

Curso	Energia e Ambiente		Ano lectivo	2013/2014	
Unidade Curricular	Poluição dos Solos		ECTS	5.0	
Regime	Obrigatório				
Ano	2º	Semestre	2º	Horas de trabalho globais	
Docente (s)	Ana Maria Antão		Total	140	Contacto 60
Coordenador área disciplinar	Rui Pitarma Cunha Ferreira				

**GFUC previsto**

**1. OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM**

Perceber a importância que a poluição dos Solos (s.l.) tem na sociedade actual. Adquirir noções básicas da mecânica dos solos importantes na compreensão do comportamento dos contaminantes no solo (s.l.). Facultar noções e características dos principais poluentes, fontes e origens. Ter noção da erosão dos solos a nível mundial e nacional. Conhecer os principais métodos de descontaminação de solos. Fornecer conceitos sobre água subterrânea e suas características. Adquirir algumas noções básicas de hidrogeologia. Conhecer os principais modos de contaminação e descontaminação das águas subterrâneas.

**2. CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS**

**PROGRAMA TEÓRICO**

- A. Natureza dos solos. Os principais processos de formação e transporte de solos. A alteração das rochas: sua importância na composição, características e comportamento dos solos. Diagrama de fases de um solo. Propriedades físicas de uma solo. Algumas noções sobre o comportamento geotécnico de solos. Classificações de solos. A carta de Munsell.
- B. A poluição de solos e a política ambiental da União Europeia. Legislação específica.
- C. O sistema solo-água. Principais propriedades. Principais causas e respectivos processos que contribuem para a degradação da qualidade do solo (erosão, degradação química e degradação física).
- D. Fontes geradoras de poluição e tipos de contaminantes esperados.
- E. Mecanismos de transporte de contaminantes. Algumas noções sobre toxicologia e análise quantitativa de risco. A contaminação radioactiva – algumas noções.
- F. A água nos solos e rochas. Alguns conceitos básicos de hidrogeologia. Escoamento em regime permanente.
- G. Contaminação de lençóis freáticos – modos de contaminação, comportamento dos diferentes contaminantes, monitorização dos aquíferos. Noção de risco e vulnerabilidade de aquíferos. Análise de risco (índices DRASTIC e AVI). Principais sistemas aquíferos portugueses e suas características. Noção de perímetros de protecção (DL 382/99).

- H. Descontaminação de solos e de aquíferos. Principais técnicas:vantagens e desvantagens.
- I. Classificação das águas subterrâneas e sua protecção.Legislação aplicável.

#### PROGRAMA PRÁTICO

1. Determinação de alguns índices físicos de solos.
2. Ensaio para classificação de solos (classificação unificada (USC) e AASHTO). Determinação dos limites de consistência e análise granulométrica de solos.Exercícios de aplicação. Determinação da MO de um solo.
3. Análise de cartas de solos nacionais. Visualização do atlas do ambiente (solos).
4. Exercícios sobre escoamento de água em regime permanente. Determinação da permeabilidade, caudal e transmissibilidade de aquíferos.
5. Exercícios sobre análise de risco em cenários de exposição a contaminação.
6. Aplicações práticas sobre contaminação de solos e de aquíferos (índice DRASTIC e AVI).
7. Simulação da contaminação em solos usando software específico.
8. Exercícios sobre tecnologias de remediação de solos contaminados.

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

Trata-se de uma UC onde é focada a problemática da contaminação de solos (s.l.), sendo por isso necessários alguns conceitos ministrados na UC de Geologia. Para a compreensão do fenómeno *poluição*, são fornecidos aos alunos conceitos teóricos com exemplos de vários casos de estudo a nível internacional, nacional e europeu. Deverá também saber as principais causas e processos que contribuem para a degradação da qualidade do solo e sua importância no panorama internacional bem como quantificá-la. No final o aluno deverá saber relacionar a contaminação, com o tipo de indústria, o tipo de solo e água subterrânea numa perspectiva de descontaminação. Deverá também saber as características das principais reservas de águas subterrâneas de Portugal continental. Deverá saber quais as legislações nacionais e da EU neste setor.

### **4. BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL**

- ANTÃO, A.M. (2007) – “Poluição dos Solos - Engenharia do Ambiente”. Sebenta IPG, ISSN1645-8281.
- ANTÃO, A.M. (2007) – “Poluição dos Solos – Noções de Hidrogeologia I”. Sebenta IPG, ISSN1645-8281.
- ANTÃO, A.M. (2007) – “Poluição dos Solos – Noções de Hidrogeologia II”. Sebenta IPG, ISSN1645-8281
- ANTÃO, A. M. (2006) – *Algumas noções e conceitos sobre alteração de rochas*. Sebenta IPG. ISSN 1645-8281
- ANTÃO, A.M. (2010) - Protocolos para determinação da MO com o kit de campo *LaMotte*.
- ANTÃO, A.M. (2010) - Protocolos para determinação da MO através da LOI.

- ANTÃO, A.M. (2006 a 2010) – Fichas de exercícios vários.
- COTHERN R.B. & SMITH, J. (1987) – “Environmental Radon”. Plenum Press.
- CUSTODIO, E. E LLAMAS, M. (2001) – “*Hidrologia subterrânea*”. Tomo 1 e 2. Edições Ómega, Barcelona.
- DOMENICO PATRICK. A – “Physical and chemical hydrogeology”.
- ESTEVES DA COSTA, F. (1985) – “*Avaliação das disponibilidades de águas subterrâneas/Esboço*”. Geonovas, Vol. 8/9:143-140.
- FERNANDES, M. MATOS (2011) – “*Mecânica dos Solos. Conceitos e Princípios Fundamentais*”. Vol1. 2ª edição. FEUP edições.
- FETTER, C.W. (1999) – “*Contaminant hydrogeology*”. 2<sup>nd</sup> Edição. Prentice Hall.
- LAGREGA, M. *et al.* (2001) – “*Hazardous Waste Management*”. ”. 2<sup>nd</sup> Edição. McGraw-Hill Int.
- LOBO FERREIRA, J.P., OLIVEIRA, M. e CIABATTI, P. (1995) – “*Desenvolvimento de um inventário das águas subterrâneas de Portugal*”. Vol I, II e III. LNEC, Lisboa.
- MIRSAL, Ibrahim A. (2008) – “*Soil Pollution. Origin, Monitoring & Remediation*”. Springer. 2<sup>nd</sup> Edition.
- PERK, Marcel van der (2006) – “*Soil and water contamination*”. London : Taylor & Francis,
- SMITH, E. (1997) – “*Environmental Science. A Study of Interrelationships*”. 6ª edição, WCB McGraw-Hill.
- WHITE, R.E. (2006) – “*Principles and Practice of Soil Science*”. 4ª edição, Blackwell Publishing.
- YONG, R.N. (2001) – “*Geoenvironmental engineering: contaminated soils, pollutant fate and mitigation*”. CRC Press.

“*Sites*” de consulta obrigatória:

- SOIL SURVEY STAFF, NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE, UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Soil Series Classification Database  
<http://soils.usda.gov/soils/technical/classification/scfile/index.html>.
- ATLAS DO AMBIENTE, <http://www2.apambiente.pt/atlas/din/viewer.htm>
- AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY,  
<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/index.asp>
- INTEGRATED RISK INFORMATION SYSTEM (IRIS)  
<http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index.cfm?fuseaction=iris.showSubstanceList>
- BLACKSMITH INSTITUTE, <http://www.blacksmithinstitute.org/>
- (CERCLA), SUPERFUND, <http://www.epa.gov/superfund/policy/cercla.htm>
- CETESB, <http://www.cetesb.sp.gov.br/>
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA), <http://www.eea.europa.eu/>
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA),  
<http://www.epa.gov/epahome/learn.htm>,  
<http://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.EXE?ZyActionL=Register&User=anonymous&Password=anonymous&Client=EPA>  
<http://www.epa.gov/Athens/learn2model/part-two/onsite/retard.html>

- THE ENVIRONMENTAL DIRECTORY, <http://www.webdirectory.com/>
- EURONATURA, <http://www.euronatura.pt/>
- ISRIC - WORLD SOIL INFORMATION, <http://www.isric.org/>

#### Recomendados

- BELL, F.G. (1998) – “*Environmental Geology. Principles and practice*”. Edições Blackwell.
- BOTELHO DA COSTA, J. (1985) – “*Caracterização e constituição do solo*”. 3ª Edição, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa
- DURRANI, Saeed A., ILIC, RADOMIR (1997) - *Radon measurements by etched track detectors*. London: World Scientific.
- HOWARD *et al.* (1991) – “*Handbook of Environmental Degradation Rates*”. Lewis Publishers
- VARENNE, A. (2003) – “*Produtividade dos Solos e Ambientes*”. Escolar Editora

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

Expositiva e com apresentação de alguns casos de estudos. Exercícios teórico-práticos e execução de ensaios laboratoriais. A avaliação será feita do seguinte modo:

#### Avaliação contínua:

- Trabalhos efetuados pelos alunos em grupos de 2 e 3 elementos, sendo alguns de apresentação oral: **TRAB** – cotação 7 valores.  
Estes trabalhos serão distribuídos do seguinte modo:
  - Fichas para resolução e entrega, em contexto não presencial (2,5 valores)
  - Apresentação na aula de 2 temas sobre Poluição do Solos (2,5 valores)
  - Apresentação final do resumo de um artigo científico/aplicado sobre Poluição dos solos (2 valores)
- 2 Frequências (cotação média de 13 valores).
- Assiduidade igual ou superior a 80%

#### Exame final para quem não dispensou por frequência.

Os trabalhos são obrigatórios para a aprovação na disciplina, sendo válidos também para o exame da época normal.

Os trabalhos efetuados no ano letivo anterior poderão ser validados para este ano se o aluno assim o expressar.

O exame de recurso não contempla os trabalhos realizados durante a avaliação contínua.

$$\text{Avaliação} = [\text{TRAB (nota 7)} + \text{FREQ. ou EXAME (nota 13)}] = 20$$

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

Pretende-se sensibilizar os alunos para a problemática da poluição dos solos e das águas subterrâneas numa perspetiva de desenvolvimento sustentável das sociedades. Para isso é promovida a pesquisa bibliográfica e web gráfica através da apresentação de trabalhos. As aulas laboratoriais servem para um primeiro contacto com os solos (s.l.), e posterior análise desses com vista à quantificação de vários parâmetros importantes no binómio poluição/contaminação. Pretende-se que os alunos, como futuros profissionais tenham espírito crítico e de análise dos valores das propriedades dos solos e da sua influência nos processos de descontaminação. Finalmente pretende-se com a apresentação dum resumo dum artigo científico por parte dos alunos, potenciar a sua capacidade de resumo e de síntese na apresentação de um dado problema.

## **7. REGIME DE ASSIDUIDADE**

Assiduidade igual ou superior a 90% no regime de avaliação contínua.

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

(Ana Maria Antão, [anantao@ipg.pt](mailto:anantao@ipg.pt), Gab.76, ext.1276 e LabGeot1)

Horário de atendimento

(Rui Pitarma, [rp@ipg.pt](mailto:rp@ipg.pt), Gab. 14, ext.1214)

## **9. OUTROS**

Nas aulas práticas laboratoriais terão de ser observados os cuidados de higiene e segurança inerentes a um laboratório de geotecnia.

Horário de atendimento:

Assinatura do docente

Assinatura do coordenador da área científica