

Universidade de Lisboa
Faculdade de Ciências

Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia



Operation of a fuel cell with biohydrogen obtained from food waste

Pedro Nuno Pires Farrancha

Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e do Ambiente

Dissertação orientada por:

Carla Silva (FCUL)

Patrícia Moura (LNEG)

ABSTRACT

In the current world where alternative and responsible energy supply is required, this project focus on studying the viability of biohydrogen produced from dark fermentation of food waste, in a polymer electrolyte membrane fuel cell.

A fuel cell Parker with one cell and active area of 10.89 cm² was integrated in a closed system and connected to a balloon to feed gas in the circuit. This system was created to study the cell performance as temperature and gas purity varied. Several tests were made with industrial hydrogen (100% purity) and biohydrogen (98% purity) at 25°C and 50°C.

The results showed small variations between the conditions applied. The biohydrogen had similar behaviour to industrial hydrogen, which points that it has a high hydrogen concentration, and could be used as an alternative to fuel this technology.

In this small scale study, the maximum energy generated per hydrogen litre was 1.593 Wh/L, with fuel cell efficiency of 0.529 and current values of 11.02 mA/cm² for a total of 45.047 L of biohydrogen produced.

Keywords: Proton exchange membrane fuel cell (PEMFC), biohydrogen, food waste, polarization curve

RESUMO ALARGADO

Vivemos numa era em que existe uma clara sobre utilização de recursos. Para além disso, é de notar também, um crescimento da população mundial a um elevado ritmo e o aparecimento de novos hábitos de consumo, o que agrava a forma como são geridos os nossos recursos. E neste contexto que surge o desperdício alimentar que, já sem qualquer valor enquanto alimento para o ser humano, tem diversos outros tipos no qual se pode valorizar.

Uma necessidade básica e adquirida pelo ser humano, com tendência também para aumentar é o consumo de energia, sendo este cada vez mais urgente de suprir de forma sustentável.

Uma combinação entre a necessidade e o recurso disponível em excesso, e utilizando a tecnologia da pilha de combustível, originou o tema desta dissertação "*Operation of a fuel cell with biohydrogen obtained from food waste*". Na pilha de combustível é fornecido hidrogénio biológico obtido a partir da fermentação escura de um lote de desperdício alimentar. O objectivo deste trabalho é estudar o comportamento deste gás na pilha de combustível.

O circuito para o estudo deste gás na pilha de combustível foi construído de raiz. Uma célula de combustível de membrana de troca de protões com área ativa de 10.89 cm² foi integrada num sistema fechado e alimentado por um balão de gás que introduz o combustível no circuito. Este sistema foi criado para estudar a performance da célula com a variação de temperatura e pureza do gás. Como forma de comparação, foram realizados testes com hidrogénio industrial e bio-hidrogénio ambos a 25°C e 50°C. A análise deste gás durou enquanto o mesmo foi produzido no processo de fermentação escura, correspondente a um período de cerca de 14 dias, onde foram produzidos cerca de 45 litros de gás em condições PTN. Durante este tempo, o gás foi sendo armazenado em balões próprios para armazenar hidrogénio, e imediatamente utilizados na pilha de combustível. Foram estudados nove lotes de gás e um de hidrogénio industrial. Cada lote de gás foi estudado e repetido entre duas a quatro vezes.

Os resultados mostraram pequenas variações entre as condições aplicadas. O bio-hidrogénio teve um comportamento similar com o hidrogénio industrial, o que aponta que tem uma elevada concentração de hidrogénio e que pode ser usado como alternativa para esta tecnologia. No total de 45 litros de gás produzidos, com um fluxo de produção de gás de aproximadamente 133 mL/h, de acordo com o fluxo de produção de energia a partir da pilha de combustível (1.59Wh/L), seria possível produzir cerca de 71.76Wh com este sistema e tecnologia utilizada e com valores de eficiência de aproximadamente 63%.

Palavras-chave: Pilha de combustível de membrana de troca protónica (PEMFC), bio-hidrogénio, desperdício alimentar, curva de polarização.