



SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE GÁS HIDROGÊNIO PARA APLICAÇÕES EM ENERGIA

Jonathan Henrique Bernabe¹, Arquimedes Luciano²

¹Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica, Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR, Maringá-PR. Bolsista PIBIC/UniCesumar.

²Orientador, Doutor, Docente do Curso de Engenharia Mecânica, UNICESUMAR, Maringá-PR.

RESUMO: Este trabalho foi conduzido, através de levantamento bibliográfico, com o objetivo de produzir uma abordagem plena dos sistemas de armazenamento de gás hidrogênio. Abordagem esta que inclui assuntos relacionados aos sistemas citados para aplicações em energia dentro de um contexto atual. Ressaltando, desta forma, sua contribuição para o desenvolvimento sustentável. Através de um levantamento teórico o estudo descreve dados relevantes aos sistemas de armazenamento de gás hidrogênio, assim como, fatores que envolvem a produção do gás para a finalidade proposta. Foi utilizado para a realização deste trabalho levantamento teórico em livros, artigos e pesquisa em bancos de dados, assim como, testes em laboratório. Os dados foram analisados de acordo com suas respectivas fontes, data de produção e relevância para o que se propõe o trabalho. Espera-se como resultado do estudo proposto que esta abordagem produzida contribua para o desenvolvimento de trabalhos futuros relacionado ao tema.

PALAVRA-CHAVE: Desenvolvimento tecnológico; fontes renováveis; meio ambiente; sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

Composto por um único próton e um único elétron o hidrogênio é o átomo mais simples do universo e segundo Weinberg (1979) também é o elemento mais abundante do universo formando aproximadamente 76% de sua massa visível, assim como, 93% de suas moléculas. O elemento foi descoberto por Henry Cavendish em 1776 durante um experimento onde o químico reagiu zinco e ácido clorídrico e percebeu a produção de um gás desconhecido que denominou “Ar inflamável”, Rifkins (2003). O hidrogênio possui diversas vantagens para aplicação em energia. Além de ser sustentável o mesmo é facilmente convertido em energia elétrica e calor, podendo ser utilizado como um complemento da energia elétrica ou até mesmo como combustível. O hidrogênio possui poder calorífico superior a qualquer outro combustível conhecido (aproximadamente três vezes mais alto em comparação com a gasolina, 141,86 KJ/g para o hidrogênio e 47,5 KJ/g para a gasolina).

Tabela 01: Poder calorífico dos combustíveis

Combustível:	Valor do Poder Calorífico Superior (a 25°C e 1 atm)	Valor do Poder Calorífico Inferior (a 25°C e 1 atm)
Hidrogênio	141,86 KJ/g	119,93 KJ/g
Metano	55,53 KJ/g	50,02 KJ/g
Propano	50,36 KJ/g	45,6 KJ/g
Gasolina	47,5 KJ/g	44,5 KJ/g
Gasóleo	44,8 KJ/g	42,5 KJ/g
Metanol	19,96 KJ/g	18,05 KJ/g

Em temperatura ambiente e pressão atmosférica normal o hidrogênio permanece em estado gasoso com densidade aproximadamente 14 vezes menor que a do ar. O gás é incolor, inflamável, inodoro, insípido, insolúvel em água e não tóxico. Devido a sua baixa densidade um sistema de



armazenamento de hidrogênio na forma gasosa requer que o gás seja comprimido sob elevada pressão. Apesar de estar presente em quase todas as moléculas o hidrogênio não é encontrado em sua forma natural no ambiente, precisa ser produzido. Segundo o NIST (Agência Nacional Norte Americana de Padrões e Tecnologia) o hidrogênio é um dos gases mais seguros para se armazenar desde que em sua forma pura. Os riscos do armazenamento de hidrogênio comprimido estão na presença de oxigênio. Quando exposto ao ar o hidrogênio requer apenas 0.02mj de energia para ignição.

Tabela 2: Inflamabilidade e ignição dos combustíveis

	Hydrogen	Methane	Propane	Gasoline
Flammability limits (vol. % in air)				
Lower limit (LFL)	4	5.3	2.1	1
Upper limit (UFL)	75	15	9.5	7.8
Minimum ignition energy (mJ)	0.02	0.29	0.26	0.24

Uma vez produzido o hidrogênio deverá passar por um processo de compressão para que seja posteriormente armazenado na forma de gás comprimido. Para atingir a compressão do hidrogênio o mesmo requer uma concentração de no mínimo 75%. A eficiência do processo depende do compressor utilizado, mas em média é necessário apenas 10% do valor energético do hidrogênio para que o mesmo seja comprimido até 200 bar, esta pressão é utilizada em cilindros para veículos movidos a célula de hidrogênio.

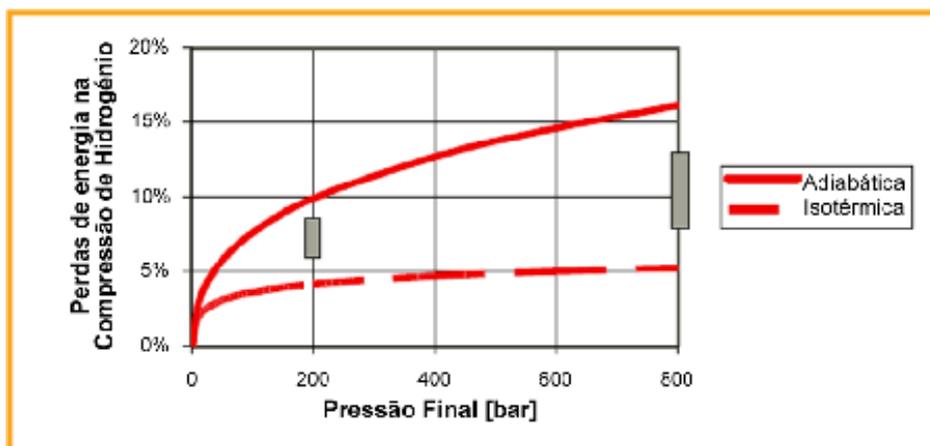


Gráfico 1: Perdas de energia na compressão de hidrogênio

Para suportar as elevadas pressões necessárias para atingir uma massa ideal de hidrogênio no menor volume possível, é necessário a utilização de reservatórios específicos. Estes reservatórios são formados por polímeros de alta densidade revestidos por materiais compósitos. Reservatórios para aplicações móveis como, por exemplo veículos, possuem uma camada a mais para proteção contra impactos. Os reservatórios contam com sensores de temperatura e pressão, assim como, reguladores de pressão e válvulas de alívio para segurança.

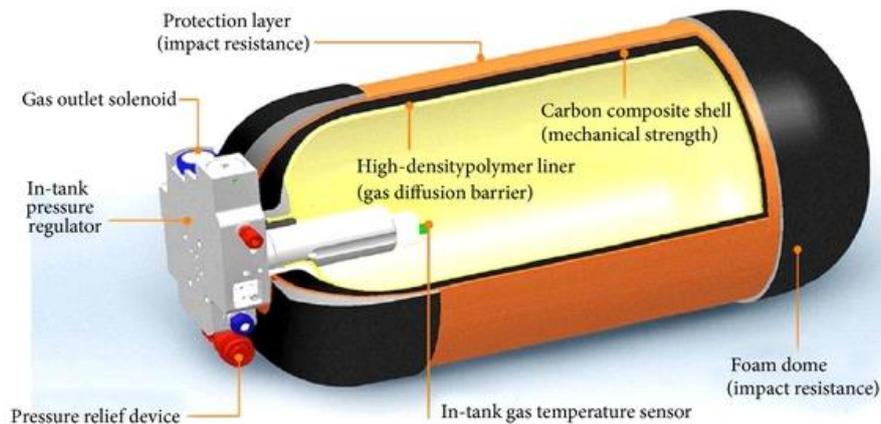


Figura 1: Reservatório de hidrogênio

As aplicações do hidrogênio na forma de gás comprimido abrangem desde aplicações estáticas, como sistemas para residências, comércios e indústrias, até aplicações móveis, como transporte e veículos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi pautado na exploração e explicação do tema proposto. De forma a reunir o conhecimento existente da problemática estudada, o trabalho organiza de forma investigativa ideias referentes ao objeto estudado que no caso desta análise se trata de sistemas de armazenamento de hidrogênio na forma gasosa para aplicações em energia. O estudo aborda o conhecimento a respeito dos sistemas existentes de armazenar o gás para as finalidades propostas. Para isso foi necessário conduzir a abordagem em base da utilização de material bibliográfico, estabelecendo uma linha de investigação pelo qual foi dirigido o trabalho, para que fosse levantado todo o material necessário com o intuito de organizar o conhecimento existente do que propõe o estudo. Após o levantamento do material bibliográfico o estudo seguiu distribuído em fases distintas, as quais foram analisadas separadamente, a primeira teve como objetivo inserir o conhecimento teórico na contextualização do objeto estudado. A segunda buscou levantar as tecnologias existentes para a aplicação proposta. A terceira abrange as aplicações existentes para o estudo proposto. A quarta descreve os métodos existentes para tais aplicações. A quinta fase buscou oferecer a distinção entre os obstáculos encontrados apontando possíveis soluções, nesta fase foi necessário realizar um levantamento experimental dos dados através da realização de testes em laboratório. Este trabalho utiliza o método bibliográfico de forma a catalogar os conhecimentos existentes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para atingir a pureza necessária para compressão notou-se durante experimentos que é necessário produzir o hidrogênio de maneira mais pura. Para tal é essencial a utilização da tecnologia PEM (Proton Exchange Membrane). Esta tecnologia busca aprimorar o processo de eletrólise alcalina da água. Este processo baseia-se na separação dos átomos componentes da água (oxigênio e hidrogênio) através da aplicação de corrente em uma solução alcalina.



A vantagem da utilização da célula PEM é a produção de hidrogênio com elevada pureza, uma vez que durante a reação o hidrogênio é produzido no cátodo e oxigênio no anodo podendo ser extraído separadamente. A energia utilizada para a produção de hidrogênio poderá vir de uma fonte renovável como, por exemplo, a energia solar.

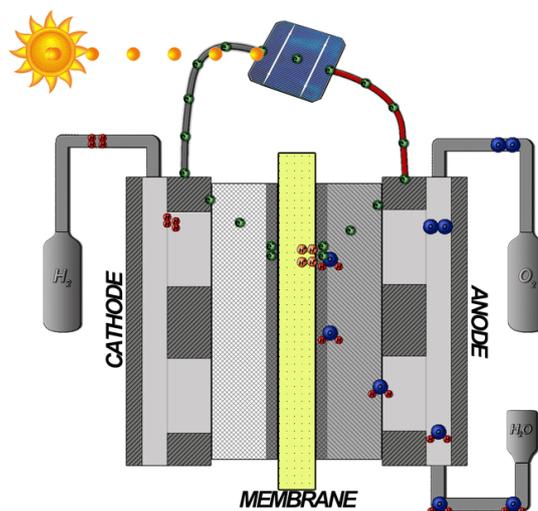


Figura 2: Célula PEM

4 CONCLUSÃO

A viabilização da utilização de hidrogênio na forma gasosa ainda depende da forma que o mesmo é produzido. Atualmente as formas de menor custo são as não renováveis, que envolvem o processo de reforma de gases. Isto ocorre devido ao fato de que a maioria das tecnologias para a produção de hidrogênio de forma sustentável são relativamente novas. Enquanto as empresas continuarem segurando patentes de tecnologias relacionadas a produção de hidrogênio, a humanidade continuará dependente de combustíveis fósseis. Devido a possibilidade de armazenar grandes quantidades de energia através do uso do hidrogênio comprimido e a inexistência de perdas ao passar do tempo, o mesmo supera a eficiência das baterias, uma vez que, poderá ser armazenado por extensos períodos de tempo.

REFERÊNCIAS

RIFKIN, Jeremy. A economia do hidrogênio. São Paulo, M. Books, 2003, 301 p. Acesso em: 07/04/2018.

SANTOS, Fernando Miguel Soares Mamede. Estudo da tecnologia PEM aplicada à produção de energia eléctrica, trabalho da disciplina de Laboratório de Sistemas de Energia do MEEC da FCTUC, orientado pelo Professor Doutor Humberto Manuel Matos Jorge, do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, setembro de 2002. Acesso em: 18/04/2018.

Hidrogênio e células de combustível. Disponível em: <https://www.spf.pt/magazines/GFIS/76/article/478>. Acesso em: 22/05/2018.

HYDROGEN The Fuel for the Future, U.S. Department of Energy (DOE), Março 95. Acesso em: 19/04/2018.
Hydrogen Flammability, Detection, and Fire Safety. Disponível em: <https://www.nist.gov/fire-research-division/hydrogen-flammability-detection-and-fire-safety>. Acesso em: 20/03/2018.



International Journal of Hydrogen Energy. Disponível em:
https://ws680.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=901791

The First Three Minutes. Steven Weinberg. Cambridge, Massachusetts, Fontana Paperbacks, 1979, 168p.
Acesso em: 06/03/2018.