

<p><b>POLI</b>  <b>ESCOLA SUPERIOR</b>  <b>TECNOLOGIA</b>  <b>GESTÃO</b></p> <p><b>TÉCNICO</b>  <b>GUARDA</b></p>	<p><b>GUIA DE FUNCIONAMENTO</b>  <b>DA UNIDADE CURRICULAR</b>  <b>(GFUC)</b></p>	<p><b>MODELO</b>  PED.008.03</p>
---	--	--------------------------------------

<i>Curso</i>	<b>Energia e Ambiente</b>						
<i>Unidade curricular</i> (UC)	<b>Climatologia</b>						
<i>Ano letivo</i>	2023/2024	<i>Ano</i>	2.º	<i>Período</i>	1.º semestre	<i>ECTS</i>	4
<i>Regime</i>	Obrigatório	<i>Tempo de trabalho (horas)</i>		Total: 112	Contacto: 45		
<i>Docente(s)</i>	Professor Doutor <b>Rui Perdigão</b>						
<input type="checkbox"/> <i>Responsável da</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Coordenador(a) Área/Grupo Disciplinar</i> <input type="checkbox"/> <i>Regente (cf. situação de cada Escola)</i>	Professor Doutor <b>Rui Pitarma</b>						

## GFUC PREVISTO

### 1. OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

A – Introdução ao estudo do sistema climático, sua dinâmica multiescala e desafios multissetoriais dali emergentes. Da geofísica fundamental ao nexus interdisciplinar das ciências da Terra, do Ambiente, Energia e Sustentabilidade, articulado num todo coeso de sólida base teórica, prática e operacional.

B – Discernir processos e interações subjacentes à natureza e dinâmica do sistema climático, bem como a sua complexidade espacial e temporal, seus impactos e desafios ambientais e energéticos dali emergentes, numa abordagem sinérgica sistémica solidamente assente em princípios fundamentais.

C – Capacitar a compreensão científica das alterações climáticas e do papel central das ciências do ambiente e da energia nos desafios de ação climática, transição energética e desenvolvimento sustentável, numa coesão integrada entre as valências de energia e ambiente desta licenciatura.

D – Articular a dinâmica global do sistema climático com as realidades regionais e locais, capacitando a análise dos sinais da natureza no diagnóstico, prognóstico e apoio à decisão relativamente a fenómenos atmosféricos, hidrológicos, oceânicos, biogeofísicos, suas interações e eventos extremos.

E – Conceptualizar de forma fisicamente intuitiva e formal modelos simples representativos de aspetos chave do sistema climático, elucidando o seu “como” e “porquê” à luz de noções básicas de análise matemática, termodinâmica e dinâmica de fluidos em harmonia com as demais UC da licenciatura.

F – Distinguir e compreender os diversos tipos de clima, as suas transformações e desafios emergentes, da escala global à regional ibero-atlântica e mediterrânica, bem como no seio do nosso Portugal, da área oceânica de influência ao interior profundo, concluindo com uma caracterização científica e capacitação operacional dos desafios do ambiente e energia na ação climática local, regional e global.

<p><b>POLI</b>  ESCOLA SUPERIOR  TECNOLOGIA  GESTÃO</p> <p><b>TÉCNICO</b>  <b>GUARDA</b></p>	<p><b>GUIA DE FUNCIONAMENTO  DA UNIDADE CURRICULAR</b></p> <p>(GFUC)</p>	<p><b>MODELO</b></p> <p>PED.008.03</p>
--	--	--

## **2. CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS**

### **1. Visão geral e noções fundamentais**

- 1.1 – Introdução às Ciências do Clima e das Alterações Climáticas, o seu enquadramento nas Ciências do Sistema Terra e o seunexo interdisciplinar articulando as questões da Energia e do Ambiente.
- 1.2 – O Sistema Climático. Da físico-química fundamental subjacente à sua natureza e composição, aos processos, forçamentos e interações esculpindo a sua dinâmica, impactos e desafios emergentes.
- 1.3 – Discernindo subsistemas e interações geofísicas, geocológicas e ambientais, bem como a sua articulação sinérgica no Clima assente em princípios físico-químicos e sistémicos subjacentes.
- 1.4 – Dinâmica do Sistema Climático através das escalas espaciais e temporais: dos seus invariantes, padrões, retroações e simetrias à sua variabilidade funcional e transformação estrutural.
- 1.5 – Papel das Ciências do Clima e das Alterações Climáticas na capacitação para compreender o passado, gerir o presente e preparar o futuro em termos de ação climática e transição energética.

### **2. O Engenho do Sistema Climático**

- 2.1 – Energética de Sistemas Dinâmicos e princípios físicos subjacentes
- 2.2 – Termodinâmica do Planeta Terra e Máquina Térmica Climática
- 2.3 – Electrodinâmica do Planeta Terra: forçamento radiativo, balanço radiativo e sua dinâmica
- 2.4 – Mecânica de Fluidos Geofísicos e Princípios de Circulação Geral Oceânica e Atmosférica
- 2.5 – Condições de interface entre subsistemas, de fronteira e exógenas (forçamentos)

### **3. Composição e Estrutura dos Subsistemas Climáticos**

- 3.1 – Oceanos: sua composição e estrutura vertical, horizontal e volúmica
- 3.2 – Atmosfera: sua composição e estrutura horizontal, vertical e volúmica
- 3.3 – Criosfera: sua composição e estrutura horizontal, vertical e volúmica
- 3.4 – Litosfera e Biosfera: sua composição, morfologia e papel modulador
- 3.5 – Perturbações: do uso da terra e meio construído à poluição ambiental

### **4. Fluxos e Regimes no Sistema Climático**

- 4.1 – Fluxos Geofísicos e Geoquímicos: ciclos e transições hidrológicas, hidrogeológicas e do carbono
- 4.2 – Fluxos de Energia e Entropia: ciclos termodinâmicos, radiativos e suas transições
- 4.3 – Regimes de Circulação Oceânica

<p>POLI ESCOLA SUPERIOR TECNOLOGIA GESTÃO TÉCNICO GUARDA</p>	<p><b>GUIA DE FUNCIONAMENTO DA UNIDADE CURRICULAR (GFUC)</b></p>	<p><b>MODELO</b> PED.008.03</p>
--	--	-------------------------------------

4.4 – Regimes de Circulação Atmosférica

4.5 – Transições de Fase e Fluxos de Interface entre Subsistemas Climáticos

**5. Regimes Climáticos à Escala Regional e Local**

5.1 – Regimes Oceânicos Regionais e Locais: do Giro Norte-Atlântico à costa Portuguesa

5.2 – Regimes Atmosféricos Regionais e Locais: da área Euro-Atlântica ao Portugal profundo

5.3 – Regimes de interface costeira e estuarina, orográfica, biogeofísica e do meio construído

5.4 – Impactos e retroações entre regimes de circulação geral, regional e local

5.5 – Caracterização dos regimes climáticos de Portugal, bem como sua dinâmica e desafios

**6. Dinâmica Intraclimática Transiente: à escala dos eventos**

6.1 – Condições e tendências meteorológicas, hidrológicas, oceânicas e biogeofísicas

6.2 – Diagnóstico e prognóstico: das tendências às variações de curto, médio e longo prazo

6.3 – Interação entre escalas curtas e longas no tempo e no espaço: entre “eventos” e “climas”

6.4 – Eventos extremos: das tempestades e cheias às ondas de calor e secas e incêndios

6.5 – Sinais precoces e prevenção de eventos extremos e da emergência de multirriscos

**7. Variabilidade Climática, Teleconexões e Impactos**

7.1 – Regimes de variabilidade Oceânica e Atmosférica de média e larga escala espacial e temporal

7.2 – Regimes de variabilidade nas interações Oceano-Atmosfera e índices climáticos associados

7.3 – Teleconexões entre regimes de variabilidade e índices climáticos associados

7.4 – Impactos de regimes de variabilidade e suas teleconexões na dinâmica regional e transiente

7.5 – Complexidade e Predictabilidade dinâmica do Sistema Climático

**8. Evolução Sistémica e Alterações Climáticas**

8.1 – Natureza do Problema, sua evolução e nexos causal subjacente

8.2 – Perturbações endógenas, exógenas e emergentes de processos coevolutivos

8.3 – Evolução histórica e paleoclimática: da reconstrução por *proxies* à instrumentação e modelação

8.4 – Dados climáticos, Modelos, Cenários, Projeções e Predictabilidade Associada

8.5 – Processamento, visualização e comunicação científica em Alterações Climáticas

**9. Ação Climática e Estratégias Energético-Ambientais**

9.1 – Impactos e Desafios Emergentes das Alterações Climáticas

<p><b>POLI</b>  <b>ESCOLA SUPERIOR</b>  <b>TECNOLOGIA</b>  <b>GESTÃO</b></p> <p><b>TÉCNICO</b>  <b>GUARDA</b></p>	<p><b>GUIA DE FUNCIONAMENTO</b>  <b>DA UNIDADE CURRICULAR</b>  <b>(GFUC)</b></p>	<p><b>MODELO</b>  PED.008.03</p>
---	--	--------------------------------------

- 9.2 – Mecanismos de Ação Climática e base científica subjacente
- 9.3 – Estratégias de Descarbonização e Transição Energética
- 9.4 – Objetivos e Medidas para o Desenvolvimento Sustentável
- 9.5 – Riscos da Ação Climática e Estratégias Energético-Ambientais

**10. Análise, Modelação e Suporte à Decisão**

- 10.1 – Análise de dados referentes ao Sistema Climático, seus subsistemas e interações
- 10.2 – Modelos de previsão em Meteorologia, Oceanografia, Climatologia e Hidrologia
- 10.3 – Modelos gerais de Dinâmica do Sistema Terra e de Alterações Climáticas
- 10.4 – Sistemas de Monitorização, Visualização, Processamento e Suporte à Decisão
- 10.5 – Projeto colaborativo e relatório final de Disciplina.

**3. DEMONSTRAÇÃO DA COERÊNCIA DOS CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS COM OS OBJETIVOS DA UC**

O âmbito geral, interdisciplinar e multifacetado dos objetivos A e B é trabalhado e concretizado ao longo de todos os pontos programáticos, articulados sinergicamente como um todo coeso, em linha com a visão da UC e seu papel na articulação sistémica da licenciatura em energia e ambiente.

O objetivo C é trabalhado e atingido através dos pontos programáticos 6 a 10, porquanto estes se centram na compreensão das dinâmicas, impactos, estratégias e técnicas para abordar essas questões.

O objetivo D envolve todos os pontos programáticos porquanto a sua concretização pressupõe a compreensão do sistema climático, das suas dinâmicas e eventos através das várias escalas e suas interações, trabalhadas ao longo dos vários pontos programáticos da UC.

O objetivo E, de pendor técnico-científico mais metodológico, permeia pelos vários pontos programáticos com especial incidência para o primeiro com noções, princípios e fundamentos gerais, bem como o último, tomando o formalismo de análise, modelação e suporte à decisão de forma mais profunda e detalhada, após haver percorrido e trabalhado os vários pontos do programa para tal.

O objetivo F encontra nos pontos programáticos 1 a 4 o trabalho de princípios gerais e de âmbito global, e no ponto 5 o enfoque regional e local, seguindo depois para a escala dos eventos no ponto 6, para finalmente trabalhar as questões de variabilidade, alterações, impactos e desafios emergentes nos pontos 7 a 10, articulando os vários pontos programáticos sem prejuízo do enfoque no ponto 5.

<p>POLI ESCOLA SUPERIOR TECNOLOGIA GESTÃO TÉCNICO GUARDA</p>	<p><b>GUIA DE FUNCIONAMENTO DA UNIDADE CURRICULAR</b> (GFUC)</p>	<p><b>MODELO</b> PED.008.03</p>
--	--	-------------------------------------

#### 4. BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL

[Base/Aulas] Perdigão, Rui A. P. (2022): *Dinâmica do Sistema Climático: da Ciência Fundamental às Fronteiras da Complexidade*. [Desenvolvimento e comunicação gradual durante o semestre]

[Obrigatório] Peixoto, J. Pinto e A. Oort (1992); *Physics of Climate*. American Institute of Physics, Massachusetts, USA.

[Recomendado] Ghil, Michael; and Valerio Lucarini (2020): The physics of climate variability and climate change. *Rev. Mod. Phys.* 92, 035002. DOI: 10.1103/RevModPhys.92.035002.

[Recomendado] Stull, Roland (2017): *Practical Meteorology: An Algebra-based Survey of Atmospheric Science* - version 1.02b. University of British Columbia, Canada. ISBN 978-0-88865-283-6.

[Recomendado] Peixoto, José Pinto (1987); O HOMEM; O CLIMA E O AMBIENTE: I O Sistema Climático e as Bases Físicas do Clima; II As Variações do Clima e o Ambiente III A Influência do Homem no Clima e no Ambiente. Coleção o Ambiente e o Homem, Gabinete de Estudos e Planeamento da Administração do Território, Secretaria de Estado do Ambiente e dos Recursos Naturais, Lisboa.

[Recomendado] Miranda, Pedro M. A. (2009): *Meteorologia e Ambiente*. 2ª Edição, Universidade Aberta, Lisboa.

#### 5. METODOLOGIAS DE ENSINO (REGRAS DE AVALIAÇÃO)

As metodologias de ensino usadas nas aulas teóricas, teórico-práticas e de orientação tutorial refletem a conciliação entre a vasta interdisciplinaridade e a profundidade das temáticas a abordar, de forma coesa, sinérgica e integrada. Assim, cada conteúdo é contextualizado na problemática e objetivos gerais da UC, sendo trabalhado desde: 1) Forma expositiva e interativa para alicerçar as bases, como seja na construção dos esquemas e formalismos no quadro e em meios audiovisuais de forma co-criativa envolvendo os alunos em cada passo do desenvolvimento para cimentar conceitos e formas de construção, formalização e discussão do conhecimento à medida que vai sendo desenvolvido em aula; 2) Discussão de problemas e da sua relevância, formulação de hipóteses, construção de estratégias para a sua resolução com base nos princípios trabalhados na metodologia 1, e aprendizagem na resolução dos mesmos, tanto para casos genéricos para cimentar bases, como em casos concretos; 3) Elaboração de trabalhos práticos pelos alunos podendo versar desde estudos técnico-científicos a trabalhos operacionais com especial incidência por desafios de análise, modelação e suporte à decisão para abordar questões afectas ao sistema climático e sua articulação nas problemáticas das alterações climáticas, seus impactos e desafios emergentes na interface entre questões energéticas e ambientais.

<p><b>POLI</b>  ESCOLA SUPERIOR  TECNOLOGIA  GESTÃO</p> <p><b>TÉCNICO</b>  <b>GUARDA</b></p>	<p><b>GUIA DE FUNCIONAMENTO  DA UNIDADE CURRICULAR</b></p> <p>(GFUC)</p>	<p><b>MODELO</b></p> <p>PED.008.03</p>
--	--	--

4) Discussão e debate dos trabalhos em sede de aprendizagem e de avaliação, porquanto esta centra-se na preparação de um relatório final escrito de disciplina com apresentação e discussão oral.

Em todas as metodologias pedagógicas há envolvimento e incentivo de uma dinâmica participativa, de debate e reflexão individual e em grupo, bem como na aprendizagem e consolidação de fundamentos técnico-científicos para a compreensão científica e resolução concreta de problemas na prática, bem como a sua comunicação tanto no âmbito académico como no treino para comunicar ciência climática a decisores, cidadãos e outros atores de relevância sócio-ambiental.

A avaliação contínua contempla os seguintes parâmetros: assiduidade (10%), desenvolvimento de atividades em aula (20%) e relatório final escrito de disciplina com discussão oral (70%). O maior peso é dado ao relatório final porquanto em termos substantivos integra esforços dentro e fora de aula conduzidos ao longo de todo o semestre.

O aluno terá aprovação à UC se obtiver uma avaliação de valor igual ou superior a 10 valores. Não obtendo aprovação em avaliação contínua, o aluno ficará admitido a exame com peso de 100% na nota final.

## **6. DEMONSTRAÇÃO DA COERÊNCIA DAS METODOLOGIAS DE ENSINO COM OS OBJETIVOS DA UC**

As metodologias de ensino usadas nas aulas teóricas, teórico-práticas e de orientação tutorial refletem a conciliação entre a vasta interdisciplinaridade e a profundidade das temáticas a abordar, de forma coesa, sinérgica e integrada, com contextualização e articulação na problemática e objetivos da UC.

## **7. REGIME DE ASSIDUIDADE**

É fortemente recomendada a presença e participação nas aulas para garantir a fruição plena dos objetivos e atividades contempladas na UC, e consegui-lo de forma mais enriquecedora e interessante, porquanto nem tudo o que é abordado e desenvolvido em aula poderá ser encontrado na literatura.

## **8. CONTACTOS E HORÁRIO DE ATENDIMENTO**

### **Docente da unidade curricular**

Nome: Professor Doutor Rui Perdigão

Email: [perdigao@ipg.pt](mailto:perdigao@ipg.pt)

**Horário de atendimento:** quarta-feira: das 11:30 às 12:30.

<p><b>POLI</b> ESCOLA SUPERIOR TECNOLOGIA GESTÃO</p> <p><b>TÉCNICO</b> <b>GUARDA</b></p>	<p><b>GUIA DE FUNCIONAMENTO DA UNIDADE CURRICULAR</b> (GFUC)</p>	<p><b>MODELO</b> PED.008.03</p>
--	--	-------------------------------------

## 9. OUTROS

Além da assiduidade, os alunos devem ser pontuais nas aulas e evitar interrupções desnecessárias.

## DATA

18 de Setembro de 2023

## ASSINATURAS

O Coordenador da Área/Grupo Disciplinar

\_\_\_\_\_

*(Professor Doutor Rui Pitarma)*

O Docente

\_\_\_\_\_

*(Professor Doutor Rui Perdigão)*