



## Plano de Estudos

**Escola:** Instituto de Investigação e Formação Avançada

**Grau:** Programa de Doutoramento

**Curso:** Ciências da Terra e do Espaço (cód. 243)

### Especialidade Área de Especialização em Física da Atmosfera e do Clima

#### 1.º Ano - 1.º Semestre

##### Especialidade Área de Especialização em Física da Atmosfera e do Clima

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS09015D	Técnicas de Observação, Aquisição e Tratamento de Dados	Física da Terra e do Espaço Geologia	4	Semestral	104
FIS09016D	Seminário em Ciências da Terra e do Espaço	Física da Terra e do Espaço Geologia	4	Semestral	104

##### Grupo de Optativas da Especialidade

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS09017D	Detecção Remota e Modelação de Aerossóis Atmosféricos e de Nuvens	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09018D	Modelação Atmosférica	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09019D	Técnicas Observacionais, Instrumentação e Modelação de Gases Minoritários Atmosféricos	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09020D	Modelação da Dinâmica de Atmosferas Planetárias	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09021D	Clima e Alterações Climáticas	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09022D	Paleoclima	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09023D	Arquitecturas de Escoamento de Geofluidos	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09024D	Electricidade Atmosférica	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09025D	Recursos Energia e Ambiente	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09026D	Técnicas de Processamento de Imagens e Tratamento de Sinal em Ciências da Terra e Planetárias	Física Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
Optativa livre					

Tese

#### 1.º Ano - 2.º Semestre

##### Especialidade Área de Especialização em Física da Atmosfera e do Clima

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

#### 2.º Ano - 3.º Semestre

##### Especialidade Área de Especialização em Física da Atmosfera e do Clima

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					



### 2.º Ano - 4.º Semestre

#### Especialidade Área de Especialização em Física da Atmosfera e do Clima

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

### 3.º Ano - 5.º Semestre

#### Especialidade Área de Especialização em Física da Atmosfera e do Clima

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

### 3.º Ano - 6.º Semestre

#### Especialidade Área de Especialização em Física da Atmosfera e do Clima

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

### 4.º Ano - 13.º Trimestre

#### Especialidade Área de Especialização em Física da Atmosfera e do Clima

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

### Condições para obtenção do Grau:

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

1º Semestre: {\ }newline

- 2 UC Obrigatórias num total de 8 ECTS {\ }newline

- 2 UC Optativas num total de 8 ECTS do conjunto de optativas disponíveis no plano de estudos desta especialização. {\ }newline

{\ }newline

Para obtenção do grau, é necessário a aprovação na tese num total de 180 ECTS {\ }newline

### Especialidade Área de especialização em Geofísica

#### 1.º Ano - 1.º Semestre

##### Especialidade Área de especialização em Geofísica

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS09015D	Técnicas de Observação, Aquisição e Tratamento de Dados	Física da Terra e do Espaço Geologia	4	Semestral	104
FIS09016D	Seminário em Ciências da Terra e do Espaço	Física da Terra e do Espaço Geologia	4	Semestral	104



### 1.º Ano - 1.º Semestre

#### Especialidade Área de especialização em Geofísica

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
<b>Grupo de Optativas da Especialidade</b>					
Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS09027D	Fonte Sísmica	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09028D	Modelação de Movimentos Sísmicos	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09029D	Modelação da Deformação Crustal	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09026D	Técnicas de Processamento de Imagens e Tratamento de Sinal em Ciências da Terra e Planetárias	Física Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09031D	Reologia da Terra	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09032D	Fenómenos de Transferência de Energia na Terra	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09033D	Geomagnetismo	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
Optativa livre					
Tese					

### 1.º Ano - 2.º Semestre

#### Especialidade Área de especialização em Geofísica

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

### 2.º Ano - 3.º Semestre

#### Especialidade Área de especialização em Geofísica

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

### 2.º Ano - 4.º Semestre

#### Especialidade Área de especialização em Geofísica

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

### 3.º Ano - 5.º Semestre

#### Especialidade Área de especialização em Geofísica

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

### 3.º Ano - 6.º Semestre

#### Especialidade Área de especialização em Geofísica

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					



#### 4.º Ano - 13.º Trimestre

##### Especialidade Área de especialização em Geofísica

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

#### Condições para obtenção do Grau:

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

1º Semestre: {\ }newline

- 2 UC Obrigatórias num total de 8 ECTS {\ }newline

- 2 UC Optativas num total de 8 ECTS do conjunto de optativas disponíveis no plano de estudos desta especialização. {\ }newline

{\ }newline

Para obtenção do grau, é necessário a aprovação na tese num total de 180 ECTS

#### Especialidade Área de Especialização em Processos Geológicos

##### 1.º Ano - 1.º Semestre

##### Especialidade Área de Especialização em Processos Geológicos

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS09015D	Técnicas de Observação, Aquisição e Tratamento de Dados	Física da Terra e do Espaço Geologia	4	Semestral	104
FIS09016D	Seminário em Ciências da Terra e do Espaço	Física da Terra e do Espaço Geologia	4	Semestral	104

##### Grupo de Optativas da Especialidade

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
GEO09034D	Processos Orogénicos	Geologia	4	Semestral	104
GEO09035D	Regimes transpressivos; da cinemática à dinâmica	Geologia	4	Semestral	104
GEO09036D	Isótopos Não Convencionais	Geologia	4	Semestral	104
GEO09037D	Técnicas Micro-Analíticas em Ciências da Terra	Geologia	4	Semestral	104
FIS09029D	Modelação da Deformação Crustal	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09039D	Sismotectónica	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09031D	Reologia da Terra	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
GEO09040D	Geocronologia em Processos Orogénicos	Geologia	4	Semestral	104
Optativa livre					

Tese

##### 1.º Ano - 2.º Semestre

##### Especialidade Área de Especialização em Processos Geológicos

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					



### 2.º Ano - 3.º Semestre

#### Especialidade Área de Especialização em Processos Geológicos

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

### 2.º Ano - 4.º Semestre

#### Especialidade Área de Especialização em Processos Geológicos

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

### 3.º Ano - 5.º Semestre

#### Especialidade Área de Especialização em Processos Geológicos

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

### 3.º Ano - 6.º Semestre

#### Especialidade Área de Especialização em Processos Geológicos

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

### 4.º Ano - 13.º Trimestre

#### Especialidade Área de Especialização em Processos Geológicos

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

### Condições para obtenção do Grau:

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

1º Semestre: {\ }newline

- 2 UC Obrigatórias num total de 8 ECTS {\ }newline

- 2 UC Optativas num total de 8 ECTS do conjunto de optativas disponíveis no plano de estudos desta especialização. {\ }newline

{\ }newline

Para obtenção do grau, é necessário a aprovação na tese num total de 180 ECTS

### Especialidade Área de Especialização em Astronomia e Astrofísica

#### 1.º Ano - 1.º Semestre

##### Especialidade Área de Especialização em Astronomia e Astrofísica

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS09015D	Técnicas de Observação, Aquisição e Tratamento de Dados	Física da Terra e do Espaço Geologia	4	Semestral	104
FIS09016D	Seminário em Ciências da Terra e do Espaço	Física da Terra e do Espaço Geologia	4	Semestral	104



**1.º Ano - 1.º Semestre**

**Especialidade Área de Especialização em Astronomia e Astrofísica**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
<b>Grupo de Optativas da Especialidade</b>					
Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS09041D	Astrofísica Observacional	Física	4	Semestral	104
FIS09042D	Atmosferas Planetárias	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09043D	Técnicas Observacionais e Instrumentação em Astrofísica	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09044D	Heliosismologia	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09045D	Astropartículas	Física	4	Semestral	104
FIS09046D	Astrofísica Dinâmica Computacional	Física	4	Semestral	104
FIS09047D	Space Weather	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS09026D	Técnicas de Processamento de Imagens e Tratamento de Sinal em Ciências da Terra e Planetárias	Física Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
Optativa livre					
Tese					

**1.º Ano - 2.º Semestre**

**Especialidade Área de Especialização em Astronomia e Astrofísica**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

**2.º Ano - 3.º Semestre**

**Especialidade Área de Especialização em Astronomia e Astrofísica**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

**2.º Ano - 4.º Semestre**

**Especialidade Área de Especialização em Astronomia e Astrofísica**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

**3.º Ano - 5.º Semestre**

**Especialidade Área de Especialização em Astronomia e Astrofísica**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

**3.º Ano - 6.º Semestre**

**Especialidade Área de Especialização em Astronomia e Astrofísica**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					



#### 4.º Ano - 13.º Trimestre

#### Especialidade Área de Especialização em Astronomia e Astrofísica

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

#### Condições para obtenção do Grau:

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

1º Semestre: {\ }newline

- 2 UC Obrigatórias num total de 8 ECTS {\ }newline

- 2 UC Optativas num total de 8 ECTS do conjunto de optativas disponíveis no plano de estudos desta especialização. {\ }newline

{\ }newline

Para obtenção do grau, é necessário a aprovação na tese num total de 180 ECTS



## Condições para obtenção do Grau:

Área de Especialização em Física da Atmosfera e do Clima: {}newline

{}newline

Para aprovação na componente curricular nesta especialização deste programa de doutoramento é necessário a aprovação (através de avaliação ou creditação) das seguintes unidades curriculares: {}newline

{}newline

1<sup>o</sup> Semestre: {}newline

- 2 UC Obrigatórias num total de 8 ECTS {}newline

- 2 UC Optativas num total de 8 ECTS do conjunto de optativas disponíveis no plano de estudos desta especialização. {}newline

{}newline

Para obtenção do grau, é necessário a aprovação na tese num total de 180 ECTS {}newline

{}newline

Área de Especialização em Geofísica: {}newline

{}newline

Para aprovação na componente curricular nesta especialização deste programa de doutoramento é necessário a aprovação (através de avaliação ou creditação) das seguintes unidades curriculares: {}newline

{}newline

1<sup>o</sup> Semestre: {}newline

- 2 UC Obrigatórias num total de 8 ECTS {}newline

- 2 UC Optativas num total de 8 ECTS do conjunto de optativas disponíveis no plano de estudos desta especialização. {}newline

{}newline

Para obtenção do grau, é necessário a aprovação na tese num total de 180 ECTS {}newline

{}newline

Área de Especialização em Processos Geológicos: {}newline

{}newline

Para aprovação na componente curricular nesta especialização deste programa de doutoramento é necessário a aprovação (através de avaliação ou creditação) das seguintes unidades curriculares: {}newline

{}newline

1<sup>o</sup> Semestre: {}newline

- 2 UC Obrigatórias num total de 8 ECTS {}newline

- 2 UC Optativas num total de 8 ECTS do conjunto de optativas disponíveis no plano de estudos desta especialização. {}newline

{}newline

Para obtenção do grau, é necessário a aprovação na tese num total de 180 ECTS {}newline



## Conteúdos Programáticos

[Voltar](#)

### **Técnicas de Observação, Aquisição e Tratamento de Dados (FIS09015D)**

- Estudo de vários instrumentos utilizados em detecção remota (RADAR, LIDAR, Interferometria, Espectroscopia, Fotometria). Sistemas de satélite. Princípios Físicos Gerais de Detecção Remota em Sistemas Passivos e Activos. Sistemas de amostragem in situ de gases e aerossóis. Barometria, termometria, higrometria, anemometria. Radiosondagens. Sistemas de georeferenciação espacial, GPS (GDSN) diferencial, Lidar Terrestre, Sismómetros, geofones, georesistivímetros, gravímetros e magnetómetros. Redes locais regionais e globais de observação.
- Aprofundamento das técnicas de observação referentes à área de interesse do aluno.
- Aquisição, registo, processamento e interpretação de dados tendo em vista o estabelecimento de modelos interpretativos dos diversos fenómenos observados.



Voltar

### Seminário em Ciências da Terra e do Espaço (FIS09016D)

Devido aos objetivos específicos desta unidade curricular, os conteúdos variarão de ano para ano, sendo influenciados principalmente 1) pelas parcerias científicas estabelecidas no âmbito dos projetos de investigação em curso nos quais estejam a trabalhar os elementos do corpo docente e 2) dos eventos científicos (seminários e conferências) organizados pelo Centro de Geofísica de Évora (U. Évora) e conferências nacionais e internacionais. No entanto, o programa irá proporcionar conhecimentos avançados nas áreas das Ciências da Terra e do Espaço, em particular nos seguintes domínios: Meteorologia Sinóptica e Previsão do Tempo, Clima, Variabilidade Climática e Alterações Climáticas, Sistemas de observação, de deteção e técnicas de monitorização da atmosfera e do espaço, Física Solar e Planetária, Sismologia e risco sísmico, Prospecção Geofísica, Génese e dinâmica dos materiais geológicos, recursos minerais, impactos ambientais, génese e dinâmica dos materiais geológicos, distribuição dos materiais geológicos à superfície da Terra.

Este ano letivo 2012/13

1) os alunos participaram nos seguintes seminários:

- Quarta-feira, 05 Dezembro 2012, João Martins (Instituto Dom Luiz, Lisboa): Cumulus Boundary Layers in the Atmosphere: High Resolution Models and Satellite Observations
- Quarta-feira, 16 Janeiro 2013, Sofia Andringa (Laboratório de instrumentação e física experimental de partículas, Lisboa): Neutrinos - messengers from the centre of the Sun and the Earth

2) os alunos participaram aos seguintes workshop e congressos:

- Workshop Drought in a Changing Climate - an Overview, realizado em 16 de Novembro de 2012 no Instituto Português do Mar e da Atmosfera.

3) foi organizado um Workshop em Ciências da Terra e do Espaço (<http://cge-1.uevora.pt/wcta/>) com a participação dos alunos inscritos na cadeira e dos restantes doutorandos. Houve no total 14 palestras com o seguinte programa:

09h 30 - Receção e entrega de documentação

10h 00 - Sessão de Abertura: Mourad Bezzeghoud (Diretor do Programa Doutoral em CTE, Professor DFIS/CGE-UE)

10h 15 - 'O Sol e a sua influencia na evolução da Terra' Ilidio Lopes- (Professor DFIS-UE/CENTRA-IST)- Palestra convidada

10h 50 - Pausa para Café

Moderadores: Angela Celauro (CGE/UE & Universidade La Sapienza, Roma); Miguel Potes (CGE/UE)

11h 10 - 'Archaeometric investigation for provenance studies about copper metallurgy in the phoenician-punic culture' Angela Celauro(UE & U. La Sapienza, Roma)

11h 30 - 'Solar Ultraviolet Radiation and index at the surface in Évora' Vanda Salgueiro(CGE/UE)

11h 50 - 'Analysis of WRF-ARW model performance to estimate shortwave downward radiation in Spain' João Perdigão(CGE/UE)

12h 10 - 'Optimal representation of our knowlegde about seismic sources for PSHA in low deformation áreas' Boris Le Goff(CGE/UE)

12h 30 - Almoço

Moderadores: Noel Moreira(CGE/LIRIO/UE); Elisa Cardoso(UE & CENTRA/IST)

14h 00 - 'Aplicação da geocronologia U-Pb em zircão detrítico aos grauvaques da formação de Mira. Estudo de proveniência sedimentar' Luís Albardeiro(UE & IDL/UL)

14h 20 - 'Aspectos atmosféricos associados a extremos de precipitação na Ilha da Madeira' Flávio Couto (CGE/UE)

14h 40 - 'Estudo da fonte do sismo do Haiti de 12 de janeiro de 2010 a partir de combinação de dados sísmicos e geodésicos' Ruben Santos(CGE/UE)

15h 00 - 'Water quality monitoring of inland waters bodies' Miguel Potes(CGE/UE)

15h 20 - Pausa para Café

Moderadores: Boris Le Goff (CGE/UE); Vanda Salgueiro(CGE/UE)

15h 40 - 'O impacto de uma estratificação realista da densidade num modelo de dínamo solar' Elisa Cardoso(UE & CENTRA/IST)

16h 00 - 'Matérias-Primas do SÍTIO Arqueológico de Garvão' Lúcia Rosado(CGE/Hercules/UE)

16h 20 - 'Validando os dados de estimativa de precipitação por sensoriamento remoto do satélite TRMM para Pernambuco Brasil' Rafael Anjos(Mestrado CTAE/UE, Programa Ciências Sem Fronteiras, U. Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil)

16h 40 - 'Caracterização do Ambiente Eléctrico Troposférico e a sua relação com os Aerossóis' Marta Melgão(CGE/UE)

17h 00 - 'Mecanismos de acomodação de deformação heterogénea em zonas de cisalhamento; estruturas em dominó (dados preliminares)' Noel Moreira(CGE/LIRIO/UE)

17h 20 Sessão de Encerramento



[Voltar](#)

### **Detecção Remota e Modelação de Aerossóis Atmosféricos e de Nuvens (FIS09017D)**

Instrumentação utilizada em detecção remota. Sistemas de satélite. Princípios Físicos Gerais de Detecção Remota em Sistemas Passivos e Activos. Transferência radiativa na atmosfera aplicada à detecção remota. Estudo de vários instrumentos e técnicas de observação dos aerossóis e nuvens na atmosfera. Noções de modelação dos principais constituintes atmosféricos. Problema de inversão em detecção remota. Técnicas de inversão. Aplicações aos aerossóis e nuvens. Problemáticas associadas à validação.

[Voltar](#)

### **Modelação Atmosférica (FIS09018D)**

Escala do movimento e tipos de modelos atmosféricos: LES, mesoscala, previsão do tempo e circulação global. As equações da dinâmica da atmosfera. Sistemas de coordenadas e projecções. Métodos numéricos e técnicas computacionais. Discretização das equações e parametrização de processos físicos de sub-escala. Interação superfície - atmosfera e a representação da camada limite atmosférica; turbulência modelos de transferência radiativa; Nuvens e precipitação; Convecção profunda; Parameterização de aerossóis e Química da atmosfera. Assimilação de dados e inicialização dos modelos. Realização de simulações numéricas com modelos atmosféricos (casos de estudo)

[Voltar](#)

### **Técnicas Observacionais, Instrumentação e Modelação de Gases Minoritários Atmosféricos (FIS09019D)**

Conceitos fundamentais de gases minoritários na troposfera e estratosfera e química da atmosfera. Conceitos fundamentais da óptica geométrica. Espectrómetros. Metodologia DOAS. Modelação de transferência radiativa na atmosfera. Técnicas de inversão de perfis verticais de gases minoritários. Modelação numérica e química atmosférica.

[Voltar](#)

### **Modelação da Dinâmica de Atmosferas Planetárias (FIS09020D)**

(1) O Sistema Solar, os planetas e as suas atmosferas. (2) Origem e evolução de atmosferas planetárias. (3) Observação de atmosferas planetárias. (4) Balanço de energia e entropia. (5) A estrutura de temperatura na atmosférica. (6) Composição da atmosférica e sua química (7) Nuvens, aerossóis e poeiras. (8) Dinâmica de atmosferas planetárias. (9) Alterações climáticas.

[Voltar](#)

### **Clima e Alterações Climáticas (FIS09021D)**

1. Climate and Climate system 2. The atmospheric and ocean mean circulations and the global cycles of: Energy  
Angular Momentum Water CO<sub>2</sub> 3. Radiation, Radiative forcing and the atmospheric composition.  
Radiative transfer models. 4. Climate change 5. Emission scenarios and climate projections {\\}newline



[Voltar](#)

### **Paleoclima (FIS09022D)**

I. Estado térmico da Terra: transferência de energia e produção de calor na Terra; densidade de fluxo de calor na Terra. Equação de condução de calor.

II. Propriedades térmicas de rochas: condutividade térmica e difusividade térmica. Radioatividade terrestre.

III. Regime térmico da crosta superior. Interação entre a atmosfera e o solo: acoplamento ar-solo. Observatório geotérmico para o estudo da variação climática no passado.

IV. Reconstrução da temperatura à superfície do solo e sua interpretação. Definição e aplicação do conceito de temperatura reduzida. Vantagens e limitações do método geotérmico para reconstruir o clima no passado (paleoclima).

[Voltar](#)

### **Arquiteturas de Escoamento de Geofluidos (FIS09023D)**

- Escoamentos entre volume - ponto e ponto - volume . Regimes. Árvores de fluidos.

- Teoria Constructal. Fluxo de otimização sob restrições locais. Estrutura de árvores de fluido.

- Leis de escala. Hierarquia de escalas descrição Fractal. Fractais e dinâmicas.

Aplicações: bacias hidrográficas; escoamentos em meios porosos (sub-solo); camada limite convectiva; convecção à escala planetária.

[Voltar](#)

### **Electricidade Atmosférica (FIS09024D)**

- Radiação solar e cósmica, radioatividade natural e artificial e processos indutivos. Geração de iões na atmosfera. Cargas, campos e correntes eléctricas na baixa e na alta atmosfera.

- O circuito eléctrico planetário. A ionosfera. O campo eléctrico atmosférico local à superfície (CEA).

Influências planetárias sobre o CEA.

- Correntes eléctricas de bom tempo, de precipitação, de convecção, de descarga e corrente de Maxwell.

- Interação do CEA com a meteorologia local, e influências da humidade, da nebulosidade e tipo de nuvens e do campo do vento, sobre o CEA. Interação dos aerossóis com o CEA.

- Fenómenos eléctricos na troposfera: Geração e crescimento de nuvens de tempestade, descargas de coroa e relâmpagos.

- Fenómenos eléctricos planetários: a Ionosfera, ressonâncias de Schumann, e propagação de radiofrequências e de micro-ondas.

[Voltar](#)

### **Recursos Energia e Ambiente (FIS09025D)**

- Recursos renováveis. Sistema climático e fluxos ambientais. Fluxos e reservatórios. Energia solar e energia mecânica planetária (eólica, oceânica, hídrica). Fotossíntese e biomassa. Potenciais e limitações postas pela exploração de recursos renováveis e pelos impactos ambientais.

- Recursos minerais na crosta e no oceano. Massas e teores de depósitos. Recursos escassos. Prospecção e descoberta; quantificação e evolução de reservas. Extração e processamento mineralúrgico e químico.

Processos separativos; complementaridade entre massa e energia. Fluxos de energia e de massa na tecnosfera; a Natureza como fonte e sumidouro de todos os fluxos. Impactos ambientais. O caso de matérias-primas energéticas. Efeitos de escassez e de impactos ambientais.



[Voltar](#)

### **Técnicas de Processamento de Imagens e Tratamento de Sinal em Ciências da Terra e Planetárias (FIS09026D)**

1. Introdução às imagens digitais; representação e melhoramento.
2. Compressão e segmentação de imagens
3. Reconhecimento de padrões.
4. Análise de séries temporais discretas e contínuas;
5. Aplicação de análise multivariada a problemas da geofísica.
6. Princípios e aplicações de técnicas de tratamento de sinal em geofísica;
7. Transformadas rápidas de Fourier (FFT), transformadas Z e de Laplace;
8. Desconvolução;
9. Construção de filtros digitais e funções de transferência;
10. Análise espectral;
11. Aplicações

[Voltar](#)

### **Fonte Sísmica (FIS09027D)**

Teorema da representação. Deslocamento em campo próximo e campo longínquo. Parâmetros focais dos sismos. Mecanismos focais. Tensor momento sísmico. Leis de escala dos sismos. Radiação da fonte sísmica no domínio espectral e no domínio do temporal. Dimensões da fonte e queda de tensão. Modelos de fracturas. Modelação das ondas sísmicas. Fontes finitas e fontes extensas. Função temporal da fonte e distribuição do deslizamento. Modelos dinâmicos de ruptura.

[Voltar](#)

### **Modelação de Movimentos Sísmicos (FIS09028D)**

Complementos de propagação das ondas sísmicas em meios elásticos ? métodos numéricos e analíticos.

Modelação da propagação das ondas sísmicas em meios estratificados

Modelação da propagação de ondas sísmicas em meios 2D e 3D

Modelação das formas de onda à escala global

Modelação de movimentos sísmicos intensos

Caracterização da fonte sísmica através da análise das formas de onda

Imagiologia sísmica multi-escala do interior da Terra

[Voltar](#)

### **Modelação da Deformação Crustal (FIS09029D)**

Modelos explicativos da deformação da crosta;

Ciclo sísmico e fases de deformação (pré sísmica, cossísmica, postsísmica e intersísmica);

Modelação da deformação cossísmica por aplicação de técnicas analíticas e numéricas: fórmulas de

Okada e métodos que decorrem da aplicação do teorema da representação;

Aferição de modelos de ruptura por comparação dos deslocamentos inelásticos sintéticos com os correspondentes registados por técnicas geodésicas (GPS e DInSAR).

Aplicação dos modelos de deformação crustal ao estudo da dinâmica de regiões activas.

[Voltar](#)

### **Reologia da Terra (FIS09031D)**

I. Introdução aos conceitos de reologia. Reologia de materiais sólidos: elasticidade, tensão, deformação.

II. Reologia da litosfera: equações fundamentais; efeitos temporais e não-lineares; fractura e plasticidade; regime térmico da litosfera; perfis reológicos.

III. Reologia do manto: propriedades físicas e composição do manto; reologia do manto a partir de dados geofísicos; convecção no manto; características microfísicas dos fenómenos reológicos no manto.



Voltar

### **Fenómenos de Transferência de Energia na Terra (FIS09032D)**

- I. Estado térmico da Terra: fenómenos de transferência e de produção de energia na Terra; densidade de fluxo de calor.
- II. Propriedades termo-físicas dos materiais terrestres. Radioactividade terrestre.
- III. Regime térmico da litosfera.
- IV. Regime térmico do manto: termodinâmica da convecção; história e comportamento térmico do manto; convecção no manto.

Voltar

### **Geomagnetismo (FIS09033D)**

- I. Campo magnético da Terra: revisão dos conceitos básicos de magnetismo, materiais magnéticos, declinação, inclinação e intensidade, mapas isomagnéticos.
- II. Campo magnético interno, variação secular, inversões do campo. Campo magnético externo, morfologia da magnetosfera. Harmónicas esféricas, Campo Geomagnético de Referência Internacional; dipolo geocêntrico axial e campo não-dipolar. Inversão do campo geomagnético. Análise temporal da polaridade do campo geomagnético, estatística das inversões e transições.
- III. Paleomagnetismo: longevidade do campo geomagnético, inversões de polaridade, tectónica de placas e climatologia magnética.
- IV. Problemas actuais: geração do campo geomagnético, hidrogeomagnetismo; transições de polaridade, excursões, biomagnetismo e micromagnetismo.

Voltar

### **Processos Orogénicos (GEO09034D)**

Aulas teóricas (20h):

1 – Introdução/revisões:

a) Conceito de Ciclo de Wilson; Génese e características gerais dos rifts intra-continentais e das margens continentais passivas; Cristas médias e planícies abissais; Zonas de subducção, arcos-ilha e margens continentais activas; Bacias sedimentares em regimes compressivos; Terrenos tectónicos.

2- Estrutura geral das faixas orogénicas.

3 – Cadeias orogénicas recentes

3.1 – Convergência Oceano-contidente, o exemplo dos Andes

3.2 – Colisão continental, o exemplo dos Himalaias

3.3 – Colisão entre continente e arcos insulares, o exemplo de Timor

4 – Aspectos gerais da tectónica no Precâmbrico

4.1 - A tectónica no Arcaico

4.2 – A tectónica no Proterozóico

5 – A Orogenia Varisca com base na Geologia da Península Ibérica: Estrutura e evolução geodinâmica do Maciço Ibérico.

Aulas práticas (10h):

Análise e interpretação de cartas geológicas do Maciço Ibérico a várias escalas.

Aulas de campo (30h):

Transversal Geológica entre Portalegre e o Pomarão.



Voltar

### **Regimes transpressivos; da cinemática à dinâmica (GEO09035D)**

Transpressão / transtracção; uma inevitabilidade

1. Regimes transpressivos; génese, características e variabilidade
2. Modelação numérica; dos problemas de fronteira aos elipsóides de deformação
3. Mecanismos dobramento; dos modelos clássicos à combinação de mecanismos
4. Partição da deformação e decoupling;
  - 4.1 a importância das anisotropias
  - 4.2 variedades de soluções em partição
  - 4.3 modelação analógica
5. Análise de exemplos clássicos
  - 5.1 Sumatra
  - 5.2 Nova Zelândia
  - 5.3 Falha de Santo André
  - 5.4. O varisco ibérico
6. Análise de exemplos desconhecidos

Voltar

### **Isótopos Não Convencionais (GEO09036D)**

1. Isótopos terrestres de origem cosmogénica:  $^3\text{He}$ ,  $^{10}\text{Be}$ ,  $^{21}\text{Ne}$ ,  $^{26}\text{Al}$ ,  $^{36}\text{Cl}$ ,  $^{53}\text{Mn}$ ;
  - 1.1. Génese, taxas de produção e factores de correcção;
  - 1.2. Aplicações na caracterização de processos geológicos superficiais;
2. Isótopos dos metais de transição: Fe, Cu, Zn;
  - 2.1. Aplicações nas áreas do ambiente e arqueometria;
3. Estratégias de amostragem;
4. Métodos de análise de sistemas isotópicos não convencionais: AMS e MC-ICP-MS;
5. Interpretação de resultados experimentais e fontes de erro.

Voltar

### **Técnicas Micro-Analíticas em Ciências da Terra (GEO09037D)**

A. Generalidades: a necessidade de técnicas micro-analíticas em Ciências da Terra e aspectos históricos  
B. Interações entre partículas sub-atómicas e a matéria  
1. Introdução e mecanismos de produção e condução de electrões e prótons, generalidades sobre a interacção com a matéria.  
2. Microsonda electrónica: instrumentação e modos de detecção (espectrómetros de dispersão em comprimento de onda e em energia), mapeamento e análise quantitativa, aplicações em Ciências da Terra.  
3. Microsondas nucleares: instrumentação e técnicas, aplicações em Ciências da Terra.  
C. Interações entre raios-X e a matéria  
1. Introdução e mecanismos de produção e condução de Raios-x (fontes convencionais e sincrotrões), generalidades sobre a interacção com a matéria.  
2. Microsonda fotónica: instrumentação e técnicas em Ciências da Terra.  
3. Micro-Espectroscopias de raios-X em Ciências da Terra: XANES e EXAFS (princípios e interpretação de resultados).  
D. Micro análise por ablação de microvolumes  
1. Microsonda iónica: Princípios e interacção iões-matéria, instrumentação, usos em Ciências da Terra (análises químicas e isotópicas).  
2. Ablação laser associada a espectrometria de massa com atomização em plasma acoplado indutivamente (LA-ICP-MS): Princípios, instrumentação, utilidade em Ciências da Terra (análises químicas e isotópicas).  
E. Comparação de métodos: Limites de detecção, precisão, resolução espacial e aplicações



[Voltar](#)

### **Sismotectónica (FIS09039D)**

1) Introdução: Sismicidade e sismotectónica. 2) Teoria da tectónica de placas. 3) Sismicidade Global. 4) Sismicidade em fronteira de placas: fronteiras convergentes, transformantes e divergentes. 5) Sismicidade intraplacas. 6) Ciclo sísmico. 7) Ruptura sísmica, deformação sísmica e o campo da tensão. 8) Sismotectónica das regiões Açores e Ibero-Magrebina. **COMPLEMENTOS:** - Seminário CGE: Microsismicidade na região de Arraiolos: pistas para a sua interpretação ou pura especulação?\* - Sismologia - Conceitos: ondas internas e de superfícies; propagação das ondas (trajectória de um raio sísmico numa Terra esférica e plana); dimensão dos sismos (magnitude), localização (epicentro, hipocentro); fases sísmicas e estrutura interna da Terra. - Sismologia - Teoria da tectónica de placas. Sismicidade Global. Sismicidade em fronteira de placas: fronteiras convergentes, transformantes e divergentes. Conhecer a distribuição da sismicidade à escala global e entende-la à luz da tectónica de placas. Compreender o conceito de ciclo sísmico e a distribuição espaço-temporal de sismos - Evolução tectónica de Portugal - Sismologia Mecanismos focais - Saída de campo Neotectónica: Falhas de Vidigueira e Alqueva - Sismotectónica. Sismotectónica das regiões Açores e Ibero-Magrebina. - Saída de campo Neotectónica: Falhas do Ciborro, Arraiolos, Juromenha - Projecto: Sismotectónica no Vale Inferior do Tejo (VIT) - I - Projecto: Sismotectónica no VIT - II - Discussão dos trabalhos - Projecto: Sismotectónica no VIT - III - Projecto: Sismotectónica no VIT - IV - Apresentação dos projectos pelos alunos {\\}newline

[Voltar](#)

### **Geocronologia em Processos Orogénicos (GEO09040D)**

Caracterização do zircão e sistema isotópico U-Th-Pb.

Metodologia de preparação de amostras para extracção de zircão (amostragem, moagem, separação por magnetismo, por densidade e por observação óptica). Estudos de microscopia de luz transmitida e, de catodoluminiscência para caracterização morfológica de zircão.

Utilização de SHRIMP (Sensitive High Resolution Ion Micro Probe) e de LA-ICP-MS em geocronologia de zircão.

Complementaridade com outros métodos de geocronologia de anfíbola, granada e micas).

Tratamento de dados e cálculos de erros, diagramas de concórdia e Tera-Wasserburg.

Aplicação prática a exemplos naturais para interpretação da evolução temporal de processos orogénicos.

[Voltar](#)

### **Astrofísica Observacional (FIS09041D)**

(1) Introdução à Mecânica Celeste. (2) Sistemas de coordenadas. (3) O espectro electromagnético. (4) Corpos e fenómenos astrofísicos. (5) Astronomia Óptica. (6) Fundamentos de Radioastronomia. (7) Astrofísica de Altas Energias. (8) Interferometria. (9) Exploração do Sistema Solar. (10) Introdução aos dados astronómicos. (11) Observatórios. (12) Tratamento de dados.

[Voltar](#)

### **Atmosferas Planetárias (FIS09042D)**

(1) O Sistema Solar, os planetas e as suas atmosferas. (2) Origem e evolução de atmosferas planetárias. (3) Observação de atmosferas planetárias. (4) Balanço de energia e entropia. (5) A estrutura de temperatura na atmosférica. (6) Composição da atmosférica e sua química (7) Nuvens, aerossóis e poeiras. (8) Dinâmica de atmosferas planetárias. (9) Alterações climáticas.

[Voltar](#)

### **Técnicas Observacionais e Instrumentação em Astrofísica (FIS09043D)**

(0) Breve revisão sobre propagação e electromagnetismo ; (1) Fundamentos de Radioastronomia; (2) Receptores e processamento de sinal; (3) Fundamentos de teoria de antenas; Iluminação de abertura de antenas. (4) Métodos observacionais; Atmosfera terrestre; Calibração, sistemas homodínicos e heterodínicos; bolómetros (5) Estratégias observacionais do contínuo; fontes pontuais e fontes extensas; o Sol e a Via Láctea (5) mecanismos de emissão (contínuo, térmico, não térmico); (6) As linhas de Hidrogénio neutro; moléculas no espaço (7) I&D actual em vários projectos de microondas. (8) O futuro: os grandes interferómetros do sec. XXI e as plataformas de bolómetros no espaço.



[Voltar](#)

### **Heliosismologia (FIS09044D)**

Breve revisão sobre conceitos elementares de cálculo vectorial; (1) Introdução ao estudo das oscilações estelares e solares; (2) Análise de dados sobre oscilações; (3) Equações de base da Hidrodinâmica e noções de magneto-hidrodinâmica; (4) Equação de oscilações non-radiais lineares e adiabáticas ; (5) Propriedades de oscilações solares e estelares; (6) Técnicas Numéricas; (7) Teoria assintótica de oscilações estelares; (8) Rotação e oscilações estelares ; (9) Técnicas de Inversão em Heliosismologia. (10) Excitação e decaimento de oscilações solares e estelares. (11) Problemas em aberto em física solar, missões de observação solar presentes e futuras.

[Voltar](#)

### **Astropartículas (FIS09045D)**

Quarks, léptões e as suas interações. Secções eficazes. O universo em expansão. Radiação e nucleossíntese no universo primordial. Leis de conservação e simetrias. Matéria escura e energia escura. Espectro e composição dos raios cósmicos. Neutrinos solares. Física nuclear e de partículas nas estrelas.

[Voltar](#)

### **Astrofísica Dinâmica Computacional (FIS09046D)**

(1) Equações básicas dos fluidos. (2) Modelos simples de fluidos astrofísicos e os seus movimentos. (3) Teoria de corpos em rotação. (4) Instabilidades dinâmicas dos fluidos. (5) Magneto-hidrodinâmica dos fluidos. (6) Técnicas computacionais. (7) A dinâmica das atmosferas planetárias. (8) Acreção, ventos, e choques. (9) Instabilidade de Jeans e a formação estelar. (10) Oscilações radiais estelares. (11) Heliosismologia.

[Voltar](#)

### **Space Weather (FIS09047D)**

(1) Introdução ao clima espacial: breve história, o seu impacto na sociedade. (2) O Sol: estrutura e dinâmica. (3) A hélio-esfera: a coroa e o vento solar, o campo magnético interplanetário, ejeções de massa coronal, raios cósmicos. (4) O ambiente espacial da Terra: o campo magnético, a interação do vento solar com o magnetosfera. (5) O impacto tecnológico de tempestades espaciais: o impacto nos satélites, comunicações de rádio, navegação e sistemas terrestres. (6) As dificuldades da vida no espaço.