

## Métodos e Eletrólitos Utilizados na Produção de Hidrogênio

William B. Medeiros<sup>1</sup>  
Janine Padilha Botton<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bolsista PROBIC. Contato: [william.medeiros@unila.edu.br](mailto:william.medeiros@unila.edu.br)

<sup>2</sup> Orientadora. Contato: [janine.padilha@unila.edu.br](mailto:janine.padilha@unila.edu.br)

Agradecimentos ao Núcleo de Pesquisa em Hidrogênio de Itaipu e à UNILA pela bolsa PROBIC/UNILA.

### RESUMO

Com o crescimento exponencial da população mundial; o alto consumo energético, principalmente dos países emergentes; e com o previsível esgotamento de fontes energéticas fósseis, surge a necessidade de alternativas energéticas para um futuro próximo. Contudo, a solução para esta crise energética anunciada deve estar em sintonia com a diminuição da poluição ambiental. Neste cenário, a chamada “economia do hidrogênio” ganha destaque nas pesquisas em energias renováveis, pois se trata do elemento mais abundante no universo, sua combustão direta produz uma quantidade significativa de energia liberando apenas vapor d’água e, sua obtenção é bastante flexível.

O hidrogênio pode ser obtido por diversos métodos onde destaca-se a obtenção por eletrólise da água, pois os produtos são o hidrogênio e oxigênio puros, portanto, o impacto na produção do hidrogênio é bastante reduzido, possuindo apenas impactos ambientais indiretos a produção. Tendo em vista o curto período no projeto intitulado “Química Verde: produção de hidrogênio via eletrólise da água como uma alternativa para a geração de energia limpa”, objetivou-se uma abordagem - dentro do plano de trabalho proposto - de revisão bibliográfica dos métodos e eletrólitos (meio condutor) utilizados na produção de hidrogênio. Observou-se que, atualmente, a produção de hidrogênio é, sobretudo, através da reforma do gás natural devido menor custo. Quanto à decomposição da molécula da água, esta pode ser realizada pelos seguintes processos: eletrólise, decomposição térmica, reação química e por ciclos termoquímicos. Os ciclos termoquímicos e de eletrólise a quente tem sido cogitados como os processos mais viáveis para produção do hidrogênio. Ambos os processos tem melhor desempenho em temperaturas altas na faixa de 700-900°C. Dentre os eletrólitos o KOH (hidróxido de potássio) tem ampla aplicação em células eletrolíticas como meio condutor, contudo, estudos recentes demonstraram grande eficiência dos líquidos iônicos como meio condutor na produção de hidrogênio via eletrólise da água, em especial o BMI.BF<sub>4</sub> (tetrafluoroborato de 1-butil-3-metilimidazólio), que demonstrou elevada estabilidade em testes com diferentes eletrocatalisadores. Dados a respeito da produção de hidrogênio por eletrólise da água ainda são incipientes, visto que atualmente o processo é mais custoso que outros métodos utilizados, como a reforma do gás natural, por exemplo. No entanto, este é um processo “limpo” de produção de uma energia armazenável e de alto poder energético, portanto, estudos como este merece atenção na busca por soluções para nossas futuras demandas energéticas e qualidade ambiental.

**PALAVRAS CHAVE:** Eletrólise da água, eletrólitos, líquidos iônicos.

### INTRODUÇÃO

A revolução industrial e a utilização intensiva dos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) estão associadas ao elevado nível de vida das sociedades ocidentais. Contudo, as reservas de combustível fóssil não são ilimitadas e a sua utilização tem impactos ambientais consideráveis como, por exemplo, o aumento do efeito estufa e as consequentes alterações do clima (Longo et al 2008).

Atualmente, enfrentamos um novo desafio em termos energéticos, que se traduz por uma transição para fontes de energia renováveis e menos poluentes. Neste contexto, o hidrogênio (H<sub>2</sub>) surge como uma alternativa válida dado que é o elemento mais abundante no universo e a sua combustão direta produz uma quantidade significativa de energia, e libera apenas água. Nos últimos anos, as várias técnicas de produção de hidrogênio têm gerado grande interesse da comunidade científica e da indústria de combustíveis e de transportes.

A sua obtenção é bastante flexível, sendo esta uma de suas características mais interessantes. Pode ser obtido a partir de energia elétrica (via eletrólise da água), pelas fontes: hidroelétricas, geotérmicas; eólica e solar fotovoltaica, todas geológicas e também da eletricidade de usinas nucleares. Pode ainda ser obtido da energia da biomassa (via reforma catalítica ou gaseificação, seguido de purificação), como: etanol, lixo e rejeitos da agricultura (Saliba-Silva e Linardi, 2009). Ver figura 1

As fontes de hidrogênio mais viáveis economicamente são, entretanto, os combustíveis fósseis (via reforma catalítica ou gaseificação, seguido de purificação), como: petróleo, carvão e principalmente o gás natural.

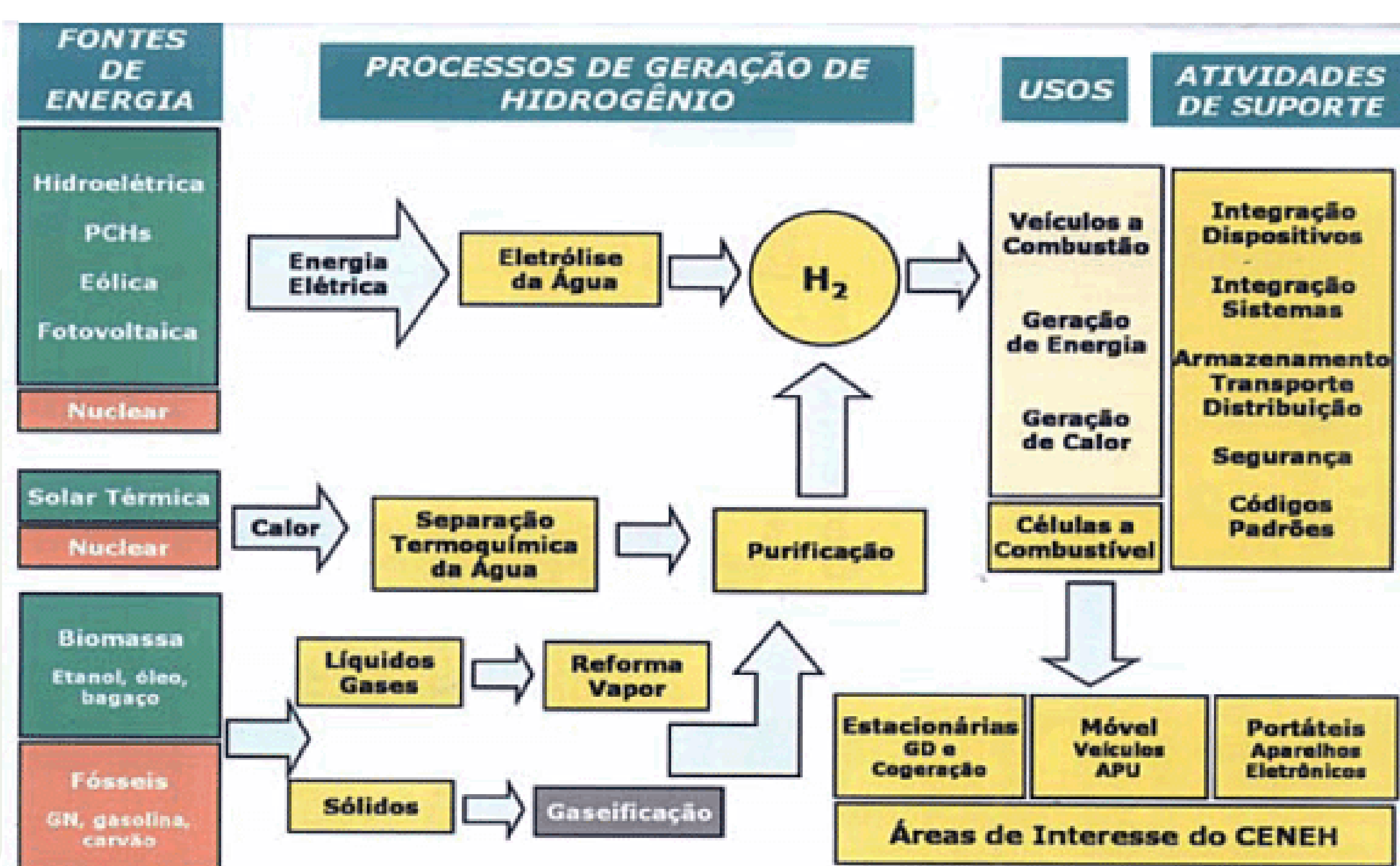


Figura 1: Esquema dos processos de produção e utilização do hidrogênio. Esta Figura é proveniente de um encarte do Centro Nacional de Referência em Energia do Hidrogênio (CENEH).

### Reforma do Gás Natural

A reforma do gás natural é um dos processos mais eficientes de produção de hidrogênio, pois gera um considerável aproveitamento de 70 a 80% de conversão (Longo et al 2008).

A reforma a vapor do gás natural utiliza energia térmica para separar os átomos de hidrogênio do átomo de carbono no metano (ver figura 2), e envolve a reação do gás natural com vapor d’água a alta temperatura em superfícies catalíticas – platina ou níquel. O processo extrai os átomos de hidrogênio, deixando o dióxido de carbono como subproduto.

O primeiro passo da reação decompõe o combustível em água e monóxido de carbono. Uma reação posterior transforma o monóxido de carbono e a água em dióxido de carbono e hidrogênio. A desvantagem deste processo é a liberação de dióxido de carbono à atmosfera, contribuindo com a poluição do planeta.

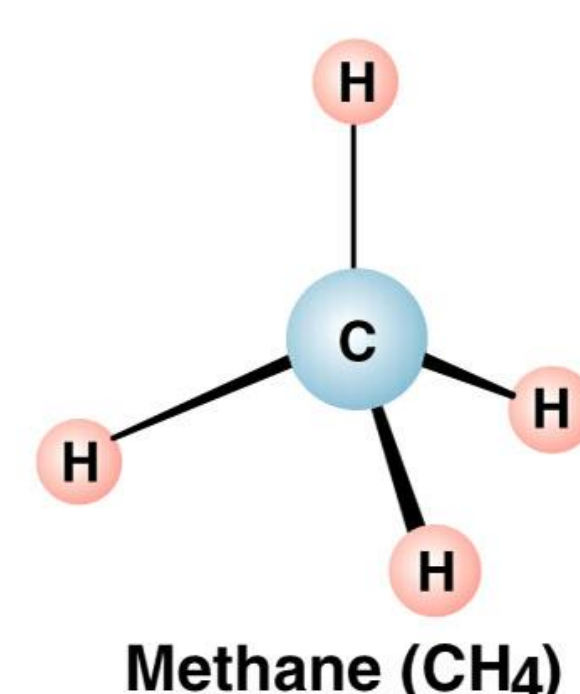


Figura 2: Imagem ilustrativa da molécula do metano. Disponível em: [www.collin.edu/biophage](http://www.collin.edu/biophage)

### Produção de Hidrogênio via eletrólise da água

A eletrólise da água consiste na quebra de sua molécula em hidrogênio e oxigênio de acordo com a seguinte equação:  $2 H_2O \xrightarrow{\text{eletricidade}} 2 H_2 + O_2$

A eletrólise da água ocorre quando passamos uma corrente contínua por ela, desde que a tornemos condutora, pois a água pura não conduz corrente elétrica. Dessa forma, a adição de um eletrólito torna o meio condutor e possibilita a realização do processo. A carga elétrica quebra a ligação química entre os átomos de hidrogênio e o de oxigênio e separa os componentes atômicos, criando partículas carregadas (íons). Os íons se formam em dois pólos: o ânodo, polarizado positivamente, e o cátodo, polarizado negativamente. O hidrogênio se concentra no cátodo e o oxigênio atrai o ânodo. Uma voltagem de 1,24V é necessária para separar os átomos de oxigênio e de hidrogênio em água pura a uma temperatura de 25°C e uma pressão de 1,03kg/cm<sup>2</sup>. Esta tensão varia conforme a pressão ou a temperatura são alteradas (Longo et al 2008).

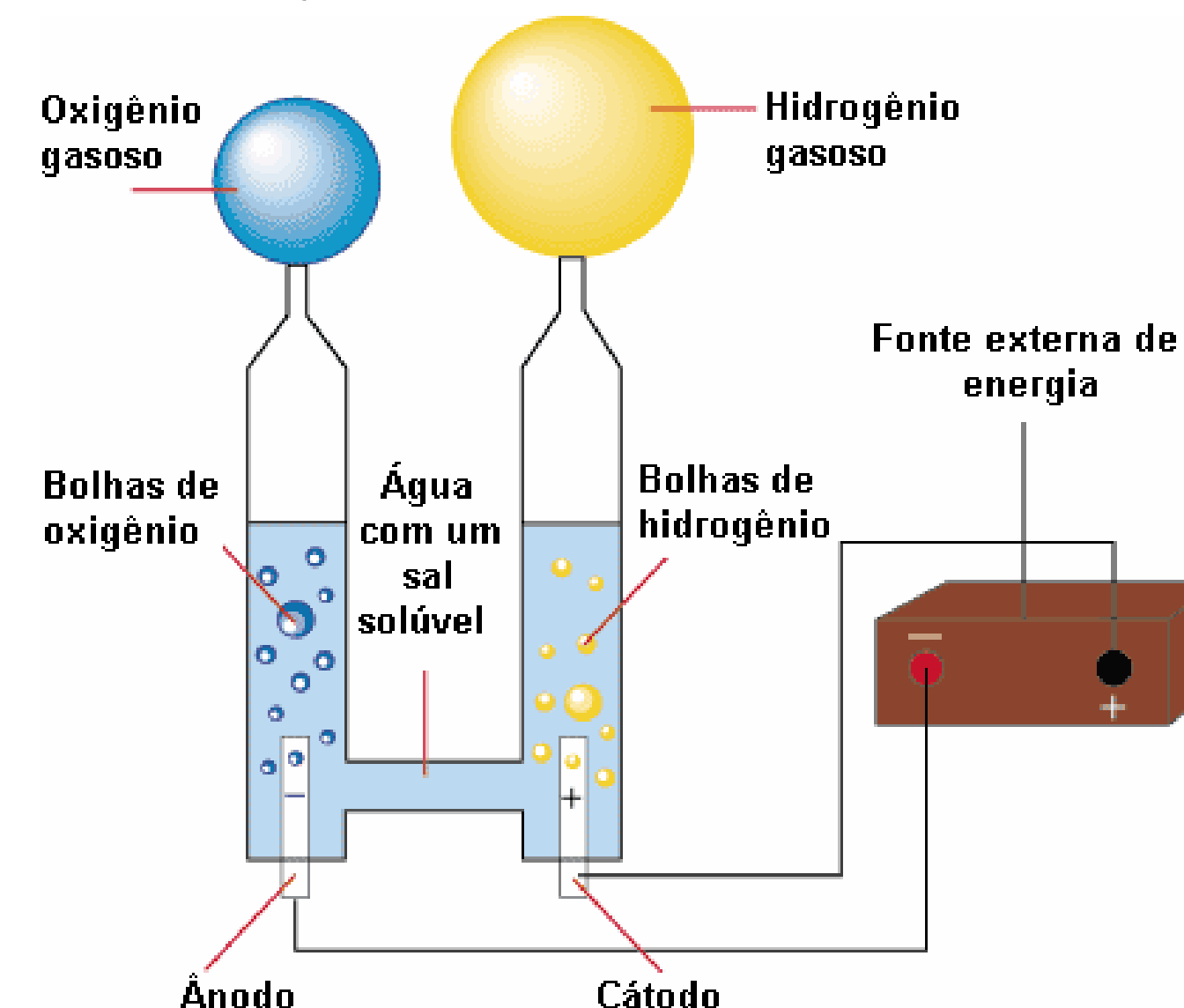


Figura 3: Sistema empregado para eletrólise da água.. Extraído de Longo et al 2008. pag. 8

Segundo Botton (2007) o processo para a produção de hidrogênio via eletrólise da água é um processo simples, que não precisa passar por muitas etapas, no entanto possui a desvantagem de ser um sistema de alto custo. Neste contexto, ainda segundo Botton (2008), novos materiais e condições de operações de eletrólise da água estão sendo pesquisados para que sua utilização seja economicamente viável.

### Eletrólitos

Eletrólito é uma substância que, quando dissolvida em um dado solvente, produz uma solução com uma condutividade elétrica maior que a condutividade do solvente. Considerando como solvente a água, servem de exemplos como eletrólitos: sais (cloreto de sódio), ácidos (ácido sulfúrico) e bases (hidróxido de sódio).

O eletrólito convencional utilizado na produção de hidrogênio é uma solução de KOH 30 num sistema que opera na temperatura entre 28 e 77°C, porém NaOH 0,5 mol L<sup>-1</sup> à temperatura ambiente também é utilizado. Além dos eletrólitos alcalinos, existem outros meios que já foram testados: o sólido, o de membrana polimérica e o Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 mol L<sup>-1</sup> (Botton, 2007; Saliba-Silva e Linardi, 2009).

Outras substâncias que conduzem eletricidade utilizado para eletrólise da água são os chamados líquidos iônicos. Botton (2007) demonstrou a eficiência destes líquidos em sua tese de doutorado em Ciências dos Materiais, defendida em 2007 pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e ressaltou ainda como possuindo maior eficiência, frente a teste com diferentes eletrocatalisadores, o tetrafluoroborato de 1-butil-3-metilimidazólio (BMI.BF<sub>4</sub>).

### RESULTADOS

Através desta breve revisão bibliográfica foi possível observar que o hidrogênio se mostra bastante versátil tanto em sua obtenção, quanto em sua utilização. Deste modo, estudos que viabilizem sua produção de forma limpa, como por via eletrólise da água, é de grande interesse para substituição dos combustíveis utilizados atualmente, uma vez que possui grande energia em sua combustão e libera apenas vapor d’água como subproduto.

A produção de hidrogênio se mostrou, em sua grande maioria, proveniente da reforma do gás natural, devido seu baixo custo, porém a desvantagem deste processo é a liberação de dióxido de carbono à atmosfera, contribuindo com a poluição do planeta.

A produção de hidrogênio por eletrólise da água é um processo limpo e de certa forma simples, porem emprega o uso de energia no processo o que encarece e inviabiliza a produção em larga escala por este método. Diversos estudos procuram melhorar a produção por eletrólise da água onde destacasse estudos com líquidos iônicos como eletrólito (meio condutor) e, mais recentemente, a utilização da energia vertida não turbinada de usinas hidrelétricas como fonte de energia para o sistema.

### REFERÊNCIAS

- BOTTON, J. P. Líquidos iônicos como Eletrólitos para Reações Eletroquímicas. 2007, 174 pag. TESE (Ciências dos Materiais). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Abril de 2007.
- Longo, V. A. M. et al. Produção Biológica de Hidrogênio. Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, setembro de 2008.
- SALIBA-SILVA, M. A.; Linardi, M. Hidrogênio Nuclear – Possibilidades para o Brasil. Centro de células a combustível e hidrogênio, instituto de Pesquisa e Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP) São Paulo, 2009.