

O HIDROGÊNIO COMO VETOR ENERGÉTICO: PRODUÇÃO, TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

BIATY, Flavia Paladino¹
JULIÃO, Arthur Pires;
PALADINO, Patrícia Andrea

RESUMO

O hidrogênio associado às células a combustível é considerado uma alternativa energética aos combustíveis fósseis na busca por um modelo sustentável de geração de energia. Por não ser uma fonte primária de energia, há uma vasta gama de possibilidades para sua produção, transporte e armazenamento, que podem envolver fontes fósseis e gerar poluentes, conflitando com o principal benefício do uso do hidrogênio enquanto alternativa limpa. Este estudo buscou investigar, por meio de uma revisão bibliográfica, as formas de produção, transporte e armazenamento do hidrogênio concluindo que a produção mais viável, é aquela que ocorre no mesmo local do abastecimento, por meio da eletrólise.

Palavras-chave: hidrogênio; sustentabilidade; vetor energético; questão energética.

INTRODUÇÃO

As preocupações com os efeitos ambientais indesejados causados pela exploração descontrolada dos recursos naturais ganham cada vez mais destaque nas pautas governamentais, acadêmicas e comerciais. Neste sentido, um dos dezessete objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) definidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) é garantir o acesso a fontes de energia fiáveis, sustentáveis e modernas para todos (NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2021).

Uma possibilidade energética para o futuro é o hidrogênio, o qual associado às células a combustível, produz energia de forma limpa, sendo a água, o único produto da combustão. Apesar de sua abundância na natureza, o hidrogênio está normalmente combinado com outros elementos, de forma que, para sua produção, é necessária a quebra dessas ligações químicas. Assim, não é considerado uma fonte primária de energia, e sim um vetor energético.

Por se tratar de um vetor energético, a vasta gama de possibilidades para sua produção, transporte e armazenamento pode envolver fontes fósseis e gerar poluentes, conflitando, portanto, com o principal benefício do uso do hidrogênio enquanto alternativa limpa. Assim, é necessário conhecer e entender os fatores econômicos e ambientais envolvidos neste processo para garantir sua viabilidade.

¹ Doutoranda em Tecnologia Nuclear; Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN); São Paulo, SP. E-mail: flabiaty@gmail.com; **BIATY, Flavia Paladino.**

OBJETIVOS

Este estudo buscou investigar as alternativas de produção, transporte e armazenamento do hidrogênio, enquanto vetor energético.

METODOLOGIA

Este trabalho é uma pesquisa qualitativa desenvolvida por meio de uma revisão bibliográfica. Faz parte de um trabalho mais amplo, que envolve o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) e o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Muitos métodos de produção de hidrogênio são utilizados e conhecidos hoje em dia, e tais formas de produção podem utilizar recursos renováveis ou não renováveis.

A reforma de vapor é um processo muito utilizado na indústria para produção de hidrogênio, e ocorre a partir de um processo de decomposição catalítica geralmente de hidrocarbonetos, como o metano ou gás natural, para reagir com vapor a alta temperatura, resultando em uma mistura rica em hidrogênio (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2013). Possui uma eficiência em torno de 70%, variando conforme a fonte utilizada (PACIFIC NORTHWEST NATIONAL LABORATORY, 2020). Sua principal vantagem é sua maior eficiência energética e baixo custo financeiro associado, mas, uma preocupação ambiental é sua usual dependência de combustíveis fósseis.

A reforma de biocombustíveis, como o etanol, é uma alternativa ambientalmente coerente, principalmente para o uso do hidrogênio no setor de transportes. Seu desenvolvimento vem sendo explorado mundialmente, com pesquisas, inclusive no Brasil (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2021). Outros métodos como a conversão biológica e a gaseificação também estão em desenvolvimento e oferecem boas perspectivas para o setor de produção.

A eletrólise da água visa quebrar as moléculas de água a partir da aplicação de uma corrente elétrica gerada por uma fonte externa, que pode ser de origem renovável ou não. Esse processo gera uma reação produzindo oxigênio e hidrogênio. Sua eficiência é por volta de 67%, uma vez que engloba a eficiência do gerador elétrico e da própria eletrólise (PACIFIC NORTHWEST NATIONAL LABORATORY, 2020).

Assim como a eletrólise, a produção por ciclo termoquímico tem sido estudada como um método potencial de produção do hidrogênio. Consiste em uma série de reações químicas a partir da água como reagente inicial, exigindo uma fonte de energia. O processo mais conhecido é o ciclo enxofre-iodo, exigindo uma temperatura mínima de 850°C (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2013).

Apesar de não haver diferenças químicas no produto, em termos de mercado há uma diferenciação do tipo de hidrogênio obtido, de acordo com o teor de carbono envolvido em sua produção. Essa diferenciação é importante principalmente em questões de políticas públicas que visem a descarbonização. Assim, o hidrogênio é usualmente diferenciado por meio de cores, sendo o “hidrogênio verde” aquele obtido a partir de rotas renováveis, via eletrólise da água, sem a geração de CO₂. (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2021).

Além de sua produção, é preciso levar em conta as várias possibilidades de armazenamento e transporte do hidrogênio até o seu uso final. Para isso, o hidrogênio pode estar em estado gasoso, enquanto gás comprimido, estado líquido, enquanto hidrogênio liquefeito ou por meio de compostos intermediários como hidreto metálico e sistemas com base de carbono. A decisão deve levar em conta principalmente o destino do hidrogênio (PALADINO, 2013).

O método mais comum é o armazenamento e o transporte do hidrogênio na forma gasosa. Sua principal vantagem é o armazenamento no local de distribuição. Para seu transporte é possível realizá-lo por meio de gasodutos, de forma semelhante ao que ocorre com o gás natural. Para aplicações de pequena escala, o transporte pode ser feito por caminhões (VARGAS *et al.*, 2006).

No estado líquido, o armazenamento pode ser feito por meio de tanques criogênicos após um processo de liquefação, o que apresenta altos custos. Sua principal vantagem é o aumento da densidade do hidrogênio, que facilita o transporte por longas distâncias. Além disso, devido à perda do gás por evaporação, não é possível mantê-lo na forma líquida por grandes períodos (PALADINO, 2013).

É possível armazená-lo também por meio de hidretos com o hidrogênio ligado quimicamente, mas seu calor de formação deve ser menor que zero para mantê-lo estável. Além disso, o custo dos tanques de armazenamento se mostra elevado (PALADINO, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a crescente busca de formas mais limpas de atendimento das demandas energéticas, o hidrogênio se apresenta como um potencial vetor energético. Entretanto, para sua efetiva viabilidade ambiental, toda sua cadeia de produção deve ser levada em consideração. Todos os métodos precisam de energia, que, ainda hoje, provém em sua maioria, de combustíveis fósseis, conflitando, portanto, com o principal benefício do uso do hidrogênio enquanto forma limpa. Cada método possui vantagens e desvantagens, sendo necessárias análises técnica, econômica e ambiental conforme seu uso final pretendido.

Neste trabalho concluiu-se que a produção mais viável, é aquela que ocorre no mesmo local do abastecimento, por meio da eletrólise, evitando-se assim, gastos com transporte e armazenamento, considerando uma rede de distribuição de água e energia elétrica já disponíveis.

REFERÊNCIAS

- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Bases para a consolidação da estratégia brasileira do hidrogênio**. Rio de Janeiro: MME, 2021.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Hydrogen Production Using Nuclear Energy**. Vienna: IAEA, 2013.
- NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Energia limpa e acessível**. Brasília: ONU, 2021. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/7>>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- PACIFIC NORTHWEST NATIONAL LABORATORY. **Hydrogen Production Energy Conversion Efficiencies**. Washington: H2Tools, 2020.
- PALADINO, P. A. **Uso do hidrogênio no transporte público da cidade de São Paulo**. 2013. 216 p. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.
- VARGAS, R. A. *et al.* Hidrogênio: o vetor energético do futuro? In: CONGRESSO DE ADMINISTRAÇÃO DA FACULDADE ALFACASTELO, 1., 2006, São Paulo. **Anais** [...] 2006.