



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
FIS9015D	Técnicas de Observação, Aquisição e Tratamento de Dados	Física da Terra e do Espaço/Geologia	4	Semestral	104
FIS9016D	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
FIS9017D	Detecção Remota e Modelação de Aerossóis Atmosféricos e de Nuvens	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9018D	Modelação Atmosférica	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9019D	Técnicas Observacionais, Instrumentação e Modelação de Gases Minoritários Atmosféricos	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9020D	Modelação da Dinâmica de Atmosferas Planetárias	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9021D	Clima e Alterações Climáticas	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9022D	Paleoclima	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9023D	Arquitecturas de Escoamento de Geofluidos	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9024D	Electricidade Atmosférica	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9025D	Recursos Energia e Ambiente	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9026D	Técnicas de Processamento de Imagens e Tratamento de Sinal em Ciências da Terra e Planetárias	Física da Terra e do Espaço/Física	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: {\}

1º Semestre: {\}

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

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

{}

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

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
FIS9015D	Técnicas de Observação, Aquisição e Tratamento de Dados	Física da Terra e do Espaço/Geologia	4	Semestral	104
FIS9016D	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
Grupo de Optativas da Especialidade					
Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS9027D	Fonte Sísmica	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9028D	Modelação de Movimentos Sísmicos	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9029D	Modelação da Deformação Crustal	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9026D	Técnicas de Processamento de Imagens e Tratamento de Sinal em Ciências da Terra e Planetárias	Física da Terra e do Espaço/Física	4	Semestral	104
FIS9031D	Reologia da Terra	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9032D	Fenómenos de Transferência de Energia na Terra	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9033D	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: {\}

1º Semestre: {\}

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

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

{}

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
FIS9015D	Técnicas de Observação, Aquisição e Tratamento de Dados	Física da Terra e do Espaço/Geologia	4	Semestral	104
FIS9016D	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
GEO9034D	Processos Orogénicos	Geologia	4	Semestral	104
GEO9035D	Regimes transpressivos; da cinemática à dinâmica	Geologia	4	Semestral	104
GEO9036D	Isótopos Não Convencionais	Geologia	4	Semestral	104
GEO9037D	Técnicas Micro-Analíticas em Ciências da Terra	Geologia	4	Semestral	104
FIS9029D	Modelação da Deformação Crustal	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9039D	Sismotectónica	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9031D	Reologia da Terra	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
GEO9040D	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
FIS9015D	Técnicas de Observação, Aquisição e Tratamento de Dados	Física da Terra e do Espaço/Geologia	4	Semestral	104
FIS9016D	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
Grupo de Optativas da Especialidade					
Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS9041D	Astrofísica Observacional	Física	4	Semestral	104
FIS9042D	Atmosferas Planetárias	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9043D	Técnicas Observacionais e Instrumentação em Astrofísica	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9044D	Heliosismologia	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9045D	Astropartículas	Física	4	Semestral	104
FIS9046D	Astrofísica Dinâmica Computacional	Física	4	Semestral	104
FIS9047D	Space Weather	Física da Terra e do Espaço	4	Semestral	104
FIS9026D	Técnicas de Processamento de Imagens e Tratamento de Sinal em Ciências da Terra e Planetárias	Física da Terra e do Espaço/Física	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

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

{}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

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

{}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

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



Conteúdos Programáticos

[Voltar](#)

Técnicas de Observação, Aquisição e Tratamento de ... (FIS9015D)

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, higrimetria, anemometria. Radiosondagens. Sistemas de georeferenciação espacial, GPS (GDSN) diferencial, Lidar Terrestre, Sismómetros, geofones, georesistivímetros, gravímetros e magnetómetros. Redes locais regionais e globais de observação. 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 (FIS9016D)

Generais

- A investigação em Ciências da Terra e Espaço: interdisciplinaridade e paradigmas de pesquisa.
- Pesquisa e crítica das fontes: a pesquisa bibliográfica, indexação e normas de referenciação.
- Competências de redação científica: a escrita académica e a importância da identificação das fontes.

Específicos

Devido à especificidade desta unidade curricular, os conteúdos científicos poderão variar de ano para ano. No entanto o programa irá proporcionar conhecimentos avançados nas áreas das Ciências da Terra e do Espaço, em particular nos seguintes domínios: Sistemas de observação, de detecção e técnicas de monitorização da Terra e do espaço, Física Solar e Planetária, Sismologia e risco sísmico, Prospecção Geofísica, impactos ambientais.

[Voltar](#)

Detecção Remota e Modelação de Aerossóis Atmosféri... (FIS9017D)

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 (FIS9018D)

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.

Interacção 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... (FIS9019D)

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 (FIS9020D)

(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 (FIS9021D)

O Sistema climático; processos de realimentação. História e evolução do Clima da Terra. Métodos de datação. Análise de dados em meteorologia e oceanografia física. A circulação global da atmosfera e dos oceanos. Processos de transferência entre a superfície e a atmosfera. Ciclos globais de energia, momento angular, água e carbono. Modelos numéricos do sistema Terra: Estado da Arte, predictabilidade, precisão e resultados. Variabilidade climática e aquecimento global. Detecção e atribuição de causas das alterações climáticas

[Voltar](#)

Paleoclima (FIS9022D)

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. Radioactividade 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](#)

Arquitecturas de Escoamento de Geofluidos (FIS9023D)

- 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 (FIS9024D)

- Radiação solar e cósmica, radioactividade 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 (FIS9025D)

- 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. Prospeção 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 ... (FIS9026D)

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 (FIS9027D)

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 (FIS9028D)

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 (FIS9029D)

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 (FIS9031D)

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 (FIS9032D)

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 (FIS9033D)

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 (GEO9034D)

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-continente, 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 (GEO9035D)

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 (GEO9036D)

1. Isótopos terrestres de origem cosmogénica: ^3He , ^{10}Be , ^{21}Ne , ^{26}Al , ^{36}Cl , ^{53}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 (GEO9037D)

- A. Generalidades: técnicas de micro-analíticas em Ciências da Terra e aspectos históricos
- B. Interações entre partículas sub-atómicas e a matéria; aplicações em Ciências da Terra:
1. Introdução e mecanismos de produção e condução de electrões e protões
 2. Microsonda electrónica
 3. Microsondas nucleares
- C. Interações entre radiação electromagnética e a matéria, com aplicações em Ciências da Terra:
1. Introdução e mecanismos de produção e condução de Raios-x
 2. Microsonda fotónica
 3. Micro-difracção
 4. Micro-Espectroscopias de raios-X: XANES e EXAFS
 5. Micro-espectroscopia molecular: micro-FTIR e Micro-Raman
- D. Micro análise por ablação de microvolumes com aplicações em Ciências da Terra:
1. Microsonda iónica: Princípios e interação iões-matéria, instrumentação
 2. Ablação laser associada a espectrometria de massa com atomização em plasma acoplado indutivamente
- E. Comparação de métodos: Limites de deteção, precisão, resolução espacial e aplicações

Voltar

Sismotectónica (FIS9039D)

O que é a sismotectónica? Fases de estudo da sismotectónica; Os sismos e os parâmetros que os caracterizam; A magnitude e o momento sísmico e sua importância sismotectónica; Classificação dos sismos e das sequências sísmicas; Parâmetros estatísticos que caracterizam a sismicidade e seu significado sismotectónico; Falhas e estrutura geral das zonas de falhas; caracterização dos vários tipos de atividade tectónica; mecanismo dos sismos e formas de o determinar; mecanismos característicos nos vários tipos de fronteira de placa; "hot spots", pontos triplos e cinemáticas características; risco sísmico; modelos de ciclo sísmico; sismotectónica das regiões Açores e Ibero-Magrebina; compreensão dos critérios geológicos usados na identificação de actividade tectónica recente; distinção entre estruturas tectónicas inactivas e potencialmente activas; análise de risco com base em dados de neotectónica.

Voltar

Geocronologia em Processos Orogénicos (GEO9040D)

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 catodoluminescência 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 (FIS9041D)

(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 (FIS9042D)

(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 Astrof... (FIS9043D)

(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 (FIS9044D)

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 (FIS9045D)

Quarks, léptões e as suas interacções. 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 (FIS9046D)

(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 (FIS9047D)

(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.