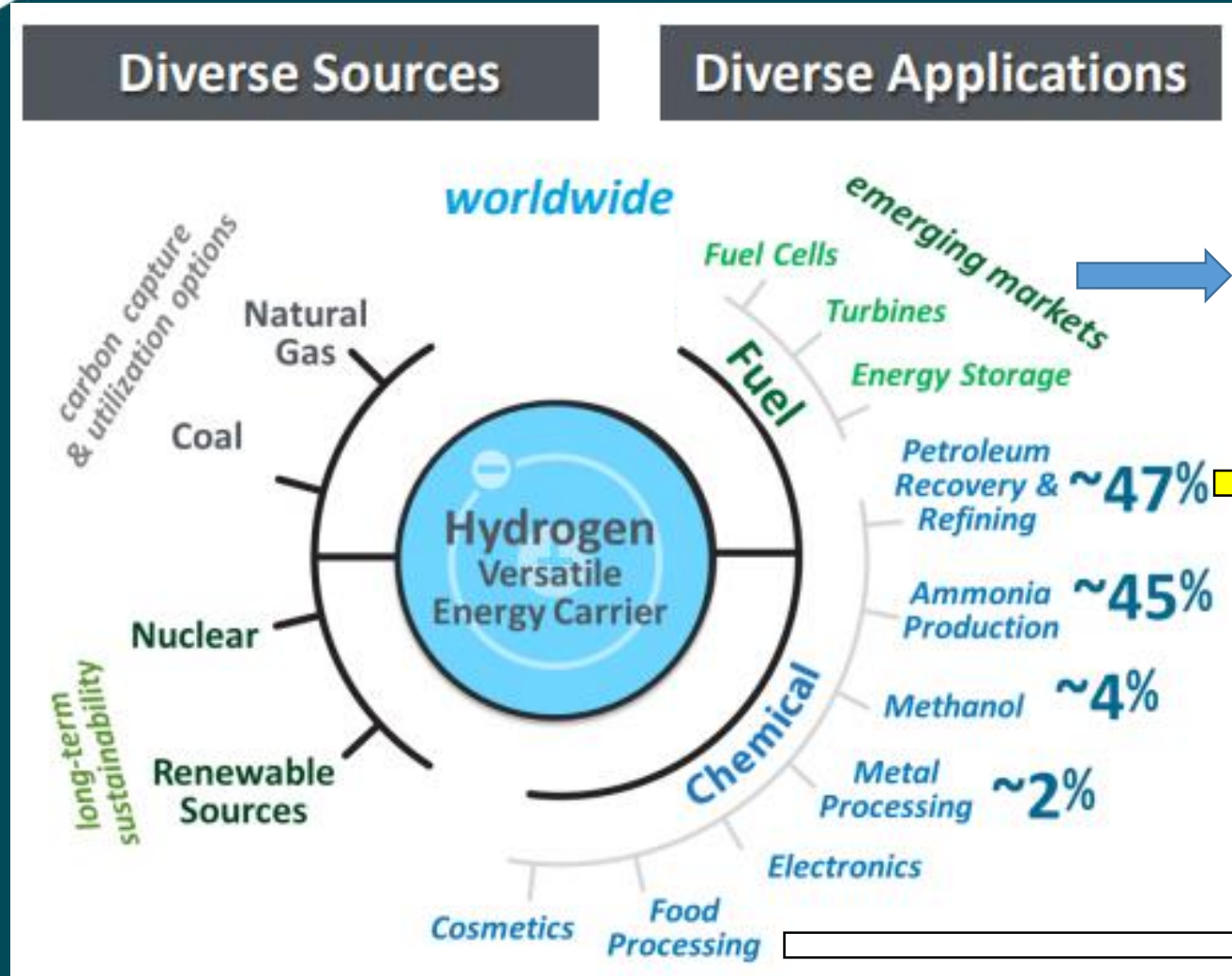
# Propriedades do H<sub>2</sub>

PROPRIEDADES	VALORES
Fórmula Química	H <sub>2</sub>
Massa Molecular	2,0158 g/mol
Qtd. de energia por unidade de massa	145,0 MJ/kg
Massa volumétrica	0,08967 kg/m <sup>3</sup>
Ponto de ebulição	- 252,88 °C
Ponto de fusão	- 259,20°C

- Elevado poder calorífico (3X o da gasolina)

- Grande dificuldade de compressão exigindo elevadas pressões ou tecnologias mais sofisticadas (transporte caro)



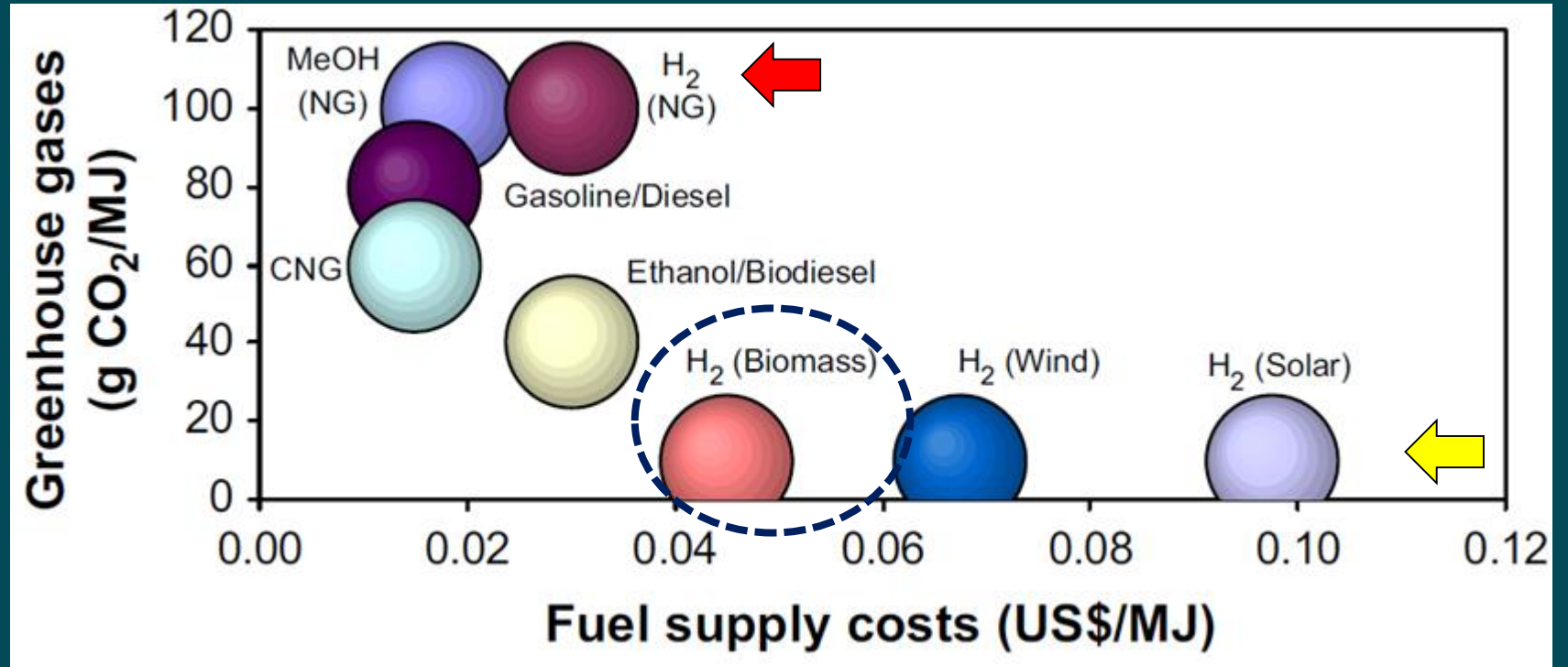


< 2% aplicação direta em energia (energia térmica ou CaC)

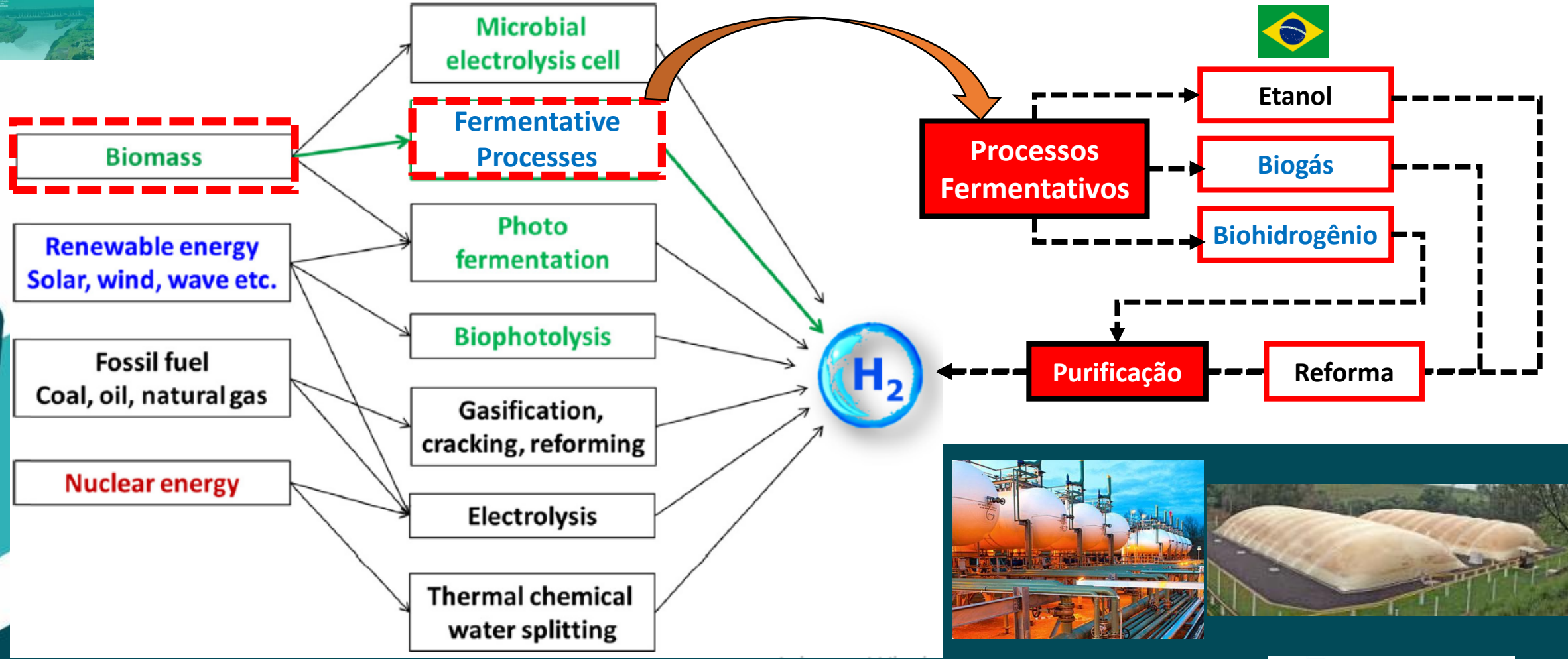
- Refinarias (dessulfurização de diesel e gasolina)

- Agroindústrias (hidrogenação de óleos)

# Custos e emissões na produção do H<sub>2</sub>



Hotza D, Da Costa JCD. Fuel cells development and hydrogen production from renewable resources in Brazil. Int J Hydrogen Energy 2008;33:4915e35.

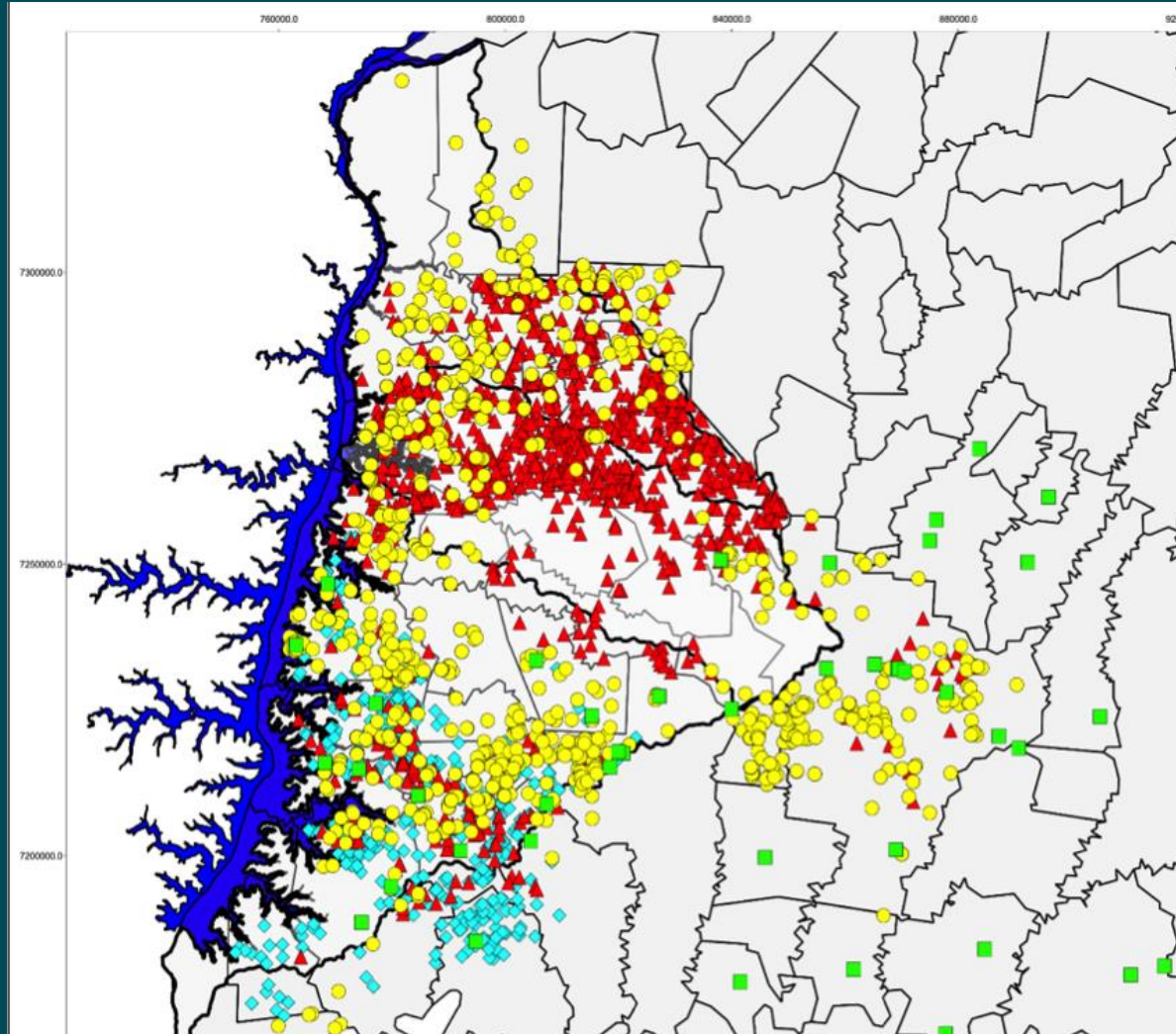


Principais matérias primas e rotas de produção de Hidrogênio

Adaptado de: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 92 (2018) 284-306



## Pré-sal caipira



Problema ambiental



Grande potencial de  
geração de energia

- Produção dispersa
- Arranjos locais  
(condomínios de agroenergia)
- Grandes agroindústrias

Amarelo: aves

Vermelho: suínos

Azul: bovinos



# Biogás: Exemplos de arranjos locais

## Entre Rios do Oeste-PR (prefeitura e 18 produtores)



- População de suínos: 30 vezes maior que o número de habitantes
- Dejetos de animais: 215 toneladas/dia
- Produção: 5.000 m<sup>3</sup> de biogás/dia
- Potência instalada: 480 kW
- Energia elétrica gerada: atende a demanda dos prédios públicos

## Potencial do Estado de São Paulo na geração de biogás

- Vinhaça / Usinas Etanol: 151.424 m<sup>3</sup>/h de biometano – 22% do consumo de GN do Estado
  - Aterros sanitários: 136.096 m<sup>3</sup>/h de biometano – 20% GN de SP
  - ETE e resíduos de abatedouros: 32.180 m<sup>3</sup>/h de biometano - 4% GN de SP
- TOTAL: 321.700 m<sup>3</sup>/h de biometano - 46% consumo GN do Estado**



# Biogás no BR: Potencial e produtores

## Plantas de biogás em operação no Brasil

Seminário Interdisciplinar em Energia & Sustentabilidade

UNILA 1.º Seminário - Auditório

2 a 7 de dezembro



**Empresa de Pesquisa Energética (EPE)**

**Potencial energético das biomassas no Brasil:**

**2013:** 210 milhões de TEP

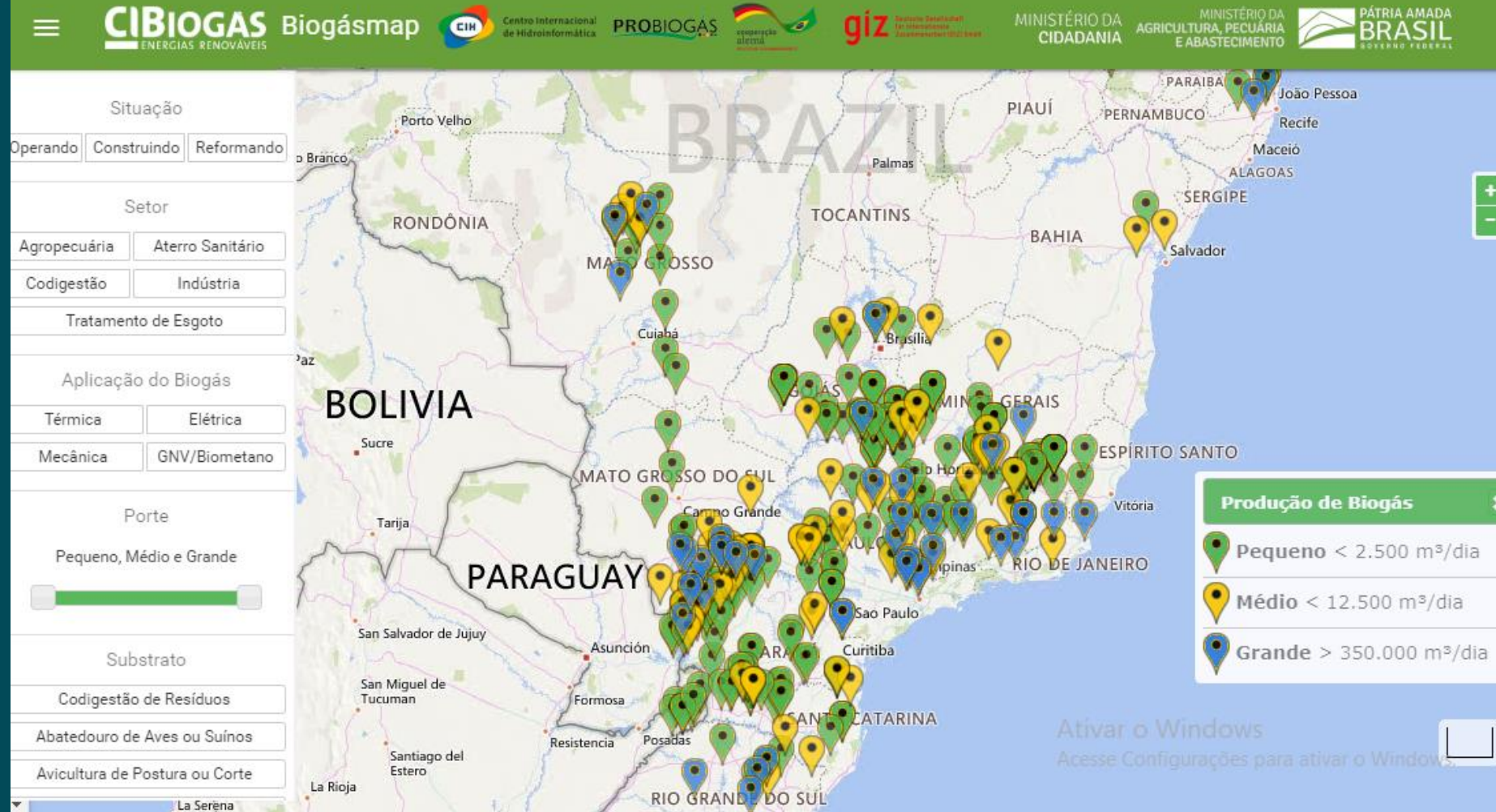
**2050:** 460 milhões de TEP

**Associação Brasileira do Biogás e Biometano (Abiogás)**

**Potencial nacional:**

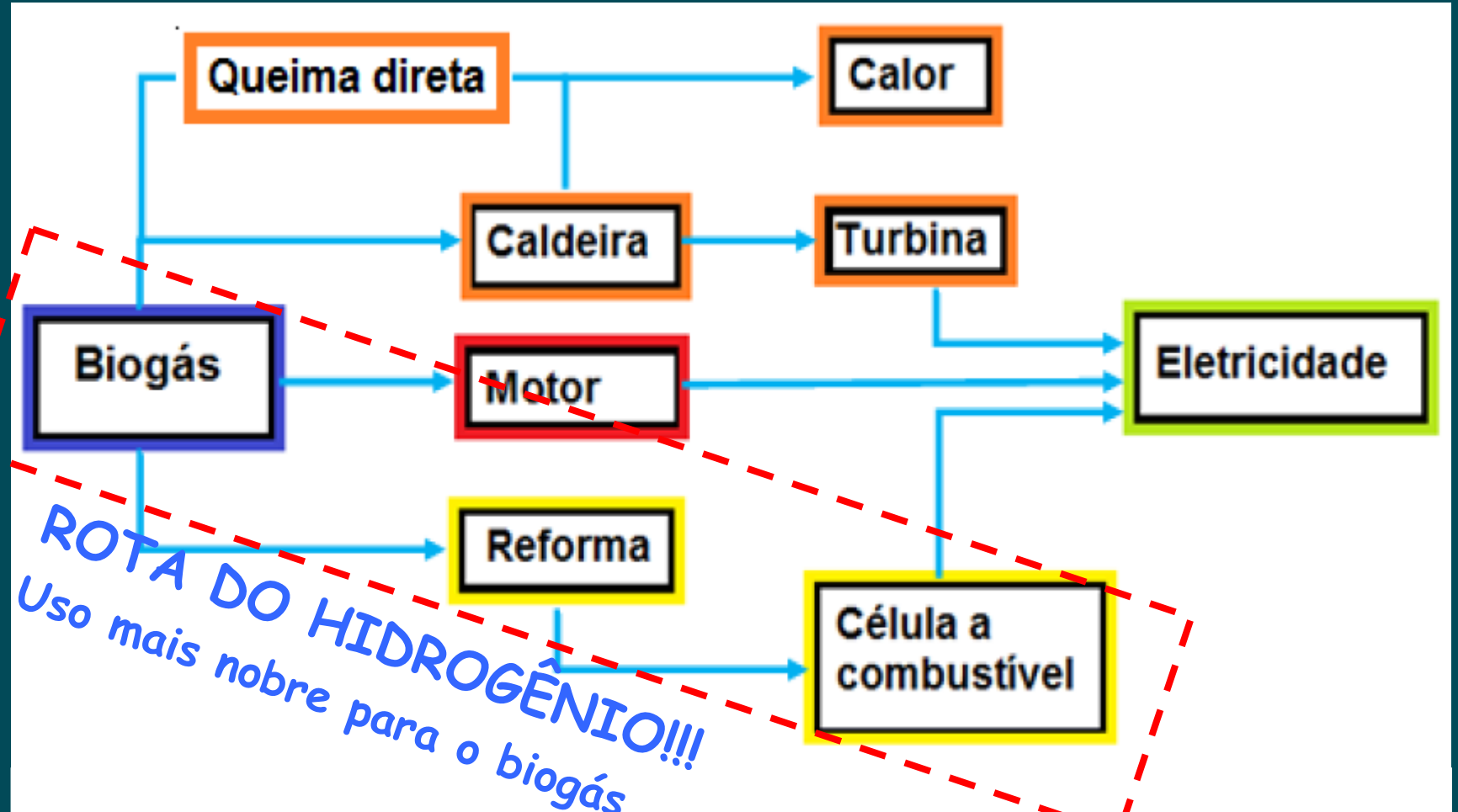
**20 bilhões m<sup>3</sup>/ano** (setores sucroalcooleiro e produção de alimentos) + **3 bilhões m<sup>3</sup>/ano**. Saneamento básico, resíduos e esgotos domésticos:

**≈ 36% da demanda de EE**



<https://mapbiogas.cibioogas.org/>

# Rotas energéticas do biogás



# Composição do biogás

- 1) Biogás *in natura*: 55 – 70% CH<sub>4</sub> (metano)  
30 – 45% CO<sub>2</sub>  
500-4000 ppm H<sub>2</sub>S (depende do dejetos)

2) Biogás parcialmente tratado: **remoção de H<sub>2</sub>S**

3) Biogás enriquecido em **biometano**: > 96,5% CH<sub>4</sub>  
3% CO<sub>2</sub>

Resoluções ANP: n°. 8/2015 e n°. 685/2017

< 10 ppm H<sub>2</sub>S

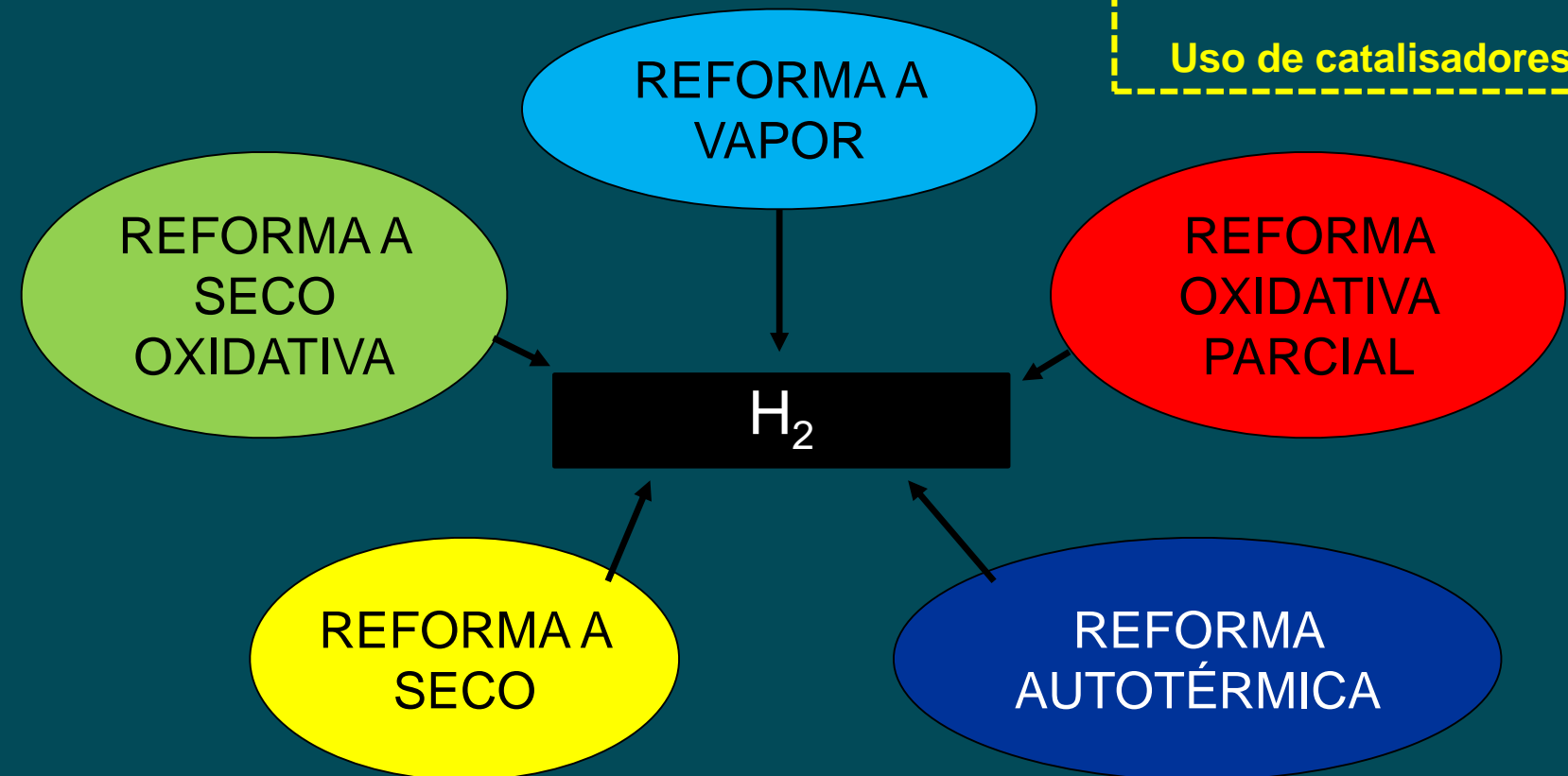
Composição e PCI semelhantes ao gás natural.





## DEFINIÇÃO DE REFORMA

Processo endotérmico ou exotérmico de conversão catalítica, de um combustível líquido, sólido ou gasoso para um gás que pode ser utilizado como combustível (Sordi *et al*, 2006).



# Reações químicas envolvidas nos processos de reforma do metano

**Table 2 – Chemical reactions involved in the methane reforming processes [7,24,79,81].**

Identification of reaction	Type of reaction	Thermal reaction, $\Delta H_{298}$ (kJ/mol)
Eq. 1	$\rightarrow$ $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$	206
Eq. 2	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$	-41.2
Eq. 3	$\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + 4\text{H}_2$	165
Eq. 4	$\text{CH}_4 \leftrightarrow \text{C} + 2\text{H}_2$	74.9
Eq. 5	$2\text{CO} \leftrightarrow \text{C} + \text{CO}_2$	-172.4
Eq. 6	$\text{CO} + \text{H}_2 \leftrightarrow \text{C} + \text{H}_2\text{O}$	-131.3
Eq. 7	$\rightarrow$ $\text{CH}_4 + 1/2\text{O}_2 \leftrightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2$	-35.6
Eq. 8	$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \leftrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	-801.7
Eq. 9	$\rightarrow$ $\text{CH}_4 + 1/2x\text{O}_2 + y\text{CO}_2 + (1-x-y)\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow (y+1)\text{CO} + (3-x-y)\text{H}_2$	$\approx 0$
Eq. 10	$\rightarrow$ $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \leftrightarrow 2\text{CO} + 2\text{H}_2$	247.4
Eq. 11	$\text{CH}_4 + \beta\text{CO}_2 + (1-\beta)/2\text{O}_2 \leftrightarrow (1+\beta)\text{CO} + 2\text{H}_2$	$(285\beta - 38) \quad 0 \leq \beta \leq 1$

**SYNGAS:  $\text{H}_2 + \text{CO}$**

**Reforma do metano:** modelo para a reforma do biogás

## Review

## Overview of hydrogen production technologies from biogas and the applications in fuel cells

Helton José Alves <sup>a,\*</sup>, Cícero Bley Junior <sup>c</sup>, Rafael Rick Niklevicz <sup>c</sup>, Elisandro Pires Frigo <sup>b</sup>, Michelle Sato Frigo <sup>b</sup>, Carlos Henrique Coimbra-Araújo <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Biofuels Technology Course, Federal University of Paraná (UFPR-Campus Palotina), R. Pioneiro, 2153, Jardim Dallas, 85950-000 Palotina, PR, Brazil

<sup>b</sup> Agronomy Course, Federal University of Paraná (UFPR-Campus Palotina), R. Pioneiro, 2153, Jardim Dallas, 85950-000 Palotina, PR, Brazil

<sup>c</sup> International Renewable Energy Center-Emphasis on Biogas (CIER-Biogas), ITAIPU Binacional-Parque Tecnológico Itaipu (PTI),

Av. Tancredo Neves, 6731, 85867-900 Foz do Iguaçu, PR, Brazil



**LABMATER**  
LABORATÓRIO DE MATERIAIS  
E ENERGIAS RENOVÁVEIS

**Reator: Leito fixo**

**Pressão: baixa**

**Temperatura: 700-850 °C**

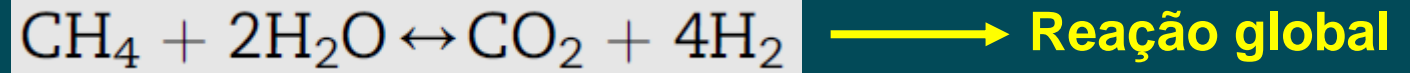
**Catalisador: Ni / óxidos**

# Reforma do metano – Resumo

**Table 3 – A summary of studies on H<sub>2</sub> production using methane or biogas in conventional reforming processes.**

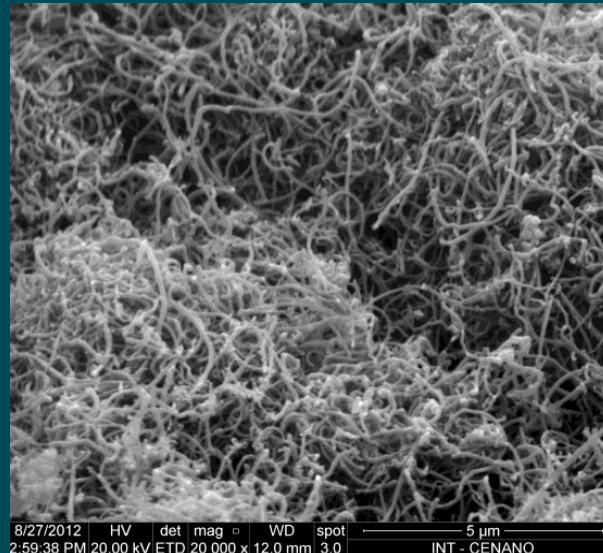
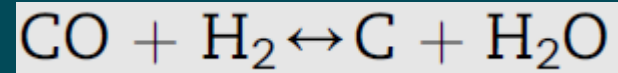
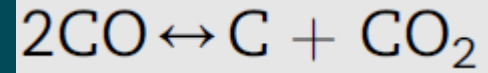
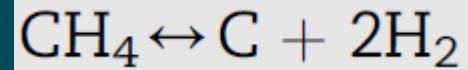
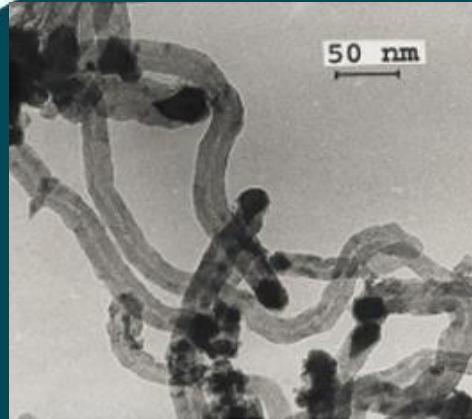
Process	Reactor	Temperature (°C)	Catalyst	H <sub>2</sub> /CO	Conversion of CH <sub>4</sub> (%)	Reference	
SR	Fixed-bed	600	Ni-Ce <sub>0.8</sub> Zr <sub>0.2</sub> O <sub>2</sub>	3.4	70	[41]	
	Fixed-bed	650	NiMg <sub>17.4</sub> Al <sub>1.6</sub> O <sub>20.8</sub>	3.7	98	[43]	
	Fixed-bed	700	Ni/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	a	85	[39]	
	Fixed-bed	715	Ru/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.7	90	[105]	
	Fluidized-bed	850	Ni/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.1	98	[2]	
	Fixed-bed	750	Ni/CaO–Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.5	95	[3]	
	Fixed-bed	750	Ni/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.0	85	[106]	
	Fluidized-bed	750	Ni/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.2	96	[106]	
POR	Fixed-bed	800	Pt/CeO <sub>2</sub>	2.0	85	[44]	
	Fixed-bed	850	NiO/MgO	2.0	87	[45]	
	Fixed-bed	700	Ni/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.0	100	[46]	
	Fixed-bed	800	NiCoMgCeO <sub>x</sub> /ZrO <sub>2</sub> –HfO <sub>2</sub>	2.0	95	[48]	
ATR	Fixed-bed	700	Ni/MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	3.2	92	[52]	
	Fixed-bed	800	Pt/ZrO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.0	100	[53]	
	Fixed-bed	700	Rh/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.5	95	[55]	
	Fixed-bed	750	Ni/Cu <sub>5</sub> Zr <sub>10</sub> Ce <sub>20</sub> Al <sub>65</sub> O <sub>8</sub>	3.9	100	[56]	
	Fixed-bed	750	Ni/cordierite	2.6	90	[74], <sup>b</sup>	
	Fixed-bed	850	Ni/insulating (Si,Mg,Al) (monolithic)	2.8	95	[75], <sup>b</sup>	
	Fixed-bed	800	Ni/SBA-15	1.4	92	[31]	
	Fixed-bed	750	Ni/NiO–MgO	1.2	75	[111]	
	DR	Fixed-bed	860	Ni/CeO <sub>2</sub> –Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.3	90	[60]
		Fixed-bed	750	Rh-NiLa/γ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.9	70	[92]
Fixed-bed		700	La/hydrotalcite	0.7	67	[62]	
Fixed-bed		700	Ni/CeZrO <sub>2</sub> –MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	1.2	85	[63]	
DOR	Fixed-bed	750	Rh-NiLa/γ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.0	86	[92]	
	Fluidized-bed	900	Pt-Rh/Ce–ZrO <sub>2</sub> –Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.0	100	[1]	
	Fixed-bed	850	NdCoO <sub>3</sub> perovskite	1.7	95	[66]	
	Fluidized-bed	750	5Ni/5ZrO <sub>2</sub> –SiO <sub>2</sub>	1.9	77	[47]	

# Reforma a vapor do metano



- Processo de reforma mais conhecido e mais empregado industrialmente (GN)
  - Razão  $\text{H}_2/\text{CH}_4$  mais interessante
  - Susceptível à formação de coque

# Coque - reforma do metano



- encapsulado /  
filamentoso

- grafite / NTC



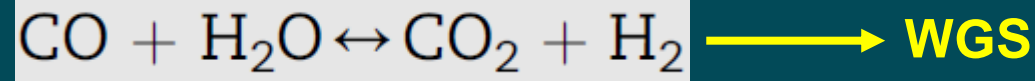
## Desativação:

- Depósito de C (coque)
- Envenenamento (enxofre)
- Sinterização

## Possíveis soluções:

- Vapor de  $\text{H}_2\text{O}$
- Catalisador com suportes básicos contendo Ca, Mg ou K (promotores)

# Reforma a seco do metano



- Consome dois gases de efeito estufa
- Razão  $\text{H}_2/\text{CH}_4$  inferior a reforma a vapor
- Possibilita a produção descentralizada do  $\text{H}_2$
- Maior tendência à formação de coque



## Catalyst design for dry reforming of methane: Analysis review

Nicolas Abdel Karim Aramouni<sup>a</sup>, Jad G. Touma<sup>b</sup>, Belal Abu Tarboush<sup>a</sup>, Joseph Zeaiter<sup>a,\*</sup>,  
 Mohammad N. Ahmad<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Chemical and Petroleum Engineering, American University of Beirut, Beirut, Lebanon

<sup>b</sup> School of Chemical, Biological and Environmental Engineering, Oregon State University, Oregon, USA



# Mecanismo reacional - RSM

Fig. 1. Reaction steps for the dry reforming of methane [25]: (a) Dissociative adsorption of CO<sub>2</sub> on the metal and metal-support interface respectively. (b) Fast desorption of CO and hydrogen. (c) Formation of surface hydroxyls and oxygen spillover. (d) Surface hydroxyls and oxygen species oxidize hydrogen depleted S-CH<sub>x</sub> species and formation of CO and H<sub>2</sub>.

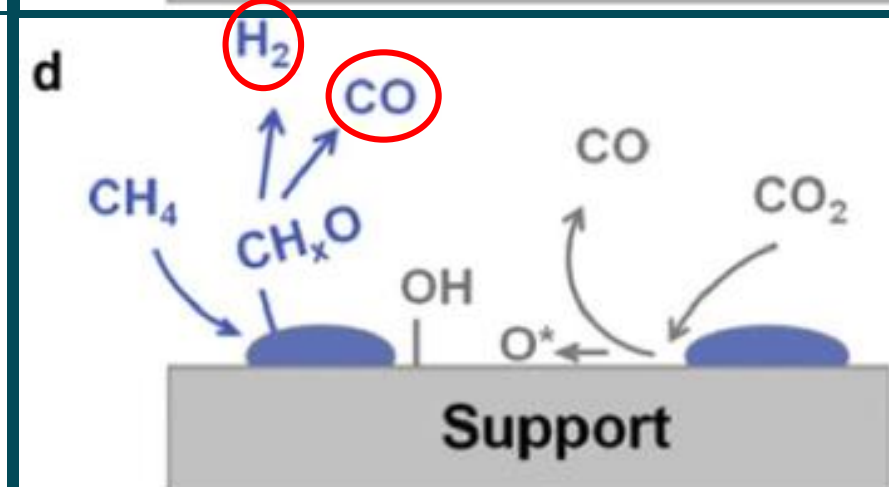
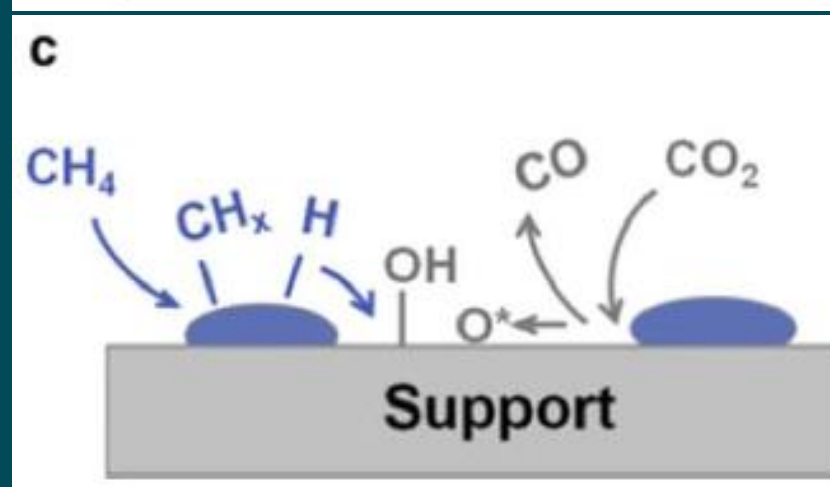
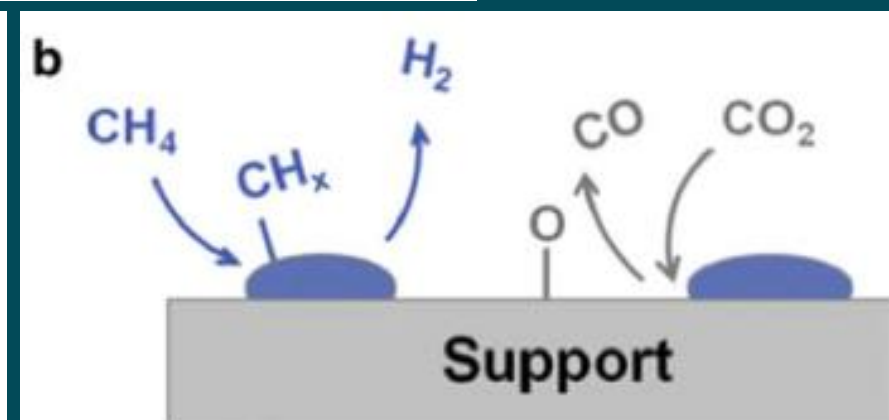
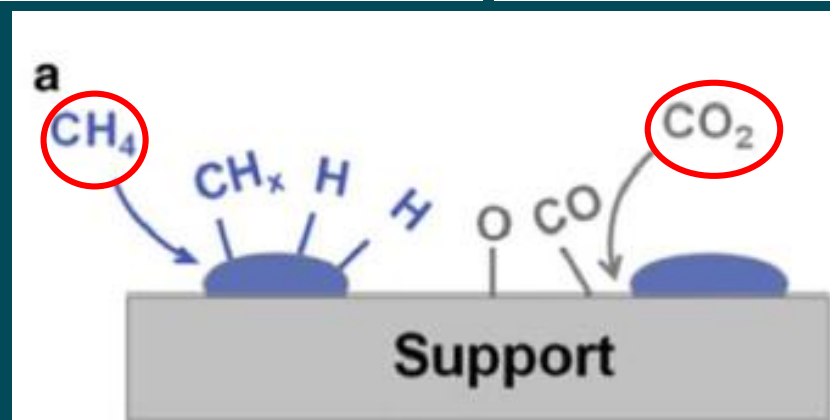
Catalisador



Fase ativa  
(metal)

+

Suporte



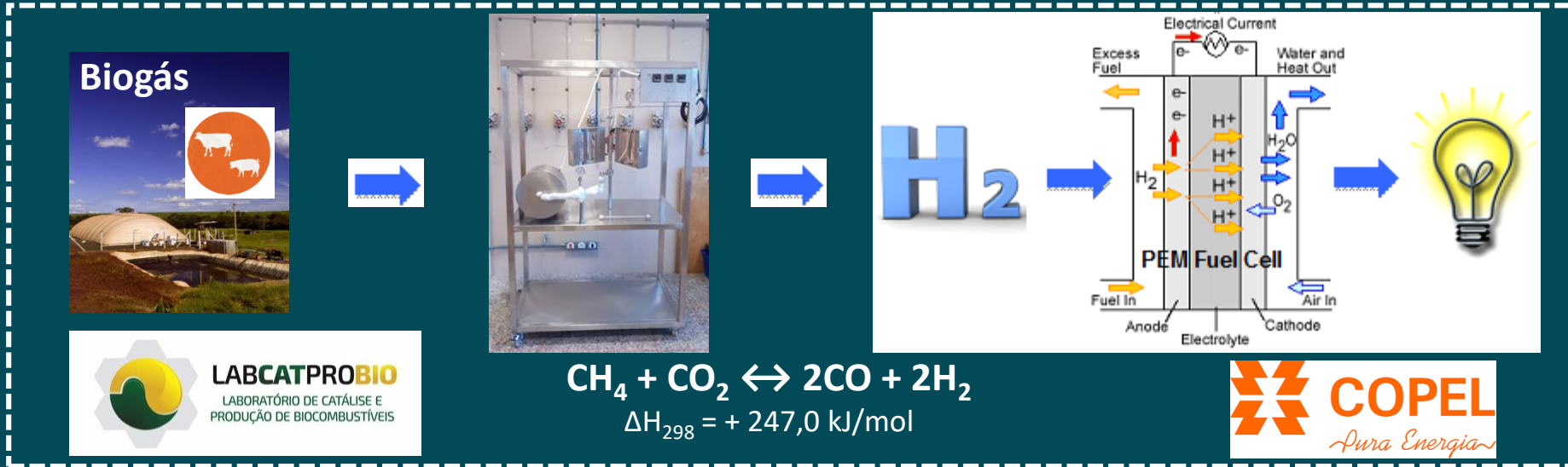


Uso do biogás rural pré-purificado (< 10 ppm H<sub>2</sub>S)

Construção do reator para a conversão do biogás em gás de síntese rico em H<sub>2</sub>

Uso do H<sub>2</sub> purificado em CaC-PEM (500 W)

Geração de energia elétrica para suprir demanda intermitente



Desenvolvimento de catalisadores peletizados para o processo de reforma do biogás

Avaliação do desempenho e tempo de vida útil da CaC

Avaliação da eficiência na integração da CaC com a mini-rede elétrica

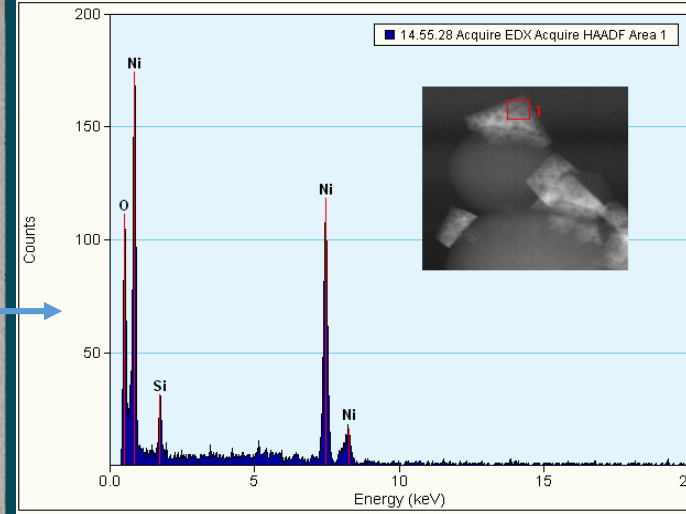
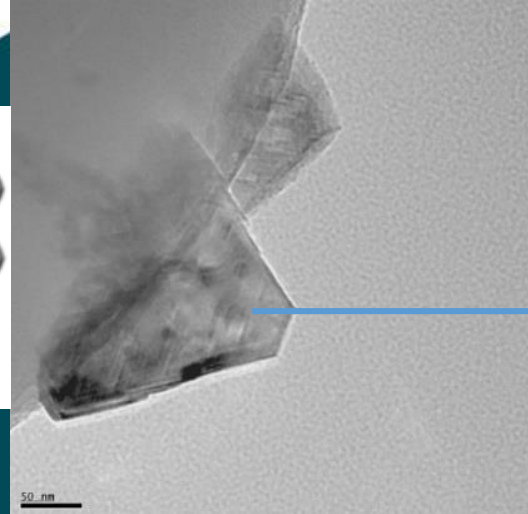
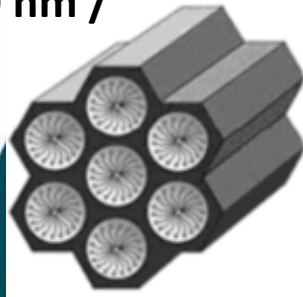


# RSM - Resultados experimentais

## Catalisador **Ni/Si-MCM-41** desenvolvido

**MCM-41**

(estrutura de sílica  
mesoporosa / 2 a 50 nm /  
1300 m<sup>2</sup>/g)



INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY 44 (2019) 32003–32018



ELSEVIER

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

ScienceDirect

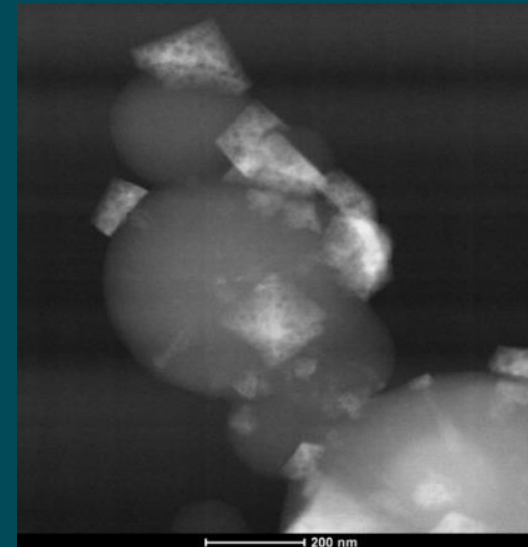
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/he](http://www.elsevier.com/locate/he)



**Si-MCM-41 obtained from different sources of silica  
and its application as support for nickel catalysts  
used in dry reforming of methane**



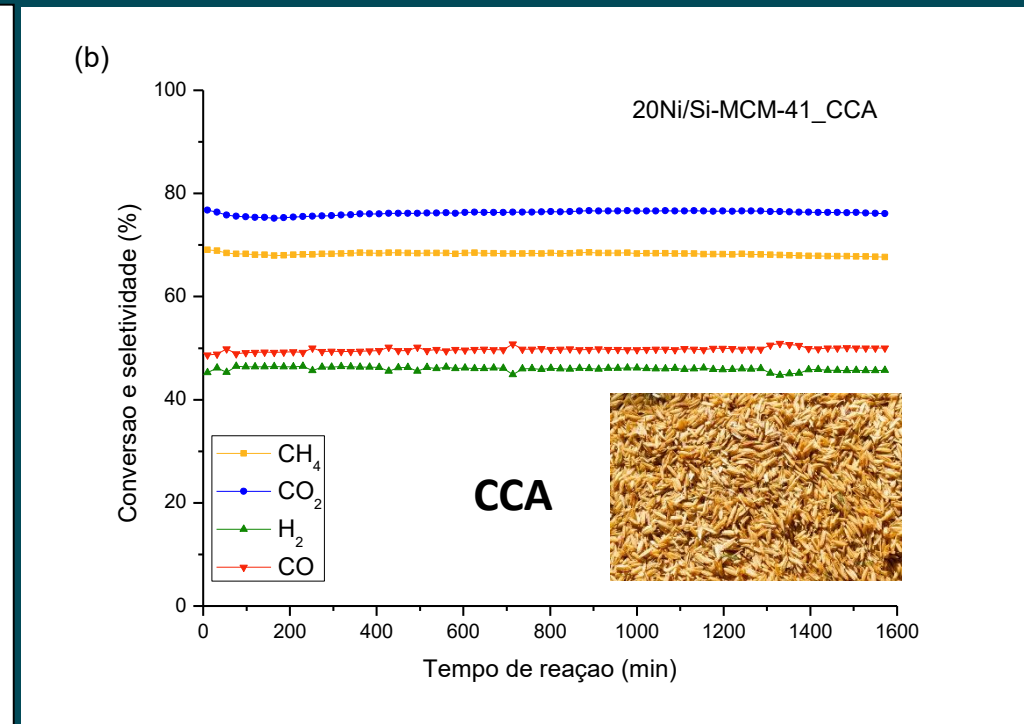
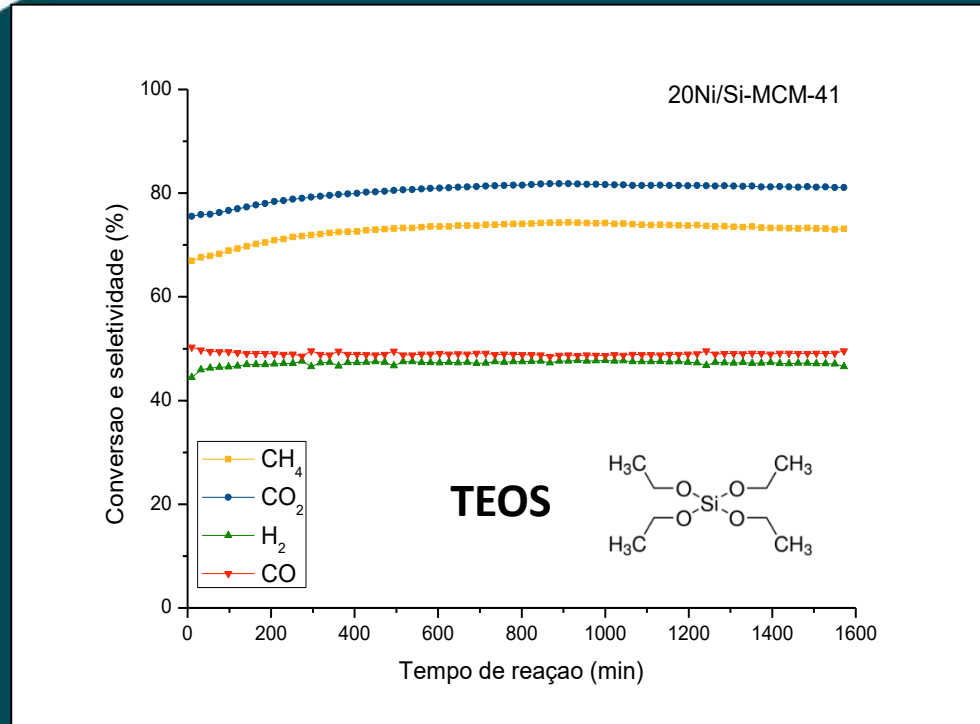
Maiara Aguiar <sup>a,b,\*</sup>, Bárbara Bulhões Cazula <sup>b,c</sup>,  
Leda Maria Saragiotto Colpini <sup>b</sup>, Carlos Eduardo Borba <sup>d</sup>,  
Fernando Alves da Silva <sup>e</sup>, Fábio Bellot Noronha <sup>f</sup>, Helton José Alves <sup>a,b,c</sup>



**Fase ativa:** nanopartículas  
cristalinas de Ni na  
superfície do catalisador

# RSM - Resultados experimentais

## Reforma a seco do metano usando o catalisador **Ni/Si-MCM-41** (reator - pequena escala)



**RAZÃO H<sub>2</sub>/CO: 0,9 – 1,0**

**COQUE: 8-10 mg<sub>C</sub>/g<sub>cat</sub>·h**

- Captura de CO<sub>2</sub> descartado pelas indústrias;
- Desenvolvimento de catalisador de Ni;
  - Interesse em empregar o gás de síntese na obtenção de polímeros e combustíveis como o dimetil éter.

# Produção industrial por RSM

Engineering

Making our world  
more productive



[About Linde Engineering](#) [Process Plants](#) [Plant Components](#) [Services](#) [Innovations](#) [LINDE PLANTSERV®](#) [News & Media](#) [Careers](#) [Contact](#)



Innovations

Innovations > [Innovative dry reforming process](#)

Virtual reality redefines plant engineering

[Innovative dry reforming process](#)

FlexASU®



## Innovative dry reforming process

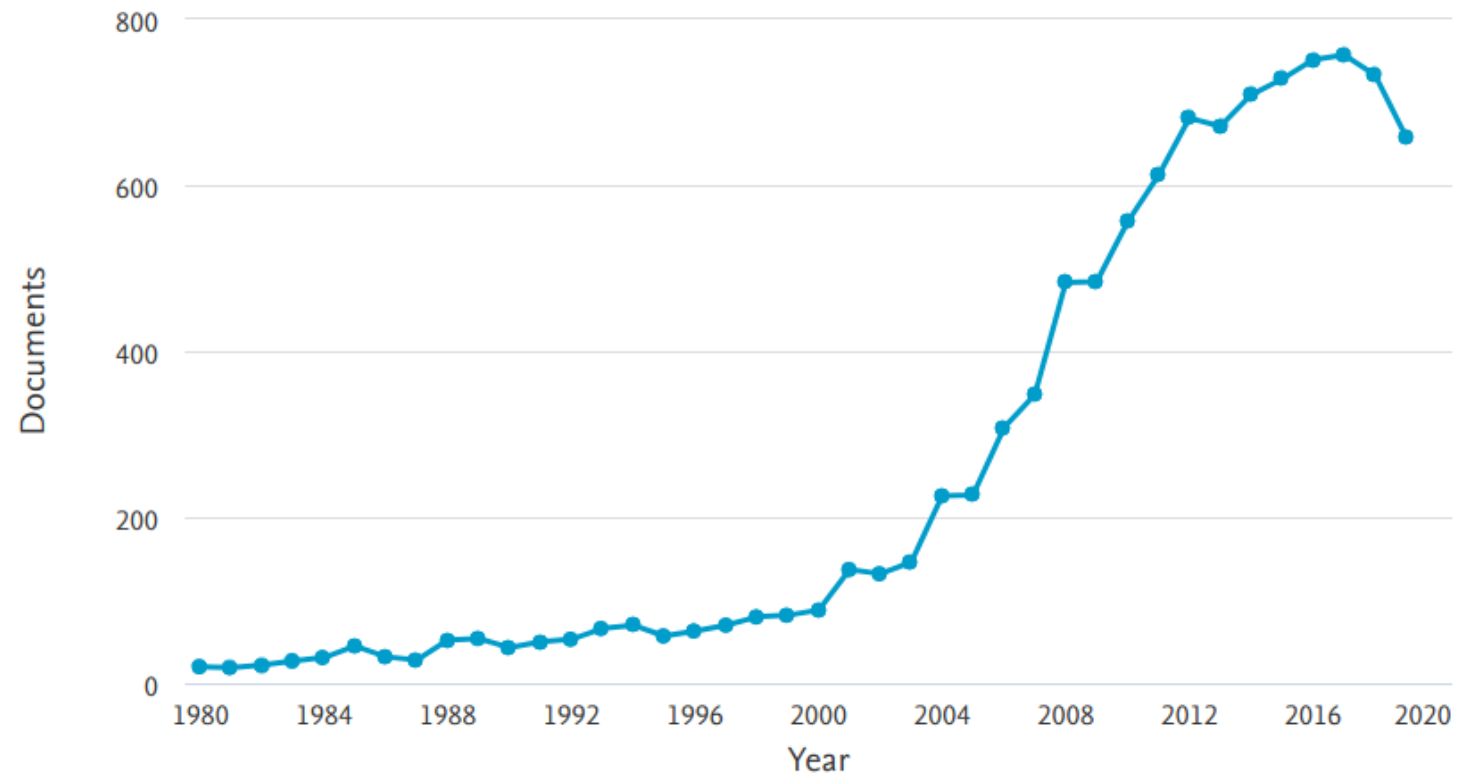
Successful catalyst upscaling

<https://www.linde-engineering.com/en/innovations/innovate-dry-reforming/index.html>.



## Publicações em biohidrogênio no mundo

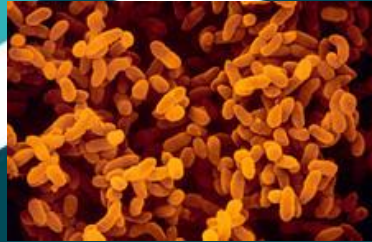
Documents by year



<https://www.scopus.com> - acesso 05/11/19

(biohydrogen OR biological AND hydrogen AND production)

# Produção biológica de H<sub>2</sub> - Biohidrogênio



+

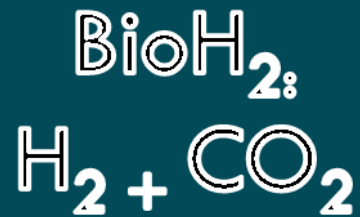


Inóculos

Substratos

(carboidratos)

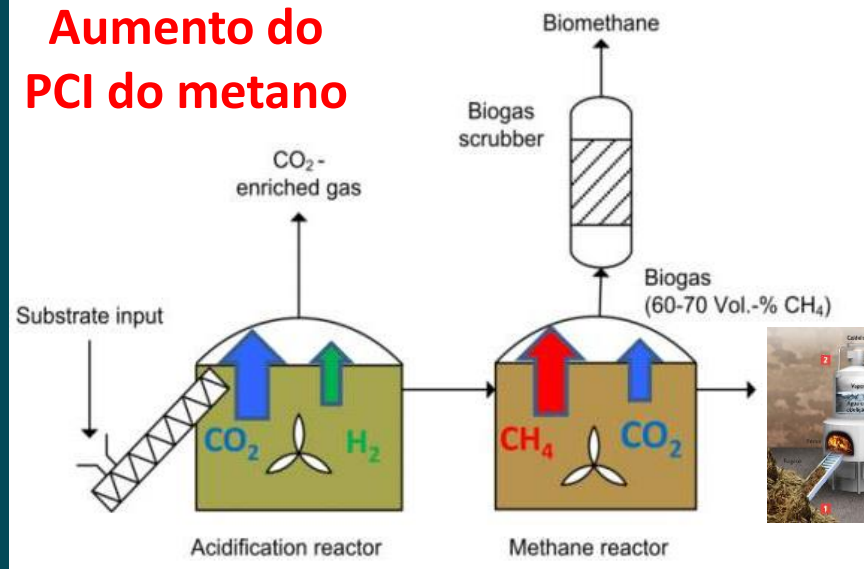
Reator acidogênico



baixa redução de DQO (AOV)

Produção sequencial de  
H<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>  
*Two stage production*

Hidrometano



Reator acidogênico → Reator metanogênico



## SUBSTRATOS – águas residuárias da Agroindústria



Glicerina  
(biodiesel)



Soro de queijo



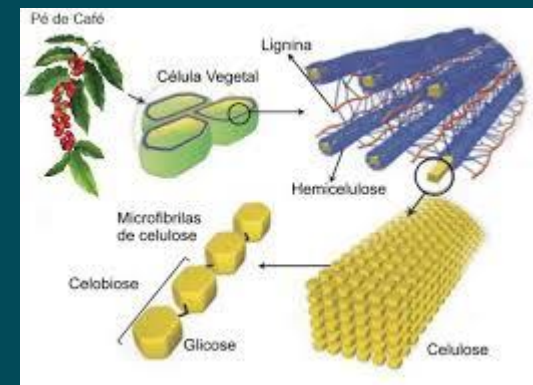
AR de fecularia



Vinhaça



AR indústria cítrica



Resíduos  
lignocelulósicos



## BioH<sub>2</sub> a partir de água residuária de cervejaria

- Produção contínua e em grande escala **14 bilhões de L/ano**

**4 a 10 litros de AR/ litro de cerveja**



- Poucos trabalhos com foco em hidrogênio usando reatores em ensaios prolongados



ELSEVIER

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

ScienceDirect

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/he](http://www.elsevier.com/locate/he)



### Review Article

## Treatment of brewery wastewater and its use for biological production of methane and hydrogen

Mabel Karina Arantes <sup>a,b,\*</sup>, Helton José Alves <sup>a</sup>, Rodrigo Sequinel <sup>a</sup>,  
Edson Antônio da Silva <sup>b</sup>

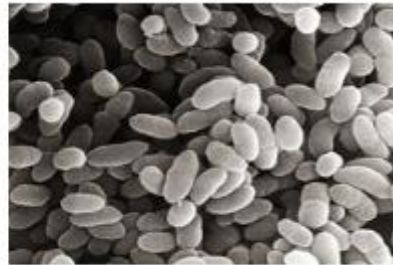
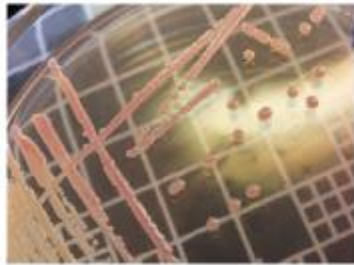


CrossMark



LABMATER  
LABORATÓRIO DE MATERIAIS  
E ENERGIAS RENOVÁVEIS

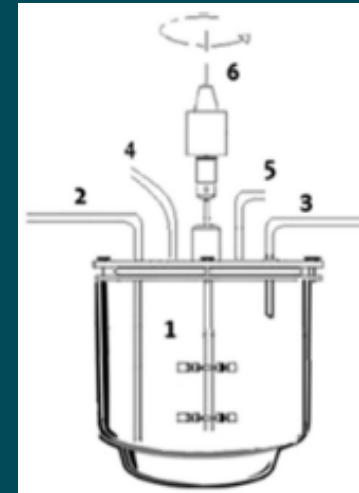




**AR:** cervejaria

**Inóculo:** *Klebsiella pneumoniae*

**Reator:** AnSBBR



Compatível com a literatura  
(outros tipos de resíduos)



$\nu_{H_2}$ máx (mmolH <sub>2</sub> h <sup>-1</sup> )	10,80
PVH (LH <sub>2</sub> L <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	0,88 ± 0,44
Y <sub>H<sub>2</sub></sub> (molH <sub>2</sub> mol <sup>-1</sup> glic)	0,70 ± 0,37
ER <sub>DQO</sub> (%)	23 ± 8
EC <sub>carb</sub> (%)	81 ± 14
H <sub>2</sub> no biogás (%)	18 - 42

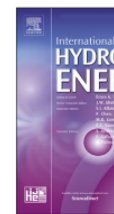


ELSEVIER

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

ScienceDirect

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/he](http://www.elsevier.com/locate/he)



**Improvement of biohydrogen production from brewery wastewater: Evaluation of inocula, support and reactor**

Mabel Karina Arantes <sup>a,b,\*</sup>, Rodrigo Sequinel <sup>a</sup>, Helton José Alves <sup>a</sup>,  
Bruna Machado <sup>a</sup>, Adriana Fiorini <sup>a</sup>, Edson Antônio da Silva <sup>b</sup>



LABMATER  
LABORATÓRIO DE MATERIAIS  
E ENERGIAS RENOVÁVEIS





## Considerações: biomassa x hidrogênio

- O Brasil é “O PAÍS” da biomassa;
- Avançar nas tecnologias de purificação do biogás;
- Aprimorar o desenvolvimento de catalisadores (resist. ao coque);
- Construção e operação de sistemas adaptados a menores escalas;
- Evoluir na produção descentralizada / geração *on site* (custo transporte);
- Solução estratégica do ponto de vista energético e ambiental;
- Agrega valor às cadeias produtivas dos resíduos.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO HIDROGÊNIO

2019



# ■ A ABH2

## ■ A Associação

Fundada em 5 de Abril de 2017, a Associação Brasileira de Pesquisa, desenvolvimento e Inovação do Hidrogênio - ABH2 é uma associação sem fins lucrativos, sediada na Rua Dezenove de Fevereiro, número 56, casa 10, em Botafogo, no Rio de Janeiro – RJ. Ela é destinada à pesquisa do Hidrogênio em território brasileiro. Seus principais compromissos são:

I – Congregar;

II – Incentivar;

III – Incrementar;

IV – Promover;

V – Apoiar e assessorar;

VI – Fomentar, desenvolver, organizar e disseminar;

VII – Planejar, organizar, assessorar, promover, divulgar e realizar

Profissionais independentes, organizações, centros estudantis, grupos de pesquisa, universidades, empresas, parcerias e conhecimento como um todo na área da **energia do hidrogênio**.



# ■ A ABH2

## ■ Equipe



### **Diretor Presidente**

Paulo Emílio Valadão de Miranda – COPPE/UFRJ

### **Diretor Vice-Presidente**

Sérgio Pinheiro de Oliveira – INMETRO

### **Diretor Financeiro**

Gustavo Silva Nunes – LabH2 – COPPE/UFRJ

### **Diretor Técnico e Científico**

Helton José Alves – UFPR

### **Conselho Consultivo:**

Edvaldo da Silva Carreira – LabH2 – COPPE/UFRJ

Erickson de Paula – UNIVERSITY OF MIAMI

Fabio Bellot Noronha – INT

Flavio do Couto Bezerra Cavalcanti – OXITENO

Gerhard Ett – ELECTROCELL

Marcelo Carmo – FZ JÜLICH

Bernardo Jordão Moreira Sarruf – LabH2 – COPPE/UFRJ

### **Conselho Fiscal:**

Herval Ramos Paer Jr – UENF

Marcelo Miguel – ITAIPU

Rosana Z. Domingues – UFMG

Tulio Matencio (suplente) – UFMG

Valeria Reginatto Spiller (suplente) – USP

Wilson Acchar (suplente) – UFRN



# SIMPHI 2017



2017

UFPR  
PALOTINA-PR  
26 A 28/04





22<sup>nd</sup>

WHEC

WORLD HYDROGEN ENERGY CONFERENCE

Rio de Janeiro 2018

WHEC

22<sup>nd</sup> WORLD HYDROGEN  
ENERGY CONFERENCE 2018

Rio de Janeiro



22<sup>nd</sup> World Hydrogen  
Energy Conference  
June 17-22, 2018  
Rio de Janeiro

AB  
H2

ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DO  
HIDROGÊNIO



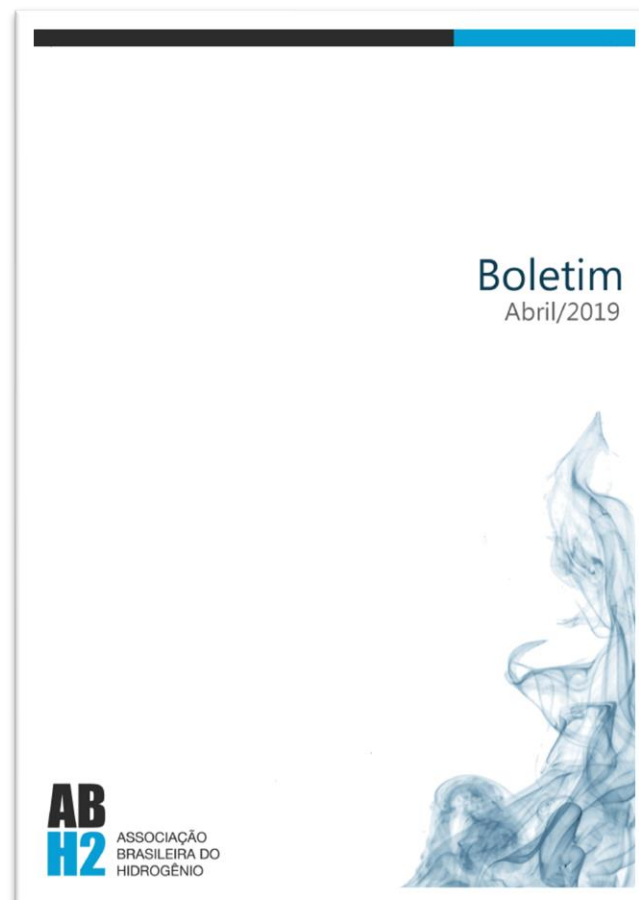
# ■ A ABH2

- 1º Congresso da ABH2: 7 e 8 de Novembro de 2019



# ■ A ABH2

- 1º Boletim da ABH2



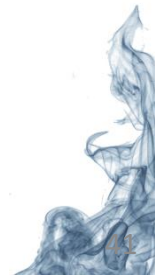
[http://www.abh2.com.br/images/documentos/noticias/1%C2%BA\\_Boletim\\_da\\_ABH2\\_-\\_Abril-2019-compressed.pdf](http://www.abh2.com.br/images/documentos/noticias/1%C2%BA_Boletim_da_ABH2_-_Abril-2019-compressed.pdf)





Convidamos você e sua instituição  
a se associarem à ABH2 !

[www.abh2.org.br](http://www.abh2.org.br)



# OBRIGADO PELA ATENÇÃO!!!



## CONTATO:

**Prof. Dr. Helton José Alves**

Universidade Federal do Paraná – UFPR  
Setor Palotina

R. Pioneiro, 2153, Jd. Dallas,  
CEP: 85950-000, Palotina – PR

Fone: (44) 3211-8501

e-mail: [helquimica@gmail.com](mailto:helquimica@gmail.com)

