

Produção e conversão de hidrogénio

Prática 2, grupo n.º 5

Bernardo Espírito Santo¹, Magner Gusse² e Rúben Abreu³

¹107736, bernardosanto@ua.pt; ²110180, magnergusse@ua.pt; ³107421, rubenabreu@ua.pt

Resumo — O trabalho efetuado teve como objetivo o estudo do hidrogénio como fonte de energia para alimentar sistemas como no caso deste trabalho uma ventoinha. Primeiramente usou-se uma célula PEM para separar H_2O em hidrogénio e oxigénio, e através da célula forneceu-se energia à ventoinha fazendo-a girar. Nesta parte obteve-se as curvas I-V para comparar produção e consumo para calcular a eficiência deste processo. Na segunda parte deste trabalho utilizou-se um eletrolisador com placas de zinco e alumínio e obtivemos curvas I-V a partir das quais calculou-se a eficiência.

palavras-chave — Célula de combustível do tipo PEM, eletrolisador, hidrogénio.

I. INTRODUÇÃO

A produção e a conversão de hidrogénio desempenham um papel fundamental na pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de energia limpa e sustentável, uma vez que excluem qualquer tipo de poluição e devido à sua elevada densidade energética (140,5 MJ/Kg) [1]. Esta atividade experimental tem como objetivo explorar a caracterização de um eletrolisador, bem como a análise do desempenho de células de combustível de diferentes tipos, tais como a do tipo PEM (*Polymer Electrolyte Membrane*), Alumínio/Ar e possivelmente Zinco/Ar[4].

A célula de combustível do tipo PEM tem este nome devido ao facto de apenas permitir a passagem de protões (H^+)

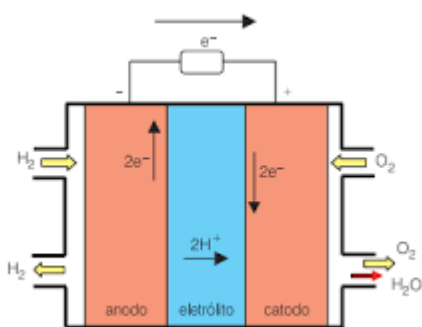
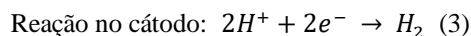
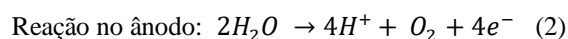
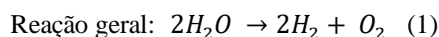


Figura 1- Célula PEM

Na célula de eletrólise ocorrem as seguintes reações [2]:



Através da figura 1 e pelas equações anteriores, a entrada de água no cátodo, gera oxigénio, eletrões que atravessam o circuito elétrico e protões que atravessam a membrana e reagem no ânodo, ocorrendo assim a produção de hidrogénio. Também é possível gerar energia através da célula PEM, e neste caso ocorre o processo inverso, com a quebra do hidrogénio no cátodo, a libertação dos eletrões gera corrente elétrica, que chegando ao ânodo, forma água.

Passando agora para as células de Al-ar e Zn-ar, o alumínio/zinco reage com o oxigénio atmosférico (ar) para produzir eletricidade. A reação de oxidação do alumínio/zinco ocorre no ânodo, enquanto a redução do oxigénio ocorre no cátodo. A reação química entre o alumínio/zinco e o oxigénio libera eletrões, que são coletados para fornecer energia elétrica. As células de combustível Al-ar e Zn-ar têm uma alta densidade de energia e são leves, tornando-se adequadas para as aplicações de longa duração, como as pilhas de combustível portáteis.[3]

II. DESCRIÇÃO DA MONTAGEM EXPERIMENTAL

Quanto à montagem experimental na primeira atividade utilizamos 2 multímetros, uma lâmpada, água, 2 recipientes com água, a célula de combustível PEM que converte H_2O em hidrogénio e oxigénio separadamente, também se utilizaram cabos de ligação, uma lâmpada que funcionou como fonte luminosa, uma ventoinha e a célula fotovoltaica.

Primeiramente começamos por fazer a montagem do sistema célula fotovoltaica, lâmpada e ventoinha, ligando a fonte luminosa e colocando a célula fotovoltaica debaixo da mesma. De seguida ligamos a ventoinha em série com esta montagem e com os multímetros e obtivemos os valores de V_{OC} e I_{cc} . De seguida passamos para a conversão de H_2O com a célula PEM, enchendo assim 2 recipientes com água e ligando os mesmos à célula PEM. De seguida ocorreu a separação de H_2O em hidrogénio e oxigénio sendo que se teve em conta o tempo que demorou a ocorrer a transformação completa que corresponde à estabilização dos valores de tensão e corrente medidos nos multímetros. A partir daí ligamos a célula à ventoinha começando esta a rodar e medimos o tempo em que a mesma funcionou retirando valores de corrente e tensão durante esse intervalo. A célula não chegou a ficar completamente descarregada dado que para certos valores

mínimos a ventoinha não funcionava.

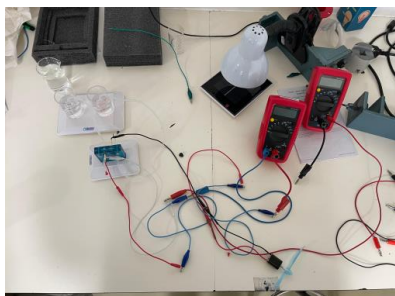


Figura 2- Montagem experimental da célula de combustível PEM

Na segunda parte deste trabalho utilizamos um eletrolisador em conjunto com 2 multímetros, cabos de ligação, placa branca, potenciômetro e água com sal (7,2 g) tendo-se na primeira parte utilizando uma placa de alumínio e medindo-se assim valores de corrente e tensão. De seguida realizamos a mesma montagem, no entanto utilizamos o zinco para comparar a eficiência entre ambos.

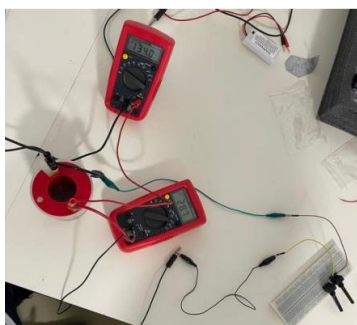


Figura 3- Montagem experimental do eletrolisador com placa de alumínio

A. Abreviaturas e acrónimos

I-Corrente elétrica, V-Tensão, P-Potência, Al-Alumínio, Zn-Zinco, Isc-Corrente de curto-circuito, Voc-Tensão de circuito aberto, FF-Fill factor.

III. RESULTADOS E ANÁLISE

Em relação às incertezas dos valores lidos no amperímetro e no voltímetro, estas são ± 0.1 mA e ± 0.1 mV, respetivamente.

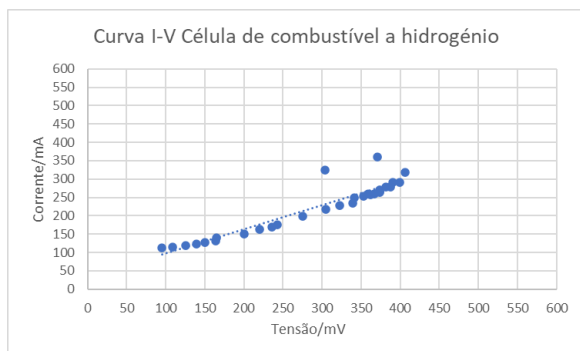


Gráfico 1- curva I-V da célula de combustível a Hidrogénio ligada ao painel fotovoltaico e a ventoinha

Para calcular o rendimento do eletrólise usamos a seguinte fórmula:

$$Rend = \frac{P_{max}}{P_{inc}} \times 100 \quad (4)$$

Para a célula de combustível a hidrogénio obtivemos um rendimento igual a 41,7%. O facto de o armazenamento de hidrogénio não ser o mais adequado, pode estar na origem desta eficiência.

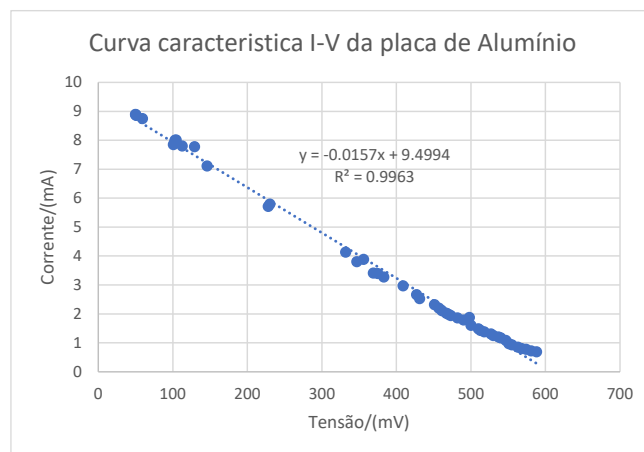


Gráfico 2- curva I-V da placa de Alumínio ligada ao circuito.

Em relação à placa de alumínio, obtivemos um valor de Isc igual a 9.0 mA e um valor de Voc igual a 0.6 V. A potência máxima obtida foi igual a 1.38 mW. Deste modo, utilizando a equação 5 obtivemos o valor do fator de qualidade que é igual a 0,25.

$$FF = \frac{P_{max}}{V_{oc} \times I_{sc}} \quad (5)$$

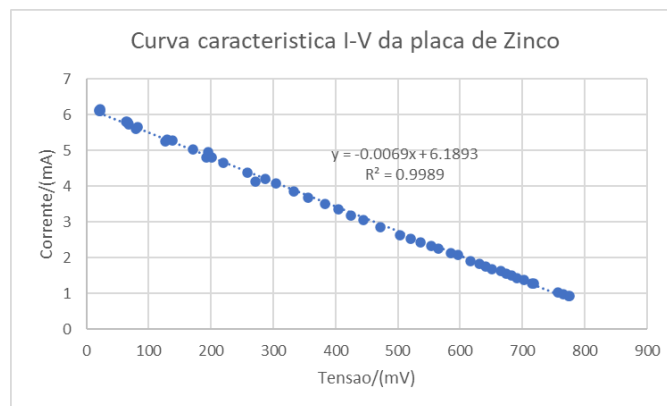


Gráfico 3- curva I-V da placa de Zinco ligada ao circuito.

Quanto à placa de alumínio, obtivemos um valor de Isc igual a 6.2 mA e um valor de Voc igual a 0.78 V.

A potência máxima obtida foi igual a 1.34 mW. Utilizando a equação 5, obtivemos o valor do fator de qualidade que é igual a 0,28.

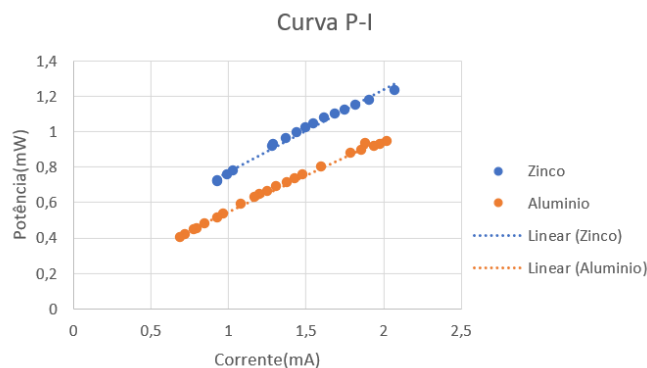


Gráfico 4- curva P-I da placa de Alumínio de Zinco ligada ao circuito.

Através da curva potência e corrente do zinco e alumínio podemos ver que a célula de Zinco produz uma maior potência do que a célula de alumínio, obtendo-se assim uma reta para a relação entre potência e corrente para estes dois casos.

Através dos resultados obtidos podemos concluir que o método mais eficiente é o da célula de combustível PEM com uma eficiência de 41,7% que está dentro dos valores teóricos para este tipo de células que se situam em 40 e 60%. O segundo processo mais eficiente é a célula zinco-ar, com um valor de eficiência a rondar os 28%. Por fim temos a célula alumínio-ar que teve uma eficiência de 25%.

O valor de eficiência do Zinco não se encontra próximo do valor teórico pois a célula utilizada não era de Zinco puro pois para esses valores teríamos uma eficiência de $60 \pm 11\%$.

A. Tabelas

TABELA I
Produção de hidrogénio

Volume (mL)	tempo (s)
5	64
6	94
7	125
8	149
9	178
10	208
11	237
12	271
14	341
15	381
16	411
17	445
18	477

IV. CONCLUSÃO

Em conclusão, os resultados obtidos na realização deste trabalho indicam-nos que a célula de combustível PEM produz maior potência máxima seguida de Alumínio-ar e Zinco-ar.

Sendo que a célula combustível PEM é a que apresenta a maior eficiência entre as três, tendo conseguido uma eficiência de 41.7%, em comparação com os 28% da Célula Zinco-ar e os 25% de Alumínio-ar, podendo dizer ainda que conseguimos alcançar os objetivos da atividade.

Em relação aos aspetos a melhorar na realização do trabalho, na parte das células, poderíamos ter realizado mais medições de I-V das células e usar células novas de Alumínio e Zinco, visto que a sua utilização prévia condiciona a precisão dos resultados, uma vez que, já sofreram oxidação e não são mais puros. O uso de um reóstato para aumento da resistência do circuito melhorava significativamente a qualidade dos resultados, uma vez que haveria uma maior qualidade de pontos na análise dos gráficos.

Quanto a geração de Hidrogénio, poderíamos melhorar a forma de armazenamento para obter resultados mais fidedignos, armazenando o Hidrogénio a temperaturas mais baixas.[5]

REFERÊNCIAS

- [1] “SERPA, Leonardo Augusto, et al. Estudo e implementação de um sistema gerador de energia empregando células a combustível do tipo PEM. 2004.”.
- [2] “SANTOS, Abner Marcelo Souza dos; SOUZA, Anderson Carlos de; FAUSTINO, Laura. Célula de hidrogénio. 2021.”.
- [3] “SCHWAB, Francisco Carlos C. Células Combustíveis a Alumínio: uma reavaliação oportuna para o planeamento energético brasileiro. SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA. Tópico Temático... Resende-RJ: Faculdade de Engenharia da AEDB, 7.”.
- [4] Adam Z. Weber, Sivagaminathan Balasubramanian, Prodip K. Das, Chapter 2 - Proton Exchange Membrane Fuel Cells, Editor(s): Kai Sundmacher, Advances in Chemical Engineering, Academic Press, Volume 41, 2012, Páginas 65-144
- [5] Henrietta W. Langmi, Nicolaas Engelbrecht, Phillimon M. Modisha, Dmitri Bessarabov, Chapter 13 – Hydrogen storage, Editor(s): Tom Smolinka, Jurgen Garche, Electrochemical Power Sources: Fundamentals, Systems, and Applications, Elsevier, 2022, Páginas 455-486.