



## Plano de Estudos

**Escola:** Escola de Ciências e Tecnologia  
**Grau:** Mestrado  
**Curso:** Ciências da Terra e da Atmosfera (cód. 693)

### Especialidade Meteorologia e Geofísica

#### 1.º Ano - 1.º Semestre

##### Especialidade Meteorologia e Geofísica

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS10340M	Física da Terra e da Atmosfera	Física	6	Semestral	156
MAT12516M	Análise Matemática III	Matemática	6	Semestral	156
FIS10342M	Métodos e Técnicas de Observação em Ciências da Terra da Atmosfera e do Espaço	Física	6	Semestral	156
FIS10343M	Tratamento de Sinal e Métodos de Inversão	Física	6	Semestral	156
FIS12541M	Fundamentos de Geodesia e Geomática	Física	6	Semestral	156

#### 1.º Ano - 2.º Semestre

##### Especialidade Meteorologia e Geofísica

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS10345M	Energia, Ambiente e Sustentabilidade	Engenharia das Energias Renováveis	6	Semestral	156
FIS10346M	Métodos Computacionais em Física e Engenharia	Física	6	Semestral	156
FIS12544M	Riscos Ambientais	Física	6	Semestral	156

##### Grupo de Optativas

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS10354M	Geofísica Aplicada e Ambiental	Física	6	Semestral	156
FIS12542M	Meteorologia Dinâmica	Física	6	Semestral	156
FIS12540M	Micrometeorologia	Física	6	Semestral	156
FIS10353M	Sismologia	Física	6	Semestral	156

#### 2.º Ano - 3.º Semestre

##### Especialidade Meteorologia e Geofísica

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS10348M	Deteção Remota e Satélites Ambientais	Física	6	Semestral	156
FIS10351M	Seminários em Ciências da Terra, da Atmosfera e do Espaço	Física	6	Semestral	156



**2.º Ano - 3.º Semestre**  
**Especialidade Meteorologia e Geofísica**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
<b>Grupo de Optativas</b>					
Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS10356M	Geotermia	Física	6	Semestral	156
FIS10349M	Meteorologia Sinóptica e Previsão do Tempo	Física	6	Semestral	156
Dissertação					

**2.º Ano - 4.º Semestre**  
**Especialidade Meteorologia e Geofísica**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Dissertação					

**Especialidade Recuperação Ambiental**

**1.º Ano - 1.º Semestre**  
**Especialidade Recuperação Ambiental**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
GEO10363M	Hidrogeologia Ambiental	Geologia	6	Semestral	156
GEO12543M	Geoquímica Ambiental	Geologia	6	Semestral	156
FIS10342M	Métodos e Técnicas de Observação em Ciências da Terra da Atmosfera e do Espaço	Física	6	Semestral	156
QUI10364M	Química Ambiental	Química	6	Semestral	156
BIO10365M	Avaliação do Estado de Massas de Águas Superficiais Interiores	Ciências Biológicas	6	Semestral	156

**1.º Ano - 2.º Semestre**  
**Especialidade Recuperação Ambiental**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS10345M	Energia, Ambiente e Sustentabilidade	Engenharia das Energias Renováveis	6	Semestral	156
QUI10244M	Poluição e Efluentes Gasosos	Física e Química	6	Semestral	156
GEO10080M	Deteção Remota e SIG	Geologia	6	Semestral	156
FIS12544M	Riscos Ambientais	Física	6	Semestral	156
FIS10354M	Geofísica Aplicada e Ambiental	Física	6	Semestral	156



**2.º Ano - 3.º Semestre**

**Especialidade Recuperação Ambiental**

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Área Científica</b>	<b>ECTS</b>	<b>Duração</b>	<b>Horas</b>
GEO7154M	Recuperação Ambiental	Ciências do Ambiente e Ecologia Engenharia Geológica	6	Semestral	156
GEO10366M	Biogeoquímica de Sedimentos Aquáticos	Geologia	6	Semestral	156
FIS10351M	Seminários em Ciências da Terra, da Atmosfera e do Espaço	Física	6	Semestral	156
Dissertação					

**2.º Ano - 4.º Semestre**

**Especialidade Recuperação Ambiental**

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Área Científica</b>	<b>ECTS</b>	<b>Duração</b>	<b>Horas</b>
Dissertação					



## Condições para obtenção do Grau:

Área de Especialização em Meteorologia e Geofísica:

{\}newline

Para aprovação na componente curricular nesta área de especialização é necessário a a provação (através de avaliação ou creditação) das seguintes unidades curriculares.

1º ANO

1º Semestre:

{\}newline

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

{\}newline

2º Semestre:

{\}newline

3 UC obrigatórias num total de 18 Ects

2 UC optativas do Grupo de Optativas do semestre num total de 12 ECTS

2º ANO

{\}newline

3º Semestre:

{\}newline

2 UC obrigatórias num Total de 12 Ects

1 UC optativas do Grupo de Optativas do semestre num total de 6 ECTS{\}newline

{\}newline

Para obtenção do grau, é necessário também a aprovação em Dissertação, com o total de 42 ECTS, no 3.º e 4.º Semestre{\}newline

{\}newline

Área de Especialização em Recuperação Ambiental:{\}newline

{\}newline

Para aprovação na componente curricular nesta área de especialização é necessário a a provação (através de avaliação ou creditação) das seguintes unidades curriculares:

1º ANO

{\}newline

1º Semestre:

{\}newline

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

{\}newline

2º Semestre:

{\}newline

5 UC obrigatórias num total de 30 Ects

2º ANO{\}newline

{\}newline

3º Semestre:

{\}newline

3 UC Obrigatórias num Total de 18 Ects{\}newline

{\}newline

Para obtenção do grau, é necessário também a aprovação em Dissertação, com o total de 42 ECTS, no 3.º e 4.º Semestre

## Conteúdos Programáticos



[Voltar](#)

### **Física da Terra e da Atmosfera (FIS10340M)**

A forma da Terra e o campo gravítico .

Introdução à sismologia.

Algumas noções sobre prospecção sísmica.

Campo magnético da Terra.

Introdução ao estudo do paleomagnetismo.

Introdução ao estudo do fluxo de calor proveniente do interior da Terra.

Composição e estrutura da atmosfera da Terra.

Termodinâmica da atmosfera: Características termodinâmicas do ar seco e do ar húmido. Processos termodinâmicos na atmosfera.

Formação de orvalho, geada, nevoeiros e nuvens. Estática da Atmosfera. Equilíbrio hidrostático. Estabilidade da atmosfera.

Nuvens e Precipitação

Radiação: Balanços de radiação no sistema Atmosfera-Globo. Leis Física da Radiação do Corpo Negro. Transmissão da radiação

solar e terrestre na atmosfera. Absorção. Emissão e Dispersão. Equação da transferência radiativa. Efeito de estufa na atmosfera.

Efeito dos aerossóis. Forçamento radiativo.

Dinâmica da Atmosfera: Forças fundamentais na atmosfera. Equações de movimento de fluidos. Circulação geral da atmosfera.

[Voltar](#)

### **Análise Matemática III (MAT12516M)**

Elementos de Geometria Diferencial em  $\mathbb{R}^3$ : Curvas de nível. Parametrização por comprimento de arco. Curvatura e torção. Fórmulas de Frenet-Serret. Plano tangente e recta normal a uma superfície.

Orientabilidade.

Introdução à Análise Complexa: Funções complexas e funções analíticas. Equações de Cauchy-

Riemann. Equação de Laplace. Funções harmónicas. Integração complexa. Teorema Fundamental do

Cálculo. Teorema de Cauchy. Fórmula integral de Cauchy.

Equações Diferenciais Ordinárias: Equações exactas e factores integrantes. Equações de 1ª ordem.

Equações lineares de 2º ordem

Sistemas de Eq. Dif. Ordinárias: Sistemas lineares e com coeficientes constantes. Estabilidade de soluções.

Séries de Fourier: Funções periódicas. Séries trigonométricas. Fórmulas de Euler para os coeficientes

de Fourier. Convergência e soma das séries de Fourier. Funções com um período genérico  $2L$ .

Expansão em séries de senos e co-senos. Prolongamentos periódicos. Séries de Fourier complexas.

Integrais de Fourier.

[Voltar](#)

### **Métodos e Técnicas de Observação em Ciências da Te... (FIS10342M)**

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. GPS. Sismómetros, gravímetros e magnetómetros. Redes globais de observação.

Observação, interpretação e registo de dados geofísicos de campo de índole diversa encontrados em diferentes locais.



[Voltar](#)

### **Tratamento de Sinal e Métodos de Inversão (FIS10343M)**

Tratamento de Sinal e Métodos de Inversão – Análise de séries temporais discretas e contínuas. Aplicações de análise multivariada a problemas da geofísica e clima. Princípios e aplicações de técnicas de tratamento de sinal em geofísica e clima. Transformadas rápidas de Fourier (FFT), transformadas Z e de Laplace. Desconvolução. Construção de filtros digitais e funções de transferência. Análise espectral. O Problema Inverso em Geofísica e na Atmosfera; metodologia de inversão; Inversão linear e não linear. O problema da não unicidade; análises de resolução. Aplicações.

[Voltar](#)

### **Fundamentos de Geodesia e Geomática (FIS12541M)**

O curso compreende o estudo e prática de:

- Principais sistemas de coordenadas e projeções usadas em mapas e sua transformação;
- Levantamento de pontos de controle a partir de tecnologias terrestres, aéreas e espaciais para uso geofísico. Conexão de dados obtidos por técnicas espaciais e terrestres/aéreas.
- Digitalização 3D a partir da tecnologia laser. Fundamentos tecnológicos. Classificação de dispositivos de varredura a laser. Scanners 3D terrestres. Componentes básicos dos scanners laser 3D.
- Sistemas fotogramétricos digitais. Princípios e componentes. Funções fotogramétricas. Programas. Geração automatizada de modelos digitais de terreno e de estruturas 3D. Produção da ortofoto.
- Produtos de cartografia multimédia. Sistemas de informação cartográfica e Internet. Disponibilização de mapas na Internet. Armazenamento e gerenciamento de dados. Bases de dados cartográficas. Mapas interativos da Internet. Possibilidades e limitações dos mapas da Internet. Animação em cartografia.

[Voltar](#)

### **Energia, Ambiente e Sustentabilidade (FIS10345M)**

1. A Terra: subsistemas terrestres e sua interação. Os ciclos biogeoquímicos principais. Os recursos: conteúdo, disponibilidade e importância estratégica. Duração dos recursos e sua distribuição.
2. Sustentabilidade e uso dos recursos: Biocapacidade e pegada ecológica, o saldo ecológico, a pegada hídrica e a pegada de carbono. Energia e sustentabilidade: “life-cycle assessment” (gestão do ciclo de vida) no âmbito da sustentabilidade. Diagnóstico para a sustentabilidade em Portugal.
3. Energia, entropia e exergia. Ciclos Termodinâmicos.
4. Fontes de energia: combustíveis fósseis, energia nuclear e fontes alternativas (energias renováveis). Análise energética e exérgica.
5. Os mercados energéticos. Eficiência energética.
6. Energia e ambiente: poluição, efeito de estufa e alterações climáticas.



[Voltar](#)

### **Métodos Computacionais em Física e Engenharia (FIS10346M)**

1. Introdução &ndash; Paradigma actual da computação, algoritmos computacionais e linguagens, aritmética computacional
2. Métodos numéricos básicos &ndash; operações com matrizes, diferenciação e integração, interpolação, equações não-lineares, sistemas de equações lineares, sistemas de equações não-lineares, aproximação de funções.
3. Equações diferenciais &ndash; Equações diferenciais ordinárias e equações às derivadas parciais.
4. Modelação de sistemas contínuos &ndash; equação da difusão, equação da onda, equações da hidrodinâmica.
5. Análise espectral - transformada contínua de Fourier, transformada discreta de Fourier, FFT, cálculo da densidade espectral de energia.
6. Optimização e Inversão &ndash; Programação linear, quadrática, não linear e inteira; Problema de inverso linear e não linear, método dos mínimos quadrados, formulação Baysiana do problema inverso, informação à priori, análise de resolução e erros.

[Voltar](#)

### **Riscos Ambientais (FIS12544M)**

Sistema climático. Circulação Geral da atmosf e Oceanos, ciclos globais de energ, água e mom. angular e climas na Terra. Normais e classificações climát. Variabilidade, predictabilidade e oscilações quase periódicas. Condensação, nuvens, nevoeiro, precipitação, trovoadas e relâmpagos. Eventos meteorológicos extremos. Seca. Meteorologia e poluição. Meteor. e fogos.

Ef. estufa. Forçamento radiativo e alterações climát. Cenários clima futuro.

Conceitos básicos de sismol (fontes propagação, efeitos inelásticos. Sismic. histórica e instrum, escalas de intensidade e magnit, ef sítio, VS30, funções de transferência. Métodos probabil. e determin. na avaliação da perigosidade sísmica, engenh. sísmica, vulnerabilidade sísm., risco sísm.. e risco sísm. em Portugal.

Introdução à vulcanologia, caracterização da atividade vulcânica e riscos vulcânicos. História do vulcanismo no mundo e em Portugal. Predição e monitorização da atividade sísmica e vulcânica. Sistemas prevenção e alarme precoce.

[Voltar](#)

### **Geofísica Aplicada e Ambiental (FIS10354M)**

I - INTRODUÇÃO

II - MÉTODOS ELÉCTRICOS EM PROSPECÇÃO GEOFÍSICA

III - MÉTODOS GRAVIMÉTRICOS EM PROSPECÇÃO GEOFÍSICA

IV - MÉTODOS SÍSMICOS EM PROSPECÇÃO GEOFÍSICA

V - Diagrafias

[Voltar](#)

### **Meteorologia Dinâmica (FIS12542M)**

Forças reais e aparentes num fluido em rotação. As equações de balanço da energia, massa (continuidade) e momento linear na atmosfera. Análise de escala das equações do movimento. Coordenadas verticais utilizadas em meteorologia. Aplicações elementares das equações do movimento: vento geostrófico, ciclostrófico e de gradiente, vento de temperatura e movimento vertical. Circulação, vorticidade e divergência. Movimentos ondulatórios na atmosfera: ondas sonoras, gravíticas e de Rossby; Ventos locais e circulações de mesoscala. Depressões, tempestades, furacões, anticiclones e frentes. A circulação geral da atmosfera e os ciclos globais de momento angular e energia.



[Voltar](#)

### **Micrometeorologia (FIS12540M)**

1. Introdução. - O objecto da Micrometeorologia. Escalas no estudo da atmosfera. Camada limite atmosférica (CLA) e subcamadas. Evolução diurna da CLA. Perfis verticais típicos da temperatura, do vento e do vapor de água. Estabilidade atmosférica e convecção.
2. Balanços de energia e água à superfície.
3. Equações fundamentais da atmosfera, turbulência e o problema do fecho das equações.
4. Parametrização dos fluxos turbulentos de momento linear, energia e massa na camada limite superficial.
5. Métodos para estimar os fluxos verticais de momento linear, energia e massa, junto à superfície.
6. Estabilidade atmosférica, difusão e transporte de poluentes - Modelos "de pluma" gaussianos.
7. Climas em terreno não homogéneo.

[Voltar](#)

### **Sismologia (FIS10353M)**

Complementos de mecânica dos meios contínuos. Equações do movimento. Propagação de ondas no interior da Terra. Ondas internas, ondas superficiais. Inelasticidade e anisotropia. Modos próprios de vibração da Terra. Fonte sísmica. Sismogramas sintéticos. Análise de dados sísmicos. Tomografia sísmica.

[Voltar](#)

### **Deteção Remota e Satélites Ambientais (FIS10348M)**

Fundamentos de radiação. Problema de inversão em deteção remota: inversão da equação de transferência radiativa na atmosfera. Modelos de transferência radiativa de média e alta resolução espectral (MODTRAN, HITRAN, 6S, STREAMER, RSTAR, LibRadtran). Satélites ambientais como sistemas de observação da Terra e aplicações: Deteção e caracterização de nuvens, aerossóis e gases, e perfis da temperatura e humidade na atmosfera, caracterização de parâmetros de águas superficiais; caracterização das propriedades físicas de diferentes tipos de superfícies. Problemáticas associadas à calibração e validação. Interpretação de imagens de satélites ambientais. Softwares de processamento de imagens de satélite.

[Voltar](#)

### **Seminários em Ciências da Terra, da Atmosfera e do... (FIS10351M)**

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 seminários e conferências nacionais e internacionais.

No entanto o programa irá proporcionar conhecimentos avançados nas áreas das Ciências da Terra, Atmosfera 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.





Voltar

## Geotermia (FIS10356M)

Notas históricas. Alguns dados.

Mecanismos de transporte de calor. Condução de calor. Propriedades térmicas das rochas. Condutividade térmica. Variação da condutividade térmica com a temperatura. Variação da condutividade térmica com a pressão. Estimativas da condutividade térmica com base na composição das amostras.

Alguns dados relacionados com o fluxo de calor, de origem geotérmica, medido à superfície da Terra. Geotérmicas em equilíbrio. Fluxo oceânico e fluxo continental.

Litosfera e camadas fronteira da crosta. Fluxo de calor nos oceanos, idade da crosta e batimetria.

Método de Bullard para o cálculo do fluxo de calor. Fluxo de calor em continentes. Relação entre fluxo de calor e idade do último acontecimento tectonotérmico ocorrido na região. Relação entre fluxo de calor e medido e calor gerado por elementos radiativos. Províncias de fluxo de calor. Distribuição de fontes de calor radioativas em profundidade. Relação entre velocidade de ondas sísmicas e produção de calor. Cálculo de geotérmicas por condução, na crosta continental.

Fluxo de calor nos oceanos. Análise de dados obtidos para regiões com idades inferiores a 80 Ma, mas com sedimentos consolidados. Variação do fluxo de calor com a idade da região. Variação da profundidade do soco oceânico com a idade. O que se passa nas regiões com idades compreendidas entre 80 e 100 Ma. Modelos de placa. Regiões com idades superiores a 120 Ma. Circulação hidrotermal. Variações de larga escala, na temperatura do manto. Aumento da espessura da litosfera com a idade. Fluxo global de calor perdido pela Terra, por condução. Métodos de cálculo. Alguns modelos.

Plumas mantélicas e hot spots. Anomalias topográficas e de fluxo de calor associadas a estes eventos. Alguns modelos.

Fluxo de calor em continentes. Problemas relacionados com o cálculo de geotérmicas em continentes. Modelo de crosta utilizado, distribuição de elementos radioativos e fluxo de calor proveniente do manto. Variações de longo período da temperatura e do fluxo de calor.

Arrefecimento secular da litosfera. Tratamento matemático do problema referido. Diminuição secular do fluxo de calor proveniente do manto. Espessamento da litosfera e arrefecimento secular.

Espessamento da litosfera e arrefecimento secular. Perturbações térmicas associadas a orogénias. Orogénias compressivas. Metamorfismo. Erosão ou deposição de materiais- efeitos térmicos associados.

Efeito da erosão no perfil P-T. Regime térmico em regiões de extensão. Extensão e intrusão de magma. Arrefecimento da litosfera depois de um evento que a aqueceu. Modelos de extensão da litosfera. Transporte horizontal de calor.

Alguns problemas associados ao cálculo de temperatura em profundidade, com base em dados obtidos à superfície. Gradiente adiabático. Temperaturas associadas a mudança de fase dos materiais.

Análise de mapas com nascentes termais e classificação química das águas e temperatura.

Convecção no interior da Terra. Fatores a considerar na elaboração de um modelo de células de convecção.

Fluxo de calor proveniente do manto, nos continentes e nos oceanos- Implicações associadas aos diferentes valores obtidos. Necessidade de considerar a existência de diferentes tipos de células.

Análise da distribuição de fluxo na superfície da Terra e da área ocupada pelos diferentes valores de fluxo. O papel da velocidade das placas tectónicas na formulação de modelos de células de convecção.

Algumas considerações sobre o problema energético, causas e consequências a ele associadas. A energia geotérmica. Obtenção de energia elétrica e utilização directa de fluidos geotérmicos.

Exigências associadas à utilização e extração do calor proveniente do interior da Terra. Radiação. Convecção.

Fatores que influenciam a circulação de fluido nas rochas. Porosidade. Condutividade hidráulica. Fracturas, porosidade e permeabilidade. Permeabilidade associada a fracturas. Transmissividade de uma fractura. Efeito da profundidade na porosidade e permeabilidade.

Prospecção de sistemas geotérmicos- Considerações gerais. Geologia de campo e manifestações superficiais. Vulcões. Nascentes termais. Falhas e alteração de rochas associadas. Depósitos superficiais. Estudos geoquímicos. Detecção remota. Métodos geoquímicos. Composição química dos fluidos. Geotermómetros. Problemas associados aos dados obtidos com estes métodos. Composição isotópica.

Prospecção geofísica. Métodos de obtenção de resistividade eléctrica. Medições aeromagnéticas. dados obtidos por prospecção magnetotelúrica.. Análise de dois modelos feitos com base em dados de anomalias magnéticas e dados de magnetotelúrica.

Alguns métodos de prospecção que podem ser utilizados na prospecção geotérmica. Prospecção gravítica. Prospecção sísmica de reflexão. Análise de um caso real obtido em Larderello, Itália. Medições de temperatura.

Detecção remota. Estudos multiespectrais.



[Voltar](#)

### **Meteorologia Sinóptica e Previsão do Tempo (FIS10349M)**

A circulação geral da atmosfera e as escalas em meteorologia. Observação sinóptica e cartas meteorológicas. Estrutura e evolução dos principais sistemas meteorológicos de escala sinóptica.

Equações da meteorologia sinóptica: As equações fundamentais da dinâmica da atmosfera; Análise de escala e aproximações; Circulação e vorticidade; A equação da vorticidade;

A aproximação quase geostrófica e as circulações extra-tropicais; O Diagnóstico da velocidade vertical.

Introdução à previsão numérica do tempo: aspectos históricos da previsão do tempo; Métodos de discretização e integração numérica das equações.

Parametrização e representação de fenómenos físicos de sub-escala nos modelos de previsão do tempo: Turbulência; nuvens e precipitação; radiação; interação superfície-atmosfera.

Assimilação de dados e análise meteorológica. Predictabilidade e previsão probabilística.

Previsão a muito curto prazo (Nowcasting).

[Voltar](#)

### **Hidrogeologia Ambiental (GEO10363M)**

Exploração racional, sobre-exploração, métodos de contaminação e protecção de aquíferos. Protecção de captações e definição de perímetros de protecção. Medidas de remediação em aquíferos. Aquíferos contaminados com metais. Remediação de hidrocarbonetos, componentes voláteis ou não voláteis, hidrocarbonetos densos ou leves.

Remediação de contaminantes orgânicos, solventes clorados, sulfatos, nitratos e outros. Metodologias para tratamento das águas subterrâneas: bioremediação, oxidação/redução química, "in situ flushing", "air sparging", barreiras reactivas permeáveis, electrocinética, métodos térmicos, vapor, tratamento por ultravioletas/oxidação, furos horizontais, furos de circulação vertical, fracturação hidráulica e pneumática aplicada à remediação de aquíferos, estabilização/solidificação, atenuação natural, etc.. Interação águas subterrâneas/superficiais. Metodologia de identificação e sua importância no ciclo hidrológico. Ecossistemas dependentes de águas subterrâneas.

[Voltar](#)

### **Geoquímica Ambiental (GEO12543M)**

1. A geoquímica como geociência de interação de geoesferas na superfície terrestre.

2. Equilíbrio químico: Iões em solução aquosa e mobilidade iónica em fluidos naturais, Equilíbrio ácido-base nos fluidos aquosos naturais.

3. Geoquímica do processo de oxidação-redução: Ambientes sedimentares e limites do pH e Eh, Oxidação-redução e a sedimentação.

4. Métodos analíticos em Geoquímica Ambiental: Técnicas de análise química e mineralógica.

5. Geoquímica do processo de meteorização.

5.a. Alteração das rochas dos monumentos: Mecanismos no decaimento das rochas dos monumentos, patologias: caracterização e diagnóstico.

6. Adsorção e troca iónica na superfície dos minerais.

7. Minerais de neoformação: Precipitação-dissolução e campos de estabilidade, Retenção de elementos poluentes, Exemplos em escombros e aterros.

8. Hidrogeoquímica e transporte de poluentes

9. Geoquímica de metais potencialmente tóxicos: Origens dos metais, Mobilidade dos metais em ambientes naturais

10. Estratégias de correção



[Voltar](#)

### **Química Ambiental (QUI10364M)**

1. Introdução
  - 1.1 Conceitos gerais
  - 1.2 Poluição e problemas ambientais. Poluição natural versus poluição antrópica
2. Água e efluentes líquidos
  - 2.1 Poluição de águas. Águas superficiais e subterrâneas. Parâmetros que determinam a qualidade de uma água e métodos de análise usados
  - 2.2 Principal legislação nacional
  - 2.3 Caracterização de águas e águas residuais:
    - 2.3.1 Parâmetros físicos
    - 2.3.2 Parâmetros químicos
    - 2.3.3 Parâmetros biológicos
3. Processos de tratamento de águas e efluentes
  - 3.1 Tratamento de água para consumo humano (ETA's)
  - 3.2 Processos de tratamento de águas residuais (ETAR's)
4. Valorização e tratamento de resíduos sólidos
  - 4.1 A gestão de resíduos sólidos. Legislação nacional
  - 4.2 Reciclagem
  - 4.3 Compostagem
  - 4.4 Digestão anaeróbia
  - 4.5 Valorização energética (Incineração)
  - 4.6 Confinamento (Aterros sanitários)
5. Química do solo
  - 5.1 Estrutura e composição do solo. Características físicas e químicas do solo
  - 5.2 Interações solo-planta
  - 5.3 Contaminação do solo. Poluentes orgânicos e inorgânicos (metais traço)
6. Remediação de solos contaminados e segurança alimentar
  - 6.1 Remediação química e biológica
7. Fitorremediação de solos e águas
  - 7.1 Casos de estudo

[Voltar](#)

### **Avaliação do Estado de Massas de Águas Superficiais... (BIO10365M)**

1. Unidade e diversidade dos ecossistemas aquáticos
2. Sistemas lóticos. Consequência do caudal em sistemas lóticos. Processos físicos, químicos e biológicos. Conectividade longitudinal, lateral e vertical. Escalas temporal e espacial em ecologia lótica e respectivos significados para os processos e constituintes do sistema.
3. Sistemas lênticos. Consequências da existência de profundidade e da circulação da água em sistemas lênticos. Fontes externa e interna de nutrientes. Eutrofização natural e cultural.
4. Zonas húmidas. Conceito de ectone. Processos físicos, químicos e biológicos
5. Estado das massas de água e Directiva Quadro da Água da União Europeia (DQA)
6. Avaliação do estado/potencial ecológico; avaliação do estado químico. Sistemas de classificação para os diferentes elementos de qualidade
7. Factores de degradação. Objectivos e medidas à escala da massa de água e à escala da bacia
8. Amostragem e programas de monitorização: objectivos e resultados



Voltar

## Poluição e Efluentes Gasosos (QUI10244M)

Módulo de Dispersão de Poluentes na Atmosfera (Física)

1. Elementos de física e dinâmica da atmosfera
  - a) Composição da atmosfera.
  - b) Estrutura vertical da atmosfera.
  - c) A radiação na atmosfera.
  - d) Termodinâmica do ar seco e do ar húmido.
  - e) Estabilidade atmosférica.
  - f) Leis de conservação e a dinâmica da atmosfera.
  - g) Equação de conservação / evolução de um poluente na atmosfera.
2. Circulações atmosféricas e o transporte de poluentes
  - a) Circulação geral da atmosfera
  - b) Sistemas sinópticos
  - c) Circulações de escala regional (mesoscala)
  - d) Circulações de microscala
3. Camada Limite atmosférica e Turbulência
  - a) Interação superfície - atmosfera
  - b) A Camada limite Atmosférica
  - c) Temperatura, humidade e vento na CLA
  - d) Turbulência e difusão
4. Modelos de dispersão de poluentes na Atmosfera
  - a) Comportamento dos penachos na atmosfera
  - b) Tipos de modelos de dispersão
  - c) Modelos Gaussianos para fontes pontuais e lineares
  - d) Utilização de modelos gaussianos tridimensionais para a obtenção de estimativas da concentração de poluentes

### Componente de Química

1. Poluentes e sua acção
  - a) Ozono estratosférico. Formação e destruição do ozono. Destruição catalítica do ozono: mecanismos. O caso da Antártida. Modelo de Molina. Depleção de ozono a latitudes médias. Agentes de depleção de ozono: CFC e seus substitutos.
  - b) Smog fotoquímico: reagentes e produtos; poluentes primários e secundários. Condições favoráveis à ocorrência de smog. Redução dos óxidos de azoto na atmosfera. Conversores catalíticos.
  - c) Chuvas ácidas. Fontes de dióxido de enxofre. Smelting de metais. Eliminação de SO<sub>2</sub>. Tecnologias limpas de combustão. Consequências das chuvas ácidas. Lagos, solo, gelo e nevoeiro ácidos: consequências.
  - d) Partículas em suspensão. Classificação e origem. Índices PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>. Tempo de residência das partículas em suspensão. Partículas atmosféricas e saúde pública.
  - e) Compostos orgânicos voláteis: definição e exemplos. Hidrocarbonetos poliaromáticos: origem e consequências ambientais. Dioxinas e dibenzofuranos: origem e toxicidade em função das suas características estruturais. Policlorobifenilos. Disseminação de dioxinas e dibenzofuranos no ambiente. Medidas de toxicidade (conceito de toxicidade equivalente). Acidente de Seveso. Directiva Europeia Seveso. Mobilidade de compostos orgânicos voláteis: parâmetros físicos e químicos que governam a mobilidade.
  - f) Efeito de estufa. Substâncias que promovem o efeito de estufa. Mecanismo e seu fundamento físico. Modos normais de vibração activos. Níveis de dióxido de carbono e metano. Vapor de água. Balanço de CO<sub>2</sub>. Realimentações positivas. Reservatórios de metano. Oxidação atmosférica do metano: mecanismo.
  - g) Metais. Mercúrio e chumbo. Formas em que os metais se apresentam no ambiente (atmosfera, sobretudo). Metilmercúrio. Tetraetilchumbo. Consequências ambientais.
2. Monitorização de poluentes atmosféricos
  - a) Legislação ambiental: emissões poluentes gasosas e qualidade do ar. Regimes de monitorização para fontes fixas. Avaliação da qualidade do ar ambiente. Conceito de estações de fundo e específicas. Conceitos de valor limite, limiar de alerta e de informação e nível crítico. Medições fixas, modelação e estimativa.
  - b) Tipos de monitorização de poluentes. Métodos padrão de monitorização dos principais poluentes: dióxido de enxofre (titulação e fluorescência UV), óxidos de azoto (colorimetria e quimi-luminescência), ozono (espectroscopia UV), monóxido de carbono (FTIR), partículas em suspensão (atenuação de partículas beta e gravimetria), hidrocarbonetos totais (FID), BTEX (Benzeno, tolueno, etilbenzeno, xilenos, GC-FID).



[Voltar](#)

## **Deteção Remota e SIG (GEO10080M)**

Os SIG e as ciências.

Representações gráficas; Sistemas de Projecção; Georeferenciação; Digitalização de informação.

Informática de dados georeferenciados.

- Dados raster e vectoriais;
- Organização de ficheiros;
- Tipos de dados: pontos, linhas e polígonos.

Fotografia aérea e de satélite, princípios de aquisição e tratamento das imagens.

Imagens ortorectificadas e estereoscópicas.

Simbologia e Etiquetas em SIG

Criação de Layouts:

- Utilização do Arc Catalog
- Criação de Shapefiles
- Definição de sistemas de projecção
- Criação de campos em Shapefiles

Digitalização de pontos e linhas.

- Ferramentas de zoom e movimento
- Criação de um projecto
- Adicionar temas
- Definir sistemas de projecção
- Menu editor
- Ferramentas de edição de um tema vectorial

Criação e edição de símbolos

- Símbolos únicos
- Símbolos por categorias (pontos, linhas e polígonos)

Georeferenciação: Princípios de funcionamento

- Transformação de ficheiros xcs, txt, dst em Shapefile
- Utilização da ferramenta Georeferencing



Voltar

## **Recuperação Ambiental (GEO7154M)**

Programa

1 - Apresentação da Unidade Curricular - UC. Funcionamento, metodologia e avaliação.  
ID &ndash; 12 Set (122 - CLAV)

2 - Impactes sobre os sistemas hídricos: Águas superficiais.  
SC &ndash; 19 Set (122 - CLAV)

3 &ndash; O ruído e a indústria extrativa.  
SC &ndash; 24 Set (122 - CLAV)

4 - Correção dos impactes sobre a qualidade do ar.  
SC &ndash; 1 Out (122 - CLAV)

5 - Introdução aos conceitos de enquadramento e recuperação ambiental e de recuperação ecológica &ndash; objetivos, critérios, referenciais de recuperação.  
JPAF &ndash; 8 Out. (122, CLAV)

6 - Impactes devido a exploração de minas, pedreiras e saibreiras. Ruído e vibrações.  
JPAF &ndash; 15 Out. (122, CLAV)

7 - Introdução à Geotecnia Ambiental. Desenvolvimento sustentável.  
ID &ndash; 22 Out. (122, CLAV)

8 - Impactes sobre os sistemas hídricos: Águas subterrâneas. Contaminação de águas subterrâneas e reabilitação de aquíferos.  
CC - 29 Out. (122, CLAV)

9 &ndash; Visita de Estudo.  
JPAF &ndash; 5 Nov. (122, CLAV)

10 &ndash; Casos de estudo sobre recuperação ambiental de passivos ambientais de minas abandonadas.  
CC &ndash; 12 Nov. (122, CLAV)

11 &ndash; Correção dos impactes sobre a qualidade do solo, paisagem e sistemas ecológicos.  
JPAF &ndash; 19 Nov. (122, CLAV)

12 &ndash; Métodos de Recuperação Ambiental de zonas costeiras e estuarinas.  
CC &ndash; 26 Nov. (122, CLAV)

13 - Gestão de resíduos tóxicos e radioativos. Tratamento de zonas degradadas.  
JPAF &ndash; 3 Dez. (122, CLAV)

14 - Caracterização e classificação dos Resíduos.  
Enquadramento legislativo da Valorização dos Resíduos.  
ID &ndash; 10 Dez. (122, CLAV)

15 &ndash; Gestão e valorização dos resíduos em Obras Geotécnicas.  
ID &ndash; 17 Dez. (122, CLAV)

Docentes:

Isabel Duarte - ID

Carlos Cupeto - CC

João Paulo Almeida Fernandes &ndash; JPAF

Sofia Capelo &ndash; SC



[Voltar](#)

### **Biogeoquímica de Sedimentos Aquáticos (GEO10366M)**

Introdução; Os Sedimentos de Rios: Características dos rios, fluxos de materiais através dos rios; Fluxos químicos e dinâmica dos rios; Sedimentação em sistemas lacustres artificiais: A erosão natural e a erosão acelerada dos solos das bacias de drenagem dos sistemas lacustres, Processos físico-químicos em sistemas lacustres, As barragens e represas e os ciclos de nutrientes, Factores que controlam o transporte e a sedimentação dos materiais nas represas, Transporte e sedimentação dos materiais, Mecanismos de Transporte e Deposição dos Minerais Argilosos,. Fluxos químicos e Dinâmica de Sistemas Lacustres.

Biogeoquímica de Sedimentos Fluviais e Lacustres: Elementos maiores (Ca, Mg, Na, K, Na), elementos metálicos, metais traço, nitrogénio, fósforo, carbono, metano, potencial redox.

Poluição e remediação de sistemas aquáticos: Acidificação, Poluição por patogénicos e toxinas; Eutrofização, O potencial redox e a recuperação de lagos, A dragagem como técnica de recuperação.