



## Plano de Estudos

**Escola:** Escola de Ciências e Tecnologia  
**Grau:** Mestrado  
**Curso:** Engenharia da Energia Solar (cód. 442)

### 1.º Ano - 1.º Semestre

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
EME10368M	O Recurso Solar	Engenharia das Energias Renováveis	6	Semestral	156
EME10369M	A Eletricidade como Vetor Energético	Engenharia Eletrotécnica	6	Semestral	156
EME10370M	Tecnologias de Conversão e Armazenamento	Engenharia das Energias Renováveis	6	Semestral	156
EME10371M	Tecnologias da Energia Solar Térmica	Engenharia das Energias Renováveis	6	Semestral	156
EME10372M	Gestão e Planificação da Energia e Projetos	Engenharia das Energias Renováveis	6	Semestral	156

### 1.º Ano - 2.º Semestre

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
EME10373M	Eletrónica de Potência	Engenharia Eletrotécnica	6	Semestral	156
EME10374M	Tecnologias de Concentração Solar	Engenharia das Energias Renováveis	6	Semestral	156
EME10375M	Tecnologias da Energia Solar Fotovoltaica	Engenharia das Energias Renováveis	6	Semestral	156
EME10376M	Tópicos Especiais - Outras Aplicações da Energia Solar	Engenharia das Energias Renováveis	6	Semestral	156
Dissertação					

### 2.º Ano - 3.º Semestre

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Dissertação					



## Condições para obtenção do Grau:

Para aprovação na componente curricular é necessário a aprovação (através de avaliação ou creditação) das seguintes unidades curriculares: {\ }newline

{\ }newline

1<sup>º</sup> Semestre: {\ }newline

5 UC obrigatórias num total de 30 Ects {\ }newline

{\ }newline

2<sup>º</sup> Semestre: {\ }newline

4 UC obrigatórias num total de 24 Ects {\ }newline

{\ }newline

Para obtenção do grau, é necessário também a aprovação na Dissertação, com um total de 36 ECTS, no 3.º Semestre.

## Conteúdos Programáticos



[Voltar](#)

## **O Recurso Solar (EME10368M)**

### 1. A Constante Solar

O Sol  
Emissão do corpo negro  
Emissão radiativa do sol  
A composição espectral da constante solar

### 2. Relações astronómicas Terra-Sol

Órbita da Terra  
Dia solar  
Equação do tempo  
Coordenadas solares  
Coordenadas locais  
Nascer e pôr-do-sol  
Insolação  
Radiação solar incidente em superfícies inclinadas  
'Sun-trackers'

### 3. Interação da radiação solar com a atmosfera terrestre

Composição e estrutura vertical da atmosfera  
Temperatura, Pressão e Humidade  
Variações dos constituintes atmosféricos  
Absorção, dispersão e reflexão da radiação na atmosfera  
O balanço de energia  
Transferência radiativa na atmosfera

Radiação solar directa  
Radiação solar difusa  
Radiação solar global  
Radiação atmosférica  
Aproximações para a radiação solar global

### 4. Radiação solar disponível à superfície

Observações da radiação solar à superfície da Terra (superfície, satélites)  
Calibração instrumental  
Modelação e previsão da radiação solar à superfície da Terra  
Códigos de transferência radiativa



Voltar

### **A Eletricidade como Vetor Energético (EME10369M)**

#### 1. Introdução

- Evolução dos Sistemas de Energia Elétrica. Combustíveis. Centrais de energia elétrica.

#### 2. Problema de programação matemática

- Utilidade e definições básicas. Identificação do ótimo. Teorema de Karush-Kuhn-Tucker. Relaxação Lagrangeana. Programação dinâmica.

#### 3. Mercado de energia elétrica

- Mercado de energia elétrica. Equilíbrio de mercado. Despacho económico e ambiental. Solução não considerando as perdas nas linhas.

#### 4. Planeamento de curto prazo com grupos hídricos

- Formulação do problema. Solução considerando queda fixa.

#### 5. Planeamento de curto prazo com grupos térmicos

- Caracterização dos grupos térmicos. Solução usando relaxação Lagrangeana. Solução usando programação dinâmica.

#### 6. Coordenação hidrotérmica de curto prazo

- Formulação do problema. Casos simples usando o teorema de Karush Kuhn Tucker. Decomposição e coordenação.

Voltar

### **Tecnologias de Conversão e Armazenamento (EME10370M)**

#### Introdução

Conversão química-térmica: combustão

Conversão térmica - eléctrica: solar térmica e biomassa

Conversão mecânica-eléctrica

Conversão química - eléctrica y física-eléctrica

Outras tecnologias de armazenamento de energia

Produção de electricidade centralizada e descentralizada



[Voltar](#)

## **Tecnologias da Energia Solar Térmica (EME10371M)**

### **1. Introdução e revisão**

- Aplicações térmicas da energia solar e tipos de colectores solares térmicos: colector plano; colectores com concentração; colectores estacionários e com seguimento.
- Calor útil e perdas térmicas. Nível crítico de radiação. Temperatura de estagnação.
- Rendimento de um colector: rendimento óptico; rendimento térmico.

### **2. Propriedades ópticas dos materiais em colectores solares térmicos**

- Propriedades ópticas de vidros em colectores solares. Refracção. Transmissibilidade, reflectividade e absorção. Determinação da transmissibilidade em função do ângulo de incidência e do comprimento de onda.
- Propriedades ópticas de superfícies absorvedoras em colectores solares térmicos. Absorção e emissão térmica de superfícies. Revestimento de níquel negro. Revestimentos seletivos.
- Determinação do rendimento óptico de colectores. Variação do rendimento óptico com o comprimento de onda e com ângulo de incidência.

### **3. Análise térmica de colectores solares térmicos**

- Processo de transferência de calor por condução, convecção e radiação em colectores solares térmicos (revisão).
- Coeficiente global de perdas de calor. Factor de eficiência. Factor de caudal. Factor de extração de calor.
- Determinação das perdas térmicas e do calor útil extraído. Eficiência térmica e eficiência global.
- Ligação de colectores solares térmicos em série e em paralelo. Eficiência da ligação em série/paralelo. Efeito da variação do caudal de fluido.

### **4. Aplicações a temperaturas baixas e médias**

- Captação Solar: colectores planos e outros colectores estacionários; concentradores do tipo CPC; colectores de tubos de vácuo; utilização de tubos de calor (heat pipes).
- Configurações comuns em sistemas solares térmicos: sistemas passivos e sistemas activos. Armazenamento de calor e sistemas auxiliares. Sistemas anti-congelamento. Sistemas para aquecimento de água e de água+ar.
- Dimensionamento de sistemas solares térmicos: determinação da demanda de água quente e de aquecimento de ar; coeficiente de perdas térmicas em edifícios; método de graus.dia; fração solar.
- Água e vapor de processo. Vapor para a indústria.

### **5. Aplicações a temperaturas elevadas**

- Produção de electricidade por via termo-solar. Sistemas cilindro-parabólicos e centrais Torre. Sistemas parabólicos com seguimento a dois eixos e com motor Stirling.
- Fluidos de trabalho: óleos térmicos; sais fundidos.
- Armazenamento e hibridização com outras fontes energéticas.
- Ciclo de Rankine. Ciclo de Rankine com reaquecimento e ciclo regenerativo (pré-aquecimento de fluido de trabalho). Eficiência do ciclo termodinâmico e eficiência global da instalação de termo-electricidade solar.
- Ciclo termodinâmico e rendimento do motor de Stirling.

#### **Bibliografia principal:**

- S. Kalogirou (2009). Solar Energy Engineering. Academic Press - Elsevier.  
R. Foster, M. Ghassemi, A. Cota (2010). Solar Energy - Renewable Energy and the Environment, CRC Press.  
F. Kreith, J. Kreider (1978). Principles of Solar Engineering. McGraw-Hill.



[Voltar](#)

### **Gestão e Planificação da Energia e Projetos (EME10372M)**

Os regulamentos europeus.

Panorama energético nacional

Quadro regulamentar para o sector energético nacional.

"Energy Resource Assessment"

Introdução à auditoria energética

Metodologias para estudos de impacto ambiental produzido por projectos de energia.

Introdução à gestão de projectos de energia

Ética profissional e crimes ambientais

Análise económica e financeira dos projectos

[Voltar](#)

### **Eletrónica de Potência (EME10373M)**

1. Introdução aos conversores eletrónicos de potência

Importância dos conversores no contexto dos sistemas elétricos; Estrutura dos conversores.

2. Conversores de comutação natural

Retificadores a díodos e tirístores com circuitos adjacentes ideais; Ligação do gerador ao conversor através de transformador e circuitos adjacentes não ideais; Conversores AC-AC; Modelação e controlo.

3. Conversores de comutação forçada

Estudo dos circuitos de comutação forçada; Conversores de contínuo para contínuo com circuitos adjacentes ideais e não ideais; Onduladores circuitos adjacentes ideais e não ideais; Modelação e controlo.

[Voltar](#)

### **Tecnologias de Concentração Solar (EME10374M)**

1.Introdução.

2.Conceitos básicos de Óptica de Concentração

3.Tipos de Concentradores

4.Seguidores Solares: aspectos tecnológicos e de implementação



Voltar

### **Tecnologias da Energia Solar Fotovoltaica (EME10375M)**

Projecto e Instalação de sistemas Fotovoltaicos: Tipos de sistemas Fotovoltaicos; Dimensionamento de sistemas; Instalação e principais normas.

Monitorização e avaliação de desempenho de sistemas Fotovoltaicos: Parâmetros de desempenho de sistemas Fotovoltaicos; Equipamento de monitorização incluindo principais sensores e sistemas de aquisição de dados, Plano geral de monitorização.

Modelização de sistemas Fotovoltaicos: Modelização matemática dos componentes de sistemas Fotovoltaicos, nomeadamente módulos, Controladores de carga, Inversores e Baterias. Utilização do software Matlab/Simulink como ferramenta básica de modelação;

Tendências da Tecnologia Fotovoltaica: Evolução do mercado Fotovoltaico, principais tendências tecnológicas e principais aplicações.

Voltar

### **Tópicos Especiais - Outras Aplicações da Energia Solar (EME10376M)**

1. Dessalinização
  - Conceitos básicos
  - Via térmica: evaporação/condensação; sistemas de efeito simples; sistemas de efeito múltiplo; sistemas multi-flash; evaporação em membranas.
  - Via mecânica; Osmose inversa; recurso a membranas.
2. Tecnologias solares para potabilização/descontaminação de água.
  - Conceitos básicos
  - Descontaminação por ultravioleta Solar.
  - Fotocatálise e Pasteurização.
  - Experiências concretas, de fotocatalise e pasteurização com energia solar.
3. Secagem com energia solar.
  - Conceitos básicos.
  - Secadores simples ; secadores tipo estufa
  - Produção de ar quente para secadores
  - Experiências concretas, de Secagem Solar.
4. Estufas.
  - Conceitos básicos.
  - Experiências concretas, de Estufas Solares.
5. Climatização/refrigeração
  - Sistemas de absorção/adsorção para combinação com energia solar térmica
  - Sistemas de compressão para combinação com electricidade solar
  - Outros sistemas.
6. Confecção de Alimentos com Energia Solar
  - Sistemas solares do tipo caixa.
  - Sistemas solares concentradores.
  - Experiências concretas, de Secagem Solar.