

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 Farrancho

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 cm<sup>2</sup> 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/cm<sup>2</sup> 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 cm<sup>2</sup> 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.