

TESTE EXEMPLO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

1. Indique se as afirmações seguintes são verdadeiras ou falsas.

[Uma resposta correta vale 1 valor; uma resposta errada desconta 0.5 valores. A cotação completa da pergunta é 5 valores e a nota mínima 0 (zero).] [5]

Notar que na resposta do teste não é necessário incluir justificação para as perguntas de verdadeiro ou falso.

- a) O fluxo de calor médio na superfície da Terra é maior do que a densidade energética média da radiação solar.

Falso. O fluxo de calor médio na superfície da Terra é muito menor do que a densidade energética média da radiação solar, mesmo nos locais mais favoráveis.

- b) O aproveitamento geotérmico de baixa entalpia está associado a fenómenos de micro-sismicidade.

Falso. Existe alguma correlação empírica entre projetos de aproveitamento geotérmico de alta entalpia. Geotermia de baixa entalpia consiste nos “tubos enterrados” para aproveitamento do efeito de redução de amplitude térmica com a profundidade e tipicamente implica profundidades de apenas alguns metros.

- c) O aproveitamento de energia das ondas é particularmente interessante para aumentar o fator de capacidade de parques eólicos *offshore*.

Falso. De facto, as ondas são criadas pelo vento por isso não existe complementaridade entre a energia das ondas e a energia eólica *offshore*. O fator de capacidade só aumenta quando duas fontes são complementares.

- d) A biomassa não é considerada uma fonte de energia renovável se utilizada para produção de biocombustíveis porque emitem CO₂.

Falso. Uma fonte de energia diz-se renovável quando a escala de tempo de geração do recurso é da ordem de grandeza da escala de tempo do consumo. A biomassa é considerada renovável porque o tempo de crescimento das plantas é suficientemente rápido para voltarmos a plantar/crescer as culturas na escala da vida humana. Já a sua sustentabilidade (e.g. emissões de CO₂) depende do caso particular porque, embora possa ser teoricamente de saldo nulo, muitas vezes existem emissões relevantes e não compensadas durante o processo de produção agrícola/processamento.

- e) A produção de energia de biomassa pode ajudar a reduzir os resíduos em aterros.

Verdadeiro. Sim, uma das possíveis fontes de energia de biomassa são resíduos agrícolas, industriais ou domésticos que, se forem usados para gerar eletricidade, podem reduzir os resíduos em aterros.

2. A central de La Rance, em França, faz o aproveitamento de **energia das marés** e está em funcionamento há 30 anos. Esta central aproveita uma baía natural com uma área de aproximadamente 22 km², numa zona onde a altura da maré atinge os 13.5 m, e produziu cerca de 16 TWh desde a sua entrada em funcionamento.

TESTE EXEMPLO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

- a) Qual é a densidade média de produção (expressa em W/m^2) deste aproveitamento de energia das marés? [1]

A potência média $\bar{P}$ é igual a

$$\bar{P} = \frac{\text{energia}}{\text{tempo}} = \frac{16 \text{ TWh}}{30 \text{ anos}} = \frac{16 \times 10^{12} \text{ Wh}}{30 \times 365 \times 24 \text{ h}} = 6.1 \times 10^7 \text{ W}$$

A densidade média é pois

$$\bar{p} = \frac{\bar{P}}{A} = \frac{6.1 \times 10^7 \text{ W}}{22 \text{ km}^2} = \frac{6.1 \times 10^7 \text{ W}}{22 \times 10^6 \text{ m}^2} = 2.77 \text{ W/m}^2$$

- b) Estime o fator de capacidade. [1]

O fator de capacidade é a fração de tempo a que a central deveria produzir à potência nominal P_{nom} para gerar a mesma quantidade de energia que produziu de facto. Pode, pois, ser determinado pela seguinte equação:

$$FC = \frac{E}{P_{nom} \times \text{horas}} = \frac{16 \times 10^{12} \text{ Wh}}{P_{nom} \times 30 \times 365 \times 24 \text{ h}}$$

Mas para isso precisamos de estimar a P_{nom} que não é dada no enunciado.

Para isso, considerando a queda de água h , a área do reservatório A , a aceleração da gravidade g , a densidade da água ρ e o período T podemos escrever

$$P_{nom} = \frac{mgh}{T} = \frac{Ah\rho gh}{T} = \frac{A\rho gh^2}{T}$$
$$P_{nom} = \frac{22 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times (13.5 \text{ m})^2}{6 \text{ h}}$$
$$P_{nom} = \frac{2.9 \times 10^{12} \text{ kg m}^2/\text{s}^2}{21600 \text{ s}} = 1.4 \times 10^8 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Ora, J/s é Watt, e por isso a potência nominal da central de marés seria cerca de 140 MW pelo que podemos determinar o fator de capacidade

$$FC = \frac{16 \times 10^{12} \text{ Wh}}{140 \times 10^6 \text{ W} \times 30 \times 365 \times 24 \text{ h}} = 0.43$$

Notar que 43% é um fator de capacidade bastante "simpático"¹.

- c) Discuta os principais impactos ambientais, económicos e sociais deste tipo de centrais. [1]

Os principais impactos das centrais de energia das marés estão associados às alterações do ecossistema em zonas onde habitualmente existe muita riqueza de biodiversidade. Exemplos de alterações relevantes:

- a redução/variação do nível de água pode afetar a mobilidade espécies marinhas, com potencial impacto nas populações de aves aquáticas e/ou migratórias;

¹ Notar também que na realidade a potência instalada na centra de La Rance é 240 MW e por isso o fator de capacidade real é mais baixo, cerca de 25%.

TESTE EXEMPLO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

- a redução da salinidade no reservatório estuário;
- o menor transporte de sedimentos que pode provocar águas mais cristalinas, e, portanto, maior produtividade biológica (alteração ecossistema) associada a mais radiação solar;
- sedimentos/nutrientes podem ficar retidos na barragem, com potenciais impactos nas zonas costeiras/praias.

4. O que são as **externalidades** da produção de eletricidade? Ilustre com dois exemplos. [1]

As externalidades da produção de eletricidade são os impactos indiretos (positivos ou negativos) que essa atividade provoca sobre a sociedade ou o ambiente, mas que não estão refletidos diretamente no preço da eletricidade.

Exemplos podem incluir:

- Emissões de CO₂ (e.g. queima de combustíveis fósseis)
- Emissões poluentes de partículas (e.g. carvão)
- (e todos os impactos ambientais, sociais e económicos que discutimos para as várias tecnologias renováveis)

5. Descreva como podemos aproveitar a energia **geotérmica** para produção de eletricidade. Discuta os principais cuidados a ter para minimizar os impactos ambientais e maximizar o aproveitamento energético. [1]

Geração de eletricidade por geotermia de alta entalpia: produção de vapor (extraído diretamente ou por transferência de calor a partir de um fluido aquecido) que aciona uma turbina e produz eletricidade.

Minimização de impactos como emissão de gases tóxicos em suspensão/solução nos fluidos geotermiais, contaminação das águas subterrâneas e, se em larga escala, abatimentos ou sismicidade

Maximização energética, por exemplo mais quente (Carnot) ou aproveitamento de calor em cadeia (i.e. aproveitamento de calor residual para outras aplicações como aquecimento de edifícios, estufas ou aquacultura, etc.).