



Estratégias e Progressos do Grupo de REFORMA

Coordenador: Fátima Maria Sequeira de Carvalho

Missão

- Produzir conhecimento científico, desenvolver tecnologia, e formar recursos humanos no campo da ciência e engenharia de células a combustível, contribuindo para a geração e utilização de energia elétrica distribuída com fontes renováveis e não poluentes, de forma a melhorar a qualidade de vida da população brasileira

Objetivos

- Desenvolver um processo de reforma da amônia
- Desenvolver um processo de reforma do etanol
- Desenvolver processos de reforma de combustíveis obtidos a partir de diferentes biomassas

Grupo de Reforma

Dr. Alcídio Abrão

Dra. Fátima Maria Sequeira de Carvalho

Dr. Sílvio B. Alvarinho

MSc. Ana Copat Mindrisz

MSc. Vanderlei Sérgio Bergamaschi

MSc. Wilson Roberto dos Santos

Engo. Hiran Rodrigues de Souza

Engo. Oscar de Nucci

Engo. Rosely dos Reis Orsini

Quim. João Coutinho Ferreira

Bols. Débora Beatriz Fernandes

Bols. Lílían Kimie Teruya

Reforma

- Reforma é a conversão térmica de combustíveis primários em uma mistura gasosa, rica em hidrogênio, com o uso de um catalisador

Linhas de Pesquisa

- ➡ Geração de hidrogênio a partir da amônia utilizando diferentes catalisadores
- ➡ Geração de hidrogênio a partir do etanol utilizando microesferas de zircônia como suporte catalítico para diferentes íons metálicos

Geração de Hidrogênio no IPEN

■ Passado

$\text{UO}_3 \longrightarrow \text{UO}_2$; $\text{UF}_6 \longrightarrow \text{UF}_4$ - realizadas pela geração de hidrogênio a partir do craqueamento da amônia com catalisador a base de urânio

Microesferas – combustível nuclear

Adsorção de metais em microesferas – trocador inorgânico para separação e purificação de elementos de interesse nuclear

Geração de Hidrogênio no IPEN

■ Futuro

- ➡ Pesquisa e desenvolvimento na produção de combustíveis de diferentes fontes de biomassa
- ➡ Pesquisa e desenvolvimento de catalisadores necessários às novas necessidades
- ➡ Pesquisa e desenvolvimento de processos de reforma dos bio-combustíveis produzidos

Benefícios Potenciais

- Redução drástica das emissões de C, NO_x, SO_x e outros
- Benefícios econômicos e ambientais associados à reutilização de significativa quantidade de rejeitos
- Não há necessidade da importação de combustíveis
- Oferece novas oportunidades às comunidades agrícolas e ao desenvolvimento rural
- Células a combustível podem estar localizadas junto a aterros em conjunto com o bio-combustível produzido, em fazendas com criação de porcos, aves e gado. As movidas a etanol podem estar situadas em áreas remotas ou ilhas

Estudos de Biomassa

- Realizam-se estudos para identificar fontes de resíduos de biomassa, para se ter uma estimativa correta dos recursos naturais e a viabilidade do desenvolvimento de conversão destes resíduos, associando-se o custo de transporte

Estudos de Biomassa

■ Mundo

Filipinas: palha de arroz; esterco; bagaço de cana-de-açúcar e resíduos de côco

Zimbábue e Suécia: resíduo madeireiro; serragem; lascas

Espanha: detritos em lama de esgoto

Califórnia: estudo dos diferentes rendimentos obtidos pela variação da composição da palha de arroz proveniente de diversas regiões

Estudos de Biomassa

Região do Lazio: oliveira; nogueira; pessegueiros;
cerejeiras; abricoteiros; parreirais;
kiwi e cereais

Holanda: linho; “miscanthus” e salgueiro

■ Brasil

Pará: resíduos do cacau → casca

Ilha de Marajó: estrume de gado; búfalos; cavalos;
galinhas; porcos; resíduos agrícolas e
etanol a partir da mandioca

Tecnologias de Conversão

- **Etanol:** Transformação mais simples porque já é vendido comercialmente em uma forma muito pura. Pode produzir hidrogênio por duas rotas principais
 - ➡ **Reforma a vapor:** para etanol diluído
 - ➡ **Oxidação parcial:** etanol mais puro (95%/V)

Tecnologias de Conversão

- **Gaseificação da Biomassa:** pode ser produzida a partir de rejeito sólido municipal; rejeito da agricultura; estrume; rejeito florestal e lascas de madeira

1ª etapa: **Pirólise** $\Rightarrow$ HC, H, CO, CO₂, alcatrão e vapor d'água

2ª etapa: **carvão é gaseificado** através da reação com O e H $\Rightarrow$ gás de síntese $\Rightarrow$ **reforma**

Tecnologias de Conversão

- **Metano - Gás de aterro:** gerado em aterros pela degradação natural de resíduos sólidos por microorganismos anaeróbicos. A simples recuperação deste gás já impede o escape para a atmosfera

Composição típica: 57% CH₄

42% CO₂

0,5% N₂

0,2% H₂

0,2% O₂

Tecnologias de Conversão

- **Metano – Biodigestores:** esses digestores utilizam bactérias para estimular a reação biológica que converte aproximadamente 40% do sólido presente fornecendo um gás rico em metano

Composição típica: 57-66% CH₄
33-39% CO₂
1-10% N₂

Tecnologias de Conversão

- **Óleo de Pirólise:** sintetizado por um processo térmico onde o material da biomassa, incluindo rejeitos florestais (pó de serra, casca de árvore), sub-produtos da agricultura (bagaço de cana-de-açúcar, palha de trigo) , são aquecidos rapidamente em temperaturas próximas a 500°C, na ausência de oxigênio e então vaporizados e condensados formando um óleo.

Composição típica: $H_2:CO = 2:1$

$CH_4 \sim 2-4\%$

$CO_2 \sim 15\%$

Tecnologias de Conversão

- **Biodiesel** : combustível oxigenado feito a partir de óleos vegetais ou gorduras animais. É biodegradável, não tóxico e praticamente livre de compostos aromáticos e enxofre.
- **Ácido Levulínico**: obtido a partir da hidrólise, em altas temperaturas, de biomassa celulósica (rejeitos de papel não reciclável, madeira, rejeito sólido municipal e resíduos da agricultura).



Células a Combustível e Biomassa

- Em adição ao hidrogênio, os bio-combustíveis , quer provenham do gás de um digestor, do gás de aterro ou óleo de pirólise, produzem variadas quantidades de CO, CH₄, CO₂ e S. Esta variabilidade cria um desafio às células a combustível, as quais diferem em suas reações eletroquímicas, tolerância a contaminantes e facilidade em utilizar os vários componentes dos bio-combustíveis.

Células a Combustível e Biomassa

TEC. CONV.	PEM	PAFC	MCFC	SOFC
Gaseificação	●	⊙	.	.
CH ₄ - Aterro	●	⊙	.	.
CH ₄ - Digestor	●	⊙	.	.
Etanol	⊙	⊙	.	.
Óleo Pirólise				
Biodiesel				
Ác. Levulínico				
	/ necessita mais pesquisas.	● / não muito compatível	⊙ / algo compatível	./ forte potencial

Projetos e Parcerias

- “Processo para Obtenção de Hidrogênio por Decomposição Catalítica de Amônia para Aplicação em Célula a Combustível”

Coordenador: Dr. Alcídio Abrão

CNPQ – R\$ 264.000,00

Parceria: **ELECTROCELL**

Agradecimentos

■ CNPQ