



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA MECÂNICA



**Dimensionamento de um sistema híbrido solar - eólico para
geração de energia, com sistema de armazenamento de
Hidrogénio Verde para o Posto Administrativo de Savane**

Autor:

Curima, Manuel Joaquim

Supervisor:

Prof. Doutor. Eng^o. Jorge Olívio P. Nhambiu

Maputo, Setembro de 2022

TÓPICOS

1. Introdução;
2. Objectivos;
3. Metodologias;
4. Sistema híbrido solar – eólico;
5. Sistema de armazenamento de energia;
6. Apresentação dos resultados;
7. Avaliação comparativa dos sistemas de armazenamento;
8. Conclusões;
9. Recomendações.

1. INTRODUÇÃO

A electricidade é a base dos processos productivos.

- Factor de desenvolvimento económico;

Pode-se implementar sistemas que aproveitam recursos renováveis.

- Sistemas autónomos ou conectados à rede;

Estes sistemas são:

- Aplicado em locais afastados da rede;
- Sustentáveis.

2. OBJECTIVOS

GERAL

- Dimensionar um SHSE para geração de energia com SA de Hidrogénio Verde para o Posto Administrativo de Savane, distrito de Dondo.

ESPECÍFICOS

- Dimensionar o SHSE;
- Dimensionar o SA de Hidrogénio Verde; e
- Avaliar a viabilidade do SA de Hidrogénio Verde comparado com o de baterias.

3. METODOLOGIAS

As metodologias empregues foram:

- Pesquisas bibliográficas;
- Uso de aplicativos informáticos;
- Consultas ao supervisor; e
- Brainstorming (Debates).

4. SISTEMA HÍBRIDO SOLAR - EÓLICO

Um sistema híbrido solar – eólico (SHSE):

- Usa conjuntamente duas fontes de energia, solar e eólica;
- Pode ou não estar ligado à rede de distribuição;
- Requer a disponibilidade de ambos recursos; e
- Agrupa vantagens de ambos subsistemas, solar e eólico.

4.1. CONSTITUIÇÃO DO SHSE

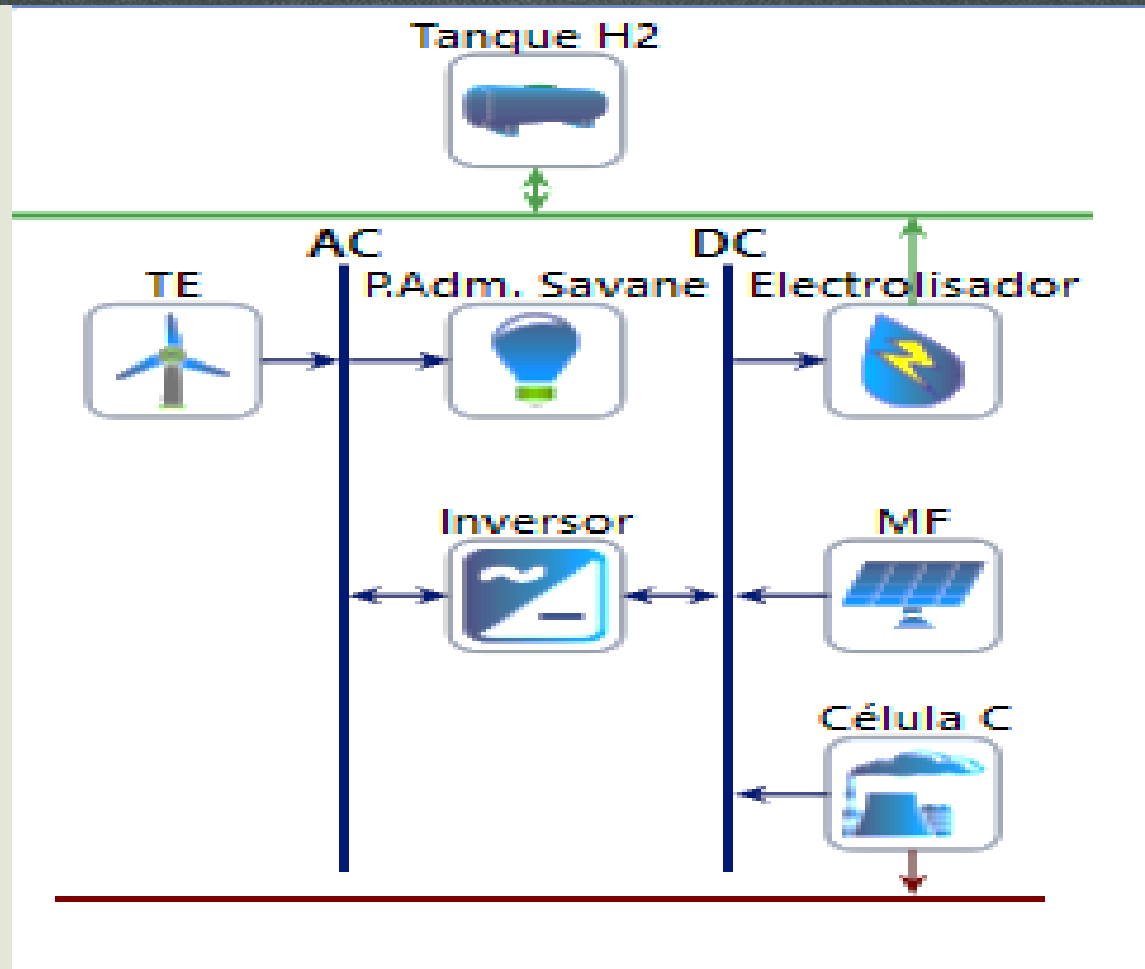


Figura 1. Constituição do sistema híbrido solar – eólico. Fonte:[Autor]

4.2. DIMENSIONAMENTO DO SHSE

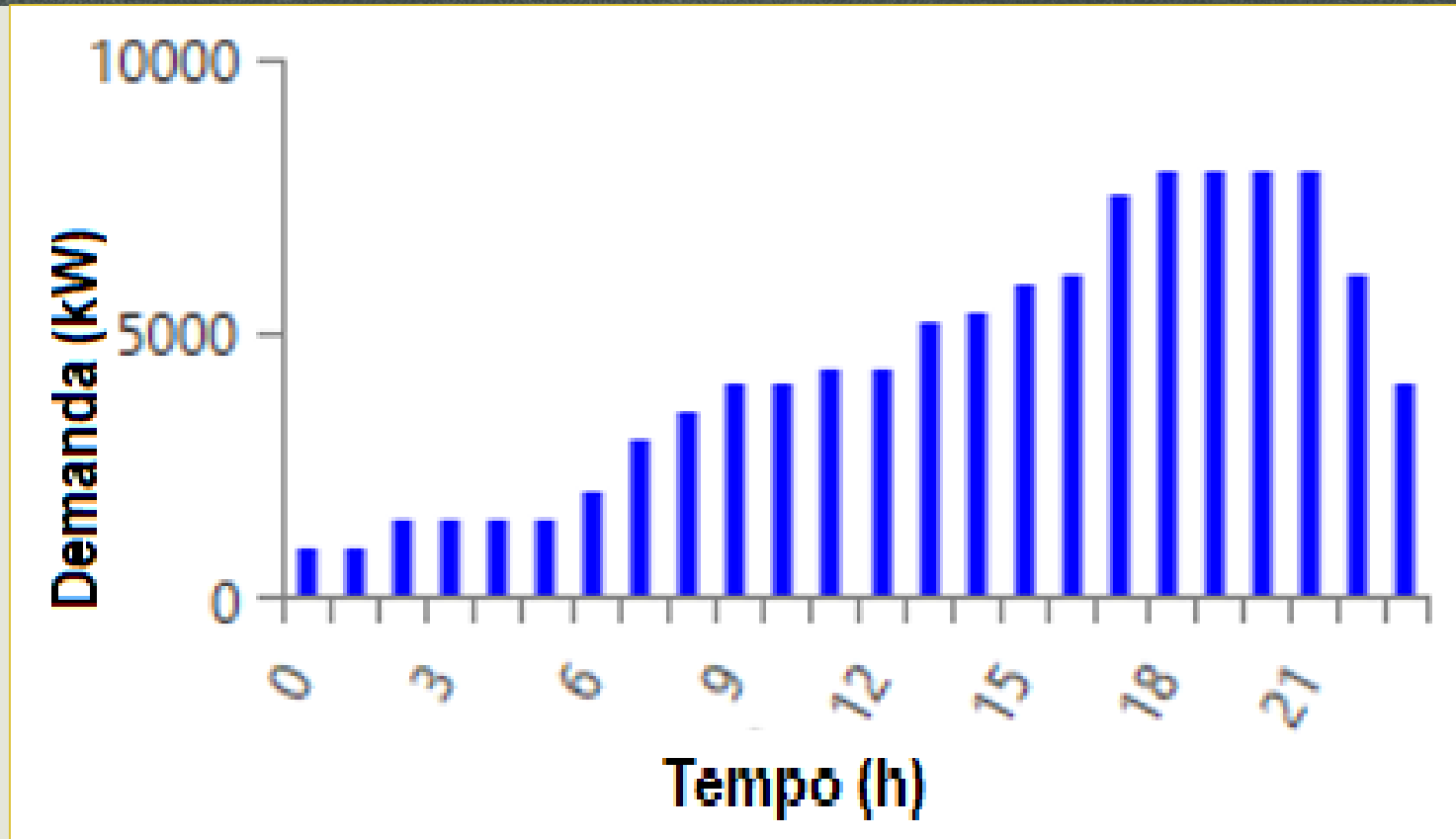


Figura 2. Perfil diário da demanda de potência. Fonte: [Adaptado pelo autor, de Homer Pro]

4.2. DIMENSIONAMENTO DO SHSE

Subsistema Fotovoltaico

Usando Homer Pro, o subsistema FV foi otimizado para:

- Gerar 680 kW de potência;
- Utilizar MF de modelo Studer VarioTrack VT-65;
- Funcionar com mínima radiação ($4,3 \text{ kW}/\text{m}^2 \text{ dia}$); e
- Utilizar inversores de modelo GS 10.0 RS da SUN GROUP.



Figura 3. Módulos FV. Fonte [52]

4.2. DIMENSIONAMENTO DO SHSE

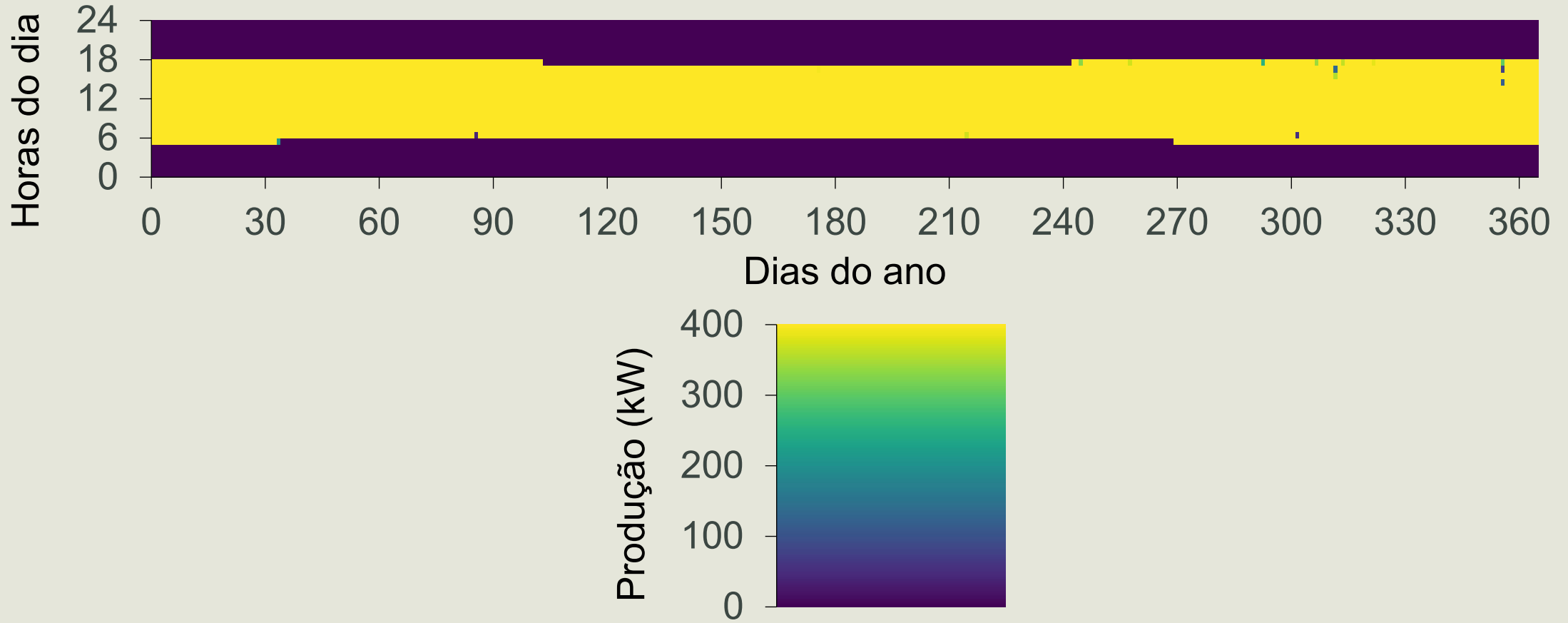


Figura 4. Características de geração do subsistema FV. Fonte:[Adaptado pelo autor, do Homer Pro]

4.2. DIMENSIONAMENTO DO SHSE

Subsistema Eólico

Usando Homer Pro, o subsistema eólico foi otimizado para:

- Gerar 16 MW de potência; e
- Utilizar 4 turbinas horizontais, modelo Enercon de 4 MW.



Figura 5. Turbina eólica. Fonte [52] 9

4.2. DIMENSIONAMENTO DO SHSE

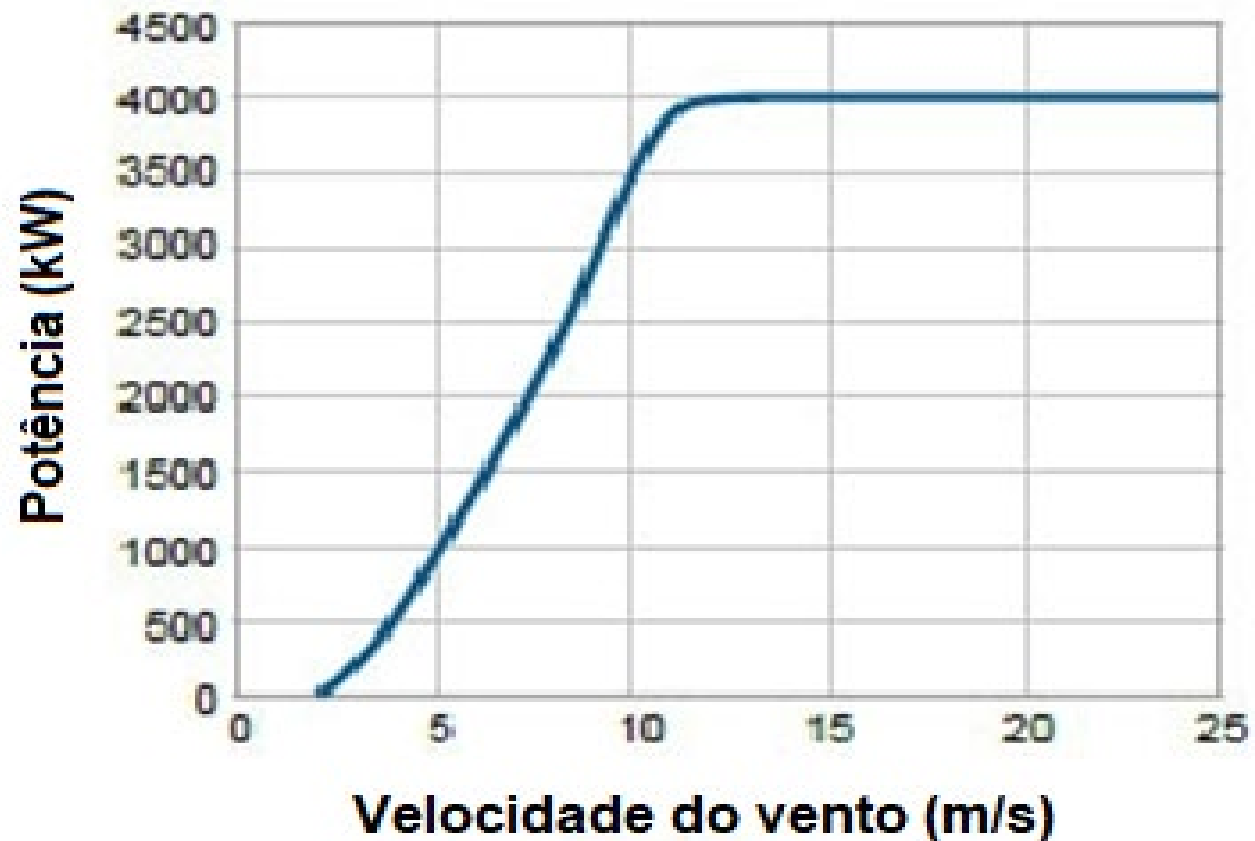


Figura 6. Características de funcionamento da TE. Fonte:[50]

4.2. DIMENSIONAMENTO DO SHSE

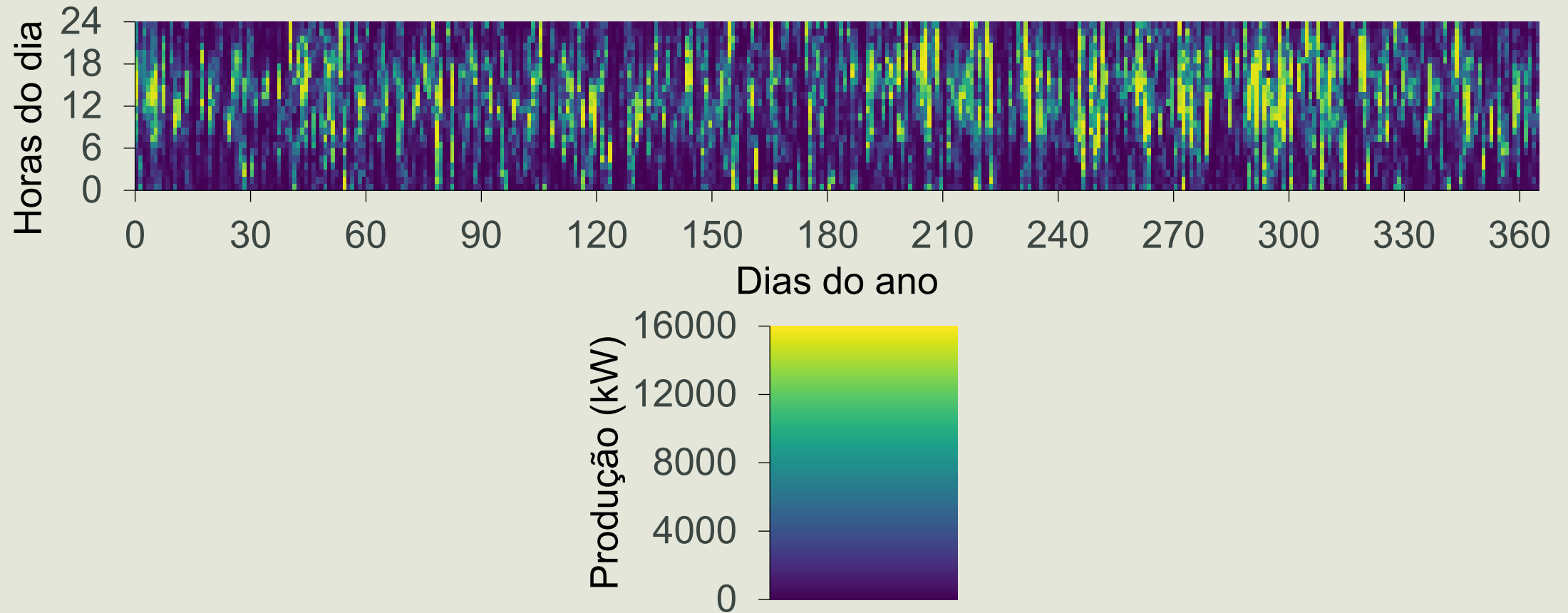


Figura 7. Características de geração do subsistema eólico. Fonte:[Adaptado pelo autor, do Homer Pro]

5. SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Hidrogénio

É um gás incolor, inodoro, insípido e inflamável em CNTP, possui 120 kJ/g;

É um dos elementos mais abundantes da terra;

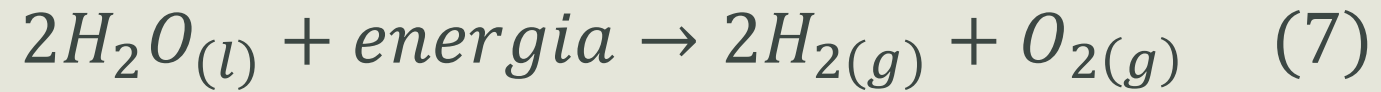
Para a sua obtenção, é necessário separa-lo;

A designação Hidrogénio Verde vem da sua forma de obtenção:

➤ A electricidade vem das fontes renováveis.

5. SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Electrolisador



Electrólise alcalina
40° - 90° C

Cátodo -

Ânodo +

H₂

H₂O

OH⁻

½ O₂

Diafragma

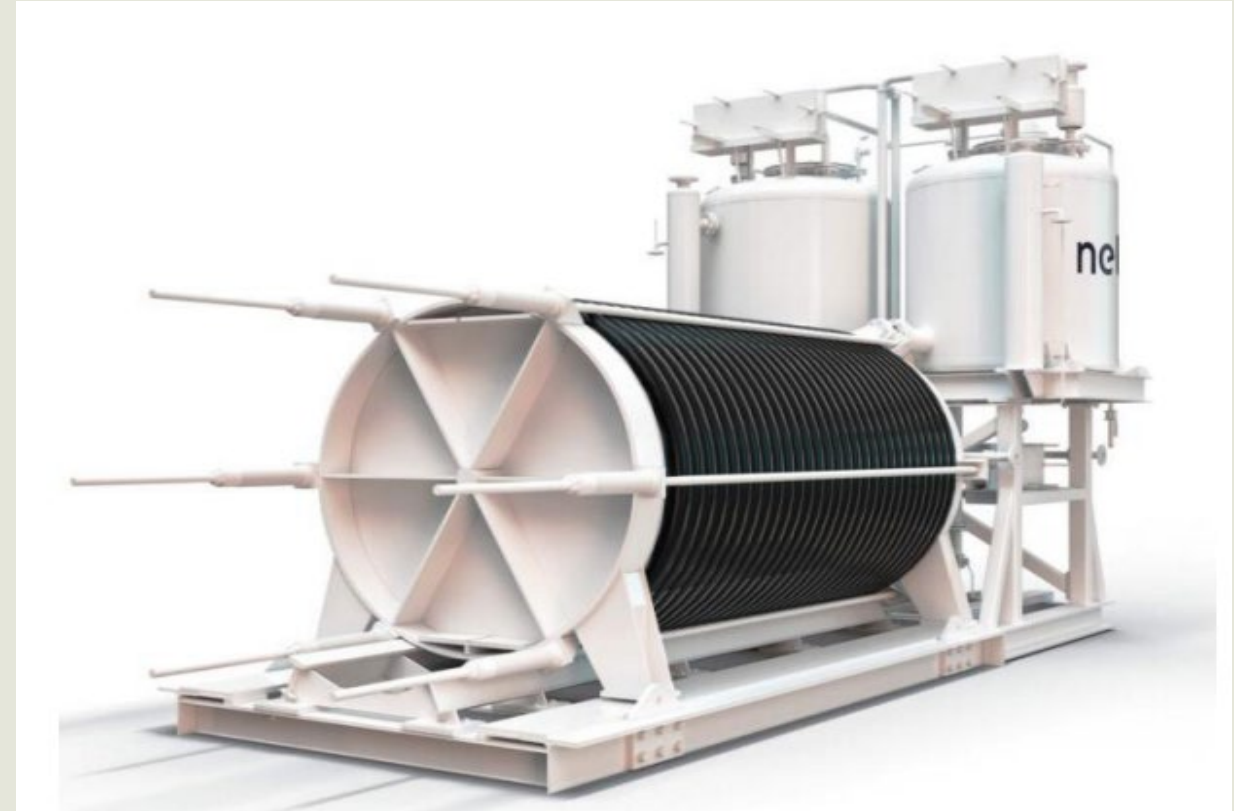


Figura 8. Processo de electrólise e electrolisador, respectivamente. Fonte:[38, 47] 13

5. SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Tanques de armazenamento de hidrogénio



Figura 9. Tanques de armazenamento de hidrogénio. Fonte: [4]

5. SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Célula de combustível

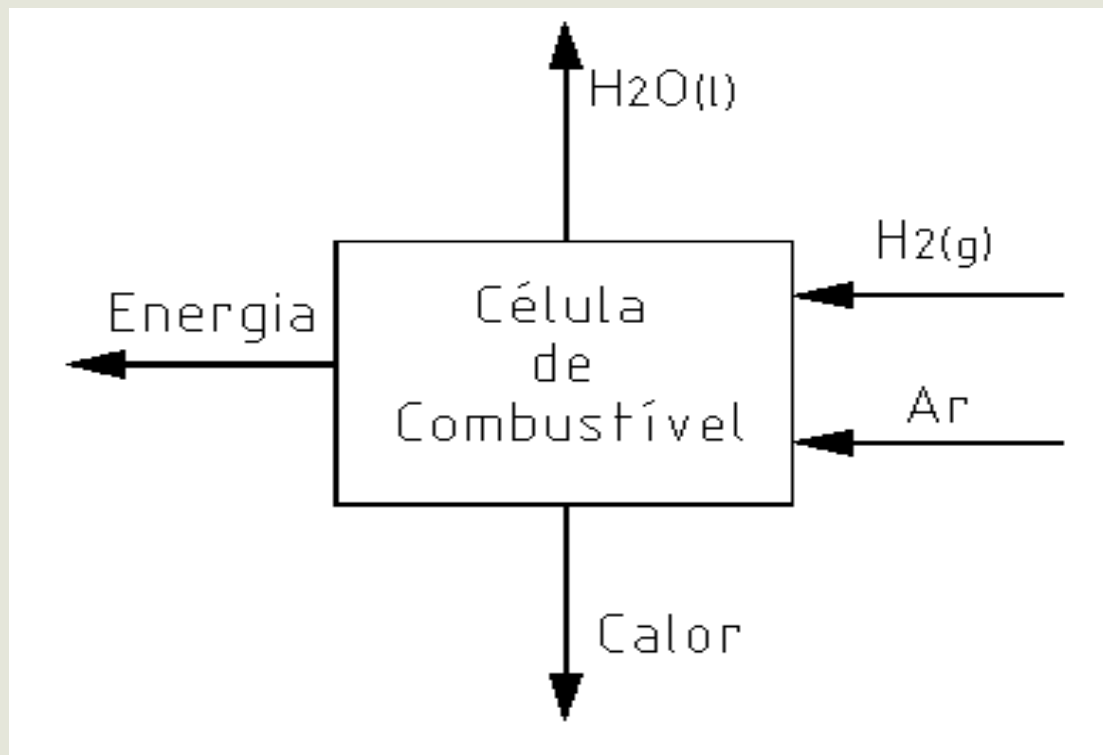


Figura 10. Funcionamento de célula de combustível. Fonte: [Autor, 50]

Tabela 7.1. Apresentação dos resultados. Fonte: [Autor]

Parâmetro	Quantidade
Número de agregados	2 584
Potência total instalada	16,68 MW
Número de MF	680
Número Inversores	100
Número mínimo de MF em um inversor	2
Número máximo de MF em um inversor	14
Área ocupada pelos MF	7 950 m ²
Número de TE	4
Distância de separação das TE	300 m
Número de electrolisadores	5
Número de células de combustível	50
Número de tanques para Hidrogénio	6
Número de tanques para Oxigénio	8
Número de tanques para água	4
Quantidade de Hidrogénio produzido por dia	450 kg
Quantidade de oxigénio produzido por dia	860 kg
Quantidade de água necessária por dia	890 litros

7. AVALIAÇÃO ECONÓMICA COMPARATIVA

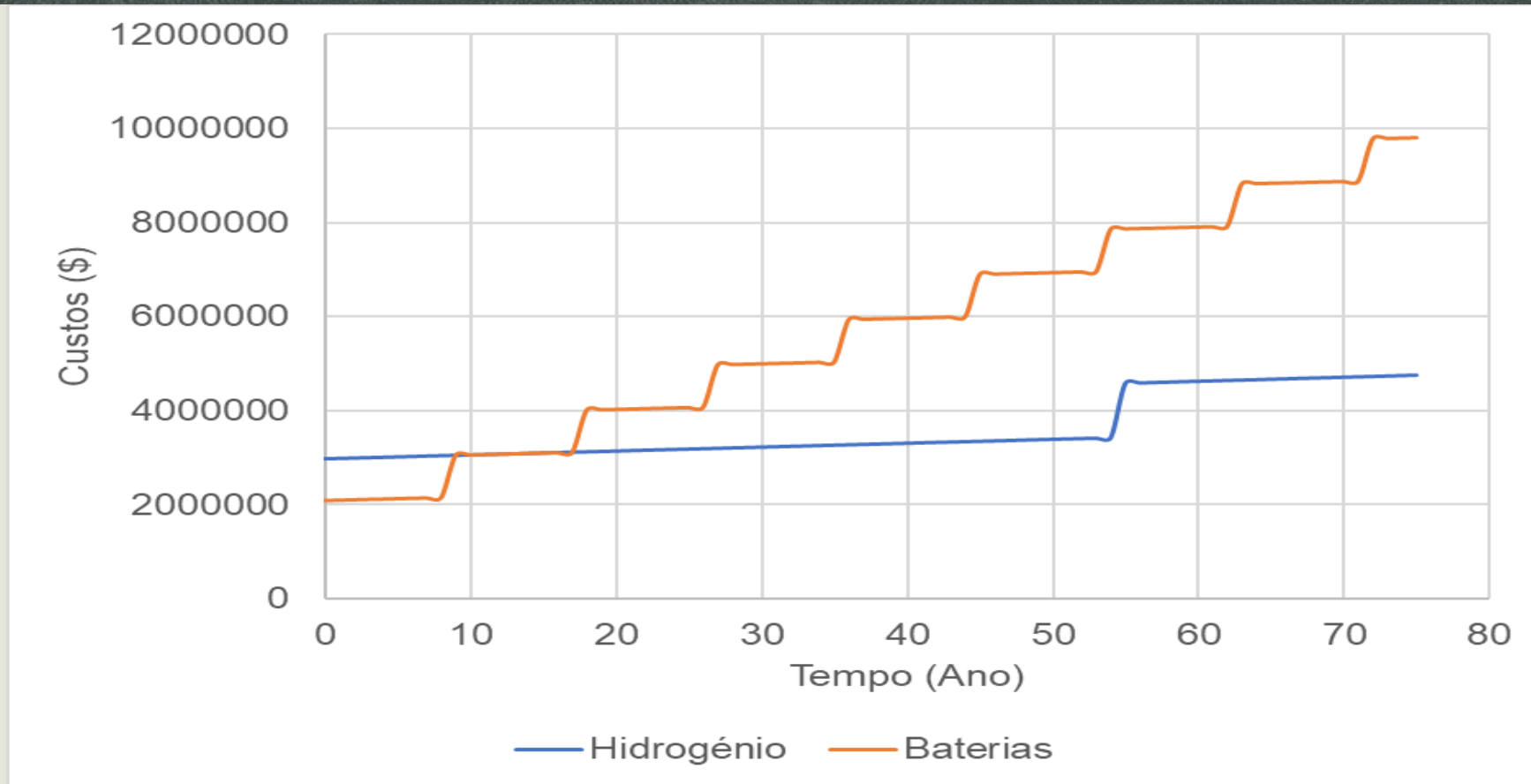


Figura 11. Avaliação comparativa entre o SA de hidrogénio e de baterias. Fonte:[Autor]

8. CONCLUSÕES

Depois de feito o trabalho, extrai-se seguintes conclusões:

- O investimento inicial é maior no SA de Hidrogénio Verde;
- A vida útil das baterias encarece o seu SA;
- Há menos reposições no SA de Hidrogénio Verde;
- Neste caso, o SHSE com SA de Hidrogénio Verde é mais viável do que com SA de baterias.

9. RECOMENDAÇÕES

- Ter informações precisas sobre o local de instalação;
- Confrontar os resultados usando outros aplicativos informáticos;
- Estudar formas de detectar vazamento do hidrogénio armazenado;

OBRIGADO!