

NCE/21/2100009 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:

Universidade De Lisboa

1.1.a. Outras Instituições de Ensino Superior (em associação) (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 27/2021 de 16 de abril):

1.1.b. Outras Instituições de Ensino Superior (estrangeiras, em associação) (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 27/2021 de 16 de abril):

<sem resposta>

1.1.c. Outras Instituições (em cooperação) (Lei n.º 62/2007, de 10 de setembro ou Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto):

<sem resposta>

1.2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):

Faculdade De Ciências (UL)

1.2.a. Identificação da(s) unidade(s) orgânica(s) da(s) entidade(s) parceira(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação). (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 27/2021 de 16 de abril):

1.2.b. Identificação da(s) unidade(s) orgânica(s) da(s) entidade(s) parceira(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação com IES estrangeiras). (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 27/2021 de 16 de abril):

<sem resposta>

1.2.c. Identificação da(s) unidade(s) orgânica(s) da(s) entidade(s) parceira(s) (faculdade, escola, instituto, empresas, etc.) (proposta em cooperação). (Lei n.º 62/2007, de 10 de setembro ou Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto):

<sem resposta>

1.3. Designação do ciclo de estudos:

Geologia

1.3. Study programme:

Geology

1.4. Grau:

Mestre

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Ciências da Terra

1.5. Main scientific area of the study programme:

Earth Sciences

1.6.1 Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):

443

1.6.2 Classificação CNAEF – segunda área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:

<sem resposta>

1.6.3 Classificação CNAEF – terceira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:

<sem resposta>

1.7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:

120

1.8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, com a redação do DL n.º 65/2018):

2 anos/4 semestres

1.8. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, as written in the DL no. 65/2018):

2 years/4 semesters

1.9. Número máximo de admissões proposto:

60

1.10. Condições específicas de ingresso (art.º 3 DL-74/2006, na redação dada pelo DL-65/2018).

O ingresso no 2º Ciclo em Geologia requer a titularidade de uma formação de 1º Ciclo ou equivalente legal, preferencialmente em Geologia ou áreas científico-tecnológicas afins, ou ainda, detenção de um currículo académico, científico ou profissional que seja reconhecido, pela coordenação do curso, como atestando capacidade para a realização deste Ciclo de Estudos (CE). Os candidatos serão seriados de acordo com grelha de critérios de classificação definidos e divulgados anualmente na página oficial da Faculdade de Ciências da ULisboa.

1.10. Specific entry requirements (article 3, DL no. 74/2006, as written in the DL no. 65/2018).

The following are eligible to enroll in the course leading to the Master Degree in Geology: Holders of a bachelor's degree or legal equivalent, preferentially in Geology or in close scientific-technologic areas, or others that hold an academic, scientific or professional CV that the scientific committee of this Course deem appropriate for attending the Master in Geology. Admission and ordered classification will be carried out according to the rules defined and made public each year in the official site of Faculdade de Ciências da ULisboa.

1.11. Regime de funcionamento.

Diurno

1.11.1. Se outro, especifique:

<sem resposta>

1.11.1. If other, specify:

<no answer>

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

1.12. Premises where the study programme will be lectured:

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

1.13. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB):

[1.13._Desp n.º 6604-2018 5 jul_RegCreditaçãoExpProfissional.pdf](#)

1.14. Observações:

O número máximo de admissões (ver pergunta 1.9.) inclui todas as vias de acesso ao ciclo de estudos. Assim, o número máximo de admissões agora proposto é o que, atendendo aos recursos humanos e materiais que Ciências dispõe, assegura o bom funcionamento do ciclo de estudos para todos os regimes de acesso e ingresso previstos na lei, incluindo os estudantes internacionais. No campo 1.13 foi inserido o Regulamento de Creditação e Integração Curricular de Experiências Profissionais e Formações Académicas da Universidade de Lisboa. O Regulamento de Creditação de Formação e de Competências da FCUL encontra-se publicado pelo Despacho n.º 13285/2013, de 17 de outubro, alterado pelo Despacho n.º 12137/2014, de 1 de outubro.

1.14. Observations:

The maximum number of admissions (see question 1.9.) includes all access ways to the study cycle. The intended maximum enrolment now proposed is what, given the human and material resources that Sciences has,

ensures the proper functioning of the study cycle for all access and entry regimes required by law, including international students.

In field 1.14 was loaded the Regulamento de Creditação e Integração Curricular de Experiências Profissionais e Formações Académicas da Universidade de Lisboa. The Regulamento de Creditação de Formação e de Competências da FCUL is published by Despacho n.º 13285/2013, October 17th, amended by Despacho n.º 12137/2014, October 1st.

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Reitor da Universidade de Lisboa

2.1.1. Órgão ouvido:

Reitor da Universidade de Lisboa

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._DespReit_Mestre_Geologia assinado.pdf](#)

Mapa I - Conselho Científico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._ExtratoAta_CC_9_2021_MestradoGeologia.pdf](#)

Mapa I - Conselho de Presidentes de Departamento da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho de Presidentes de Departamento da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._ExtratoAta_CPD_3_2021_LicenciaturaMestradoGeologia.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._DeliberacaoCP_licenciatura_mestrado_Geologia_20210414_signed.pdf](#)

3. Âmbito e objetivos do ciclo de estudos. Adequação ao projeto educativo, científico e cultural da instituição

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

O CE visa formar profissionais de Geologia capacitados para ajustar a sua ação à evolução do conhecimento, das tecnologias e das necessidades da Sociedade. O plano curricular inclui percursos de ensino-aprendizagem coerentes e flexíveis que conjugam equilibradamente: i) componentes nucleares transversais, complementando a formação-base que habilita ao exercício da profissão em contextos abrangentes e competitivos de mercado de trabalho; ii) abordagens avançadas específicas que diferenciam opções especializadas e projetam potenciais vocações científicas e profissionais; e iii) análises que valorizam perspetivas e/ou metodologias inovadoras em diferentes domínios da Geologia e/ou interfaces inter-transdisciplinares, abrindo novas fronteiras do Conhecimento. A proposta representa uma transformação estruturante dos currícula antecedentes (espraiados em 4 programas de mestrado), mantendo, contudo, forte ligação às várias linhas de investigação desenvolvidas pelo corpo docente.

3.1. The study programme's generic objectives:

The MSc Course aims at training Geology professionals able to adjust their activity to the evolution of knowledge, technology and Society needs. The study plan includes consistent and flexible teaching-learning pathways, which couple in balanced manner: i) transversal nuclear components, complementing basic graduation formation that gives ability to exercise the profession in overarching and competitive job market contexts, ii) specific advanced approaches that open distinct specialized options and project potential scientific and professional vocations; and iii) analyses that value innovative perspectives and/or methodologies in different geological knowledge domains and/or inter-transdisciplinary interfaces, opening new Knowledge frontiers. The proposal represents a structuring modification of previous curricula (reflected in 4 Masters programs), but keeping a strong link to the diverse research lines of the teaching staff.

3.2. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes:

O CE tem como propósito aprofundar conhecimentos indispensáveis à aquisição de proficiência transversal para o exercício da profissão, complementados por conteúdos dirigidos a nichos específicos de atividade. Os percursos formativos visam: a análise integrada e multi-escala (espaço e tempo) da constituição, organização e dinâmica dos sistemas geológicos; o reconhecimento das diversas implicações e aplicações do Saber Geológico, observando a sua relevância social e económica; abordagens quantitativas aos processos geológicos; autonomia na compreensão e resolução de problemas em vários contextos. A aprendizagem orienta-se para o desenvolvimento gradual de competências cognitivas, beneficiando do encadeamento dos conteúdos em níveis crescentes de complexidade conceptual e treino funcional (processamento numérico, trabalho de laboratório e de campo). Durante o percurso, que culmina com Dissertação/Estágio, esperam-se ganhos de autonomia, comunicação e trabalho de equipa.

3.2. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences) to be developed by the students:

The Course aims at deepening knowledge essential to transversal proficiency acquisition in order to exercise the profession, complemented by topics designed to specific activity niches. The training pathways are intended to enable: integrated and multi-scale analysis (space and time) of the composition, organization and dynamics of the geological systems; recognition of the range of implications and applications of Geological Knowledge, considering its social and economic relevance; quantitative approaches to the geological processes; and autonomy in understanding and solving problems in several contexts. Learning is oriented towards gradual development of cognitive abilities, benefiting from the sequential address of matters of increasingly conceptual complexity and functional training (numerical processing, laboratorial and field work). Along the envisaged pathway of the Course, it is expected that the student gains autonomy, communication and team work skills.

3.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa, face à missão institucional e, designadamente, ao projeto educativo, científico e cultural da instituição:

A FCUL tem como missão expandir os limites do conhecimento científico e tecnológico, transferi-lo para a sociedade e promover a educação dos seus estudantes através da prática de investigação e desenvolvimento de uma cultura de aprendizagem permanente, valorizando o pensamento crítico e a autonomia intelectual. O projeto educativo, científico e cultural da FCUL é bastante amplo e inclui diversas componentes que se suportam nas principais Áreas Científicas, incluindo as Ciências da Terra (CT). A diversidade e qualidade da oferta formativa, bem como a reconhecida qualidade das atividades de investigação e de divulgação desenvolvidas na FCUL, têm concorrido para a consolidação do seu prestígio. Neste particular, a forte articulação entre o ensino e a investigação, para além da inclusão das componentes experimental, laboratorial e de campo nos planos curriculares, têm representado mais-valias incontestáveis na aprendizagem, criação intelectual/cultural e fomento de literacia científica, sendo instrumentais na preparação dos estudantes para o mercado de trabalho, nacional e internacional.

O Mestrado em Geologia aqui proposto insere-se na missão institucional, concorrendo para a construção da matriz de conhecimentos e aplicações interdisciplinares que suportam e concretizam os objetivos educativos, científicos e culturais da FCUL. Este ciclo de estudos capacita os estudantes para o exercício da profissão de Geólogo, contribuindo ainda para ganhos de perceção sobre a relevância das CT na resolução de largo número de questões que suscitem inquietações sociais diversas. A visão social atualmente dominante sobre as CT é frequentemente distorcida e influenciada por leituras descuidadas sobre a participação de profissionais de CT nas cadeias de prospeção e exploração de combustíveis fósseis, matérias-primas minerais e outros recursos geológicos. A configuração curricular proposta aborda estas temáticas de forma construtiva, capacitando o reconhecimento das diversas implicações e aplicações do Saber geológico e, concomitantemente, demonstrando a relevância social e económica das CT, nomeadamente em problemas relacionados com a gestão ambiental, mitigação das consequências das alterações globais, exploração sustentada de recursos geológicos e desenvolvimentos tecnológicos futuros. Os avanços em vários ramos do conhecimento geológico nas últimas décadas têm aprofundado significativamente o entendimento sobre os sistemas terrestres, a sua dinâmica e as relações causa-efeito associadas aos processos geológicos. Verifica-se crescente integração das metodologias de observação, medição, registo e interpretação, consolidadas em Geologia, com abordagens experimentais e de modelação numérica e análoga, muitas vezes desenvolvidas em domínios científicos de fronteira, como os que existem (e podem ser potenciados) na FCUL.

3.3. Insertion of the study programme in the institutional educational offer strategy, in light of the mission of the institution and its educational, scientific and cultural project:

The mission of FCUL is to expand the limits of scientific and technologic knowledge, to transfer that knowledge to society and promote the education of its students through the practice of research and development of a permanent learning culture, valuing critical thinking and intellectual autonomy. The educational, scientific and cultural project of FCUL is rather wide and includes a range of components supported by main Scientific Areas, namely Earth Sciences (ES). The diversity and quality of the educational offer, as well as the recognized quality of research and divulgation activities undertaken at FCUL, have contributed to the consolidation of its prestigious reputation. In this particular aspect, the strong link between teaching and research, besides the inclusion of experimental, laboratorial and filed activities in the study plans, have represented unquestionable added values in learning, intellectual/cultural creation and scientific literacy stimulation, being instrumental in students preparation for national and international job market. The MSc Course proposed here fits into the institutional mission, contributing to build up an interdisciplinary matrix of knowledge and applications that supports and makes effective the educational, scientific and cultural goals of FCUL. This Course gives the student abilities to exercise the Geologist profession and in addition contributes to further understanding of the relevance of ES in the solution of many issues that worry Society. The current dominant social view on the ES is commonly biased and influenced by careless interpretations about the participation of ES professionals in the exploration and exploitation chain of fossil energy, mineral raw-materials and other geological resources. The proposed study plan approaches these matters in a constructive way, enabling the recognition of the several implications and applications of Geological Knowledge and, at the same time, showing the social and

economic relevance of ES, namely in problems related to environmental management, mitigation of global change consequences, sustained exploitation of geological resources and future technologic developments. The advances in various fields of Geological Knowledge over the last decades have significantly deepened the understanding of Earth Systems, their dynamics and the cause-effect relationships associated with geological processes. There is an increasing integration between the examination, measurement, record and interpretation methodologies, solidified in Geology, with experimental and modeling approaches, numerical and analogue, often developed in frontier scientific domains, such as those existing (and that may be boosted) at FCUL.

4. Desenvolvimento curricular

4.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)

4.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável) * / Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura *	Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization
Geodinâmica e Recursos Geológicos	Geodynamics and Geological Resources
Paleoambientes e Mudanças Globais	Palaeoenvironments and Global Change
Geologia Aplicada e Ambiental	Applied and Environmental Geology

4.2. Estrutura curricular (a repetir para cada um dos percursos alternativos)

Mapa II - Geodinâmica e Recursos Geológicos

4.2.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Geodinâmica e Recursos Geológicos

4.2.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Geodynamics and Geological Resources

4.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits necessary for awarding the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos** / Minimum Optional ECTS**	Observações / Observations
Ciências da Terra / Earth Sciences	CTERRA	90	24	ECTS optativos: 24-30
Qualquer Área / Any Area	QA	0	0	ECTS optativos: 0-6
(2 Items)		90	24	

Mapa II - Paleoambientes e Mudanças Globais

4.2.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Paleoambientes e Mudanças Globais

4.2.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Palaeoenvironments and Global Change

4.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits necessary for awarding the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos** / Minimum Optional ECTS**	Observações / Observations
Ciências da Terra / Earth Sciences	CTERRA	90	24	ECTS optativos: 24-30

Qualquer Área /Any Area (2 Items)	QA	0 90	0 24	ECTS optativos: 0-6
--------------------------------------	----	----------------	----------------	---------------------

Mapa II - Geologia Aplicada e Ambiental

4.2.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Geologia Aplicada e Ambiental

4.2.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Applied and Environmental Geology

4.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits necessary for awarding the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos** / Minimum Optional ECTS**	Observações / Observations
Ciências da Terra / Earth Sciences	CTERRA	90	24	ECTS optativos: 24-30
Qualquer Área / Any Area (2 Items)	QA	0 90	0 24	ECTS optativos: 0-6

4.3 Plano de estudos

Mapa III - Geodinâmica e Recursos Geológicos - 1º ano / 1º semestre

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Geodinâmica e Recursos Geológicos

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Geodynamics and Geological Resources

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º ano / 1º semestre

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Opcional /	Observações / Observations
Sistemas de Informação Geológica / Geological Information System	CTERRA	Semestral	168	T-14; TP-35;	6	
Modelação Numérica em Geologia / Numerical Modelling in Geology	CTERRA	Semestral	168	T-14; TP-35;	6	
Ciclos Geoquímicos / Geochemical Cycles	CTERRA	Semestral	168	T-28; TP-21;	6	
Ordenamento do Território e Impacte Ambiental / Land Management and Environmental Impact	CTERRA	Semestral	168	T-21; TP-28; TC- 7;	6	
Bacias Sedimentares / Sedimentary Basins (5 Items)	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-21; TC- 14;	6	

Mapa III - Geodinâmica e Recursos Geológicos - 1º ano / 2º semestre

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Geodinâmica e Recursos Geológicos

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*
Geodynamics and Geological Resources

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
 1º ano / 2º semestre

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional	Observações / Observations
Opção Nuclear / Nuclear Option	CTERRA	Semestral	168	-	6	1	
Opção Nuclear / Nuclear Option	CTERRA	Semestral	168	-	6	1	
Opção Nuclear / Nuclear Option	CTERRA	Semestral	168	-	6	1	
Opção Nuclear ou Opção Livre / Nuclear Option ou Free Option	CTERRA	Semestral	168	-	6	1	
Opção Livre / Free Option	QA	Semestral	168	-	6	1	O grupo opcional poderá incluir anualmente outras UC, a fixar pelo Departamento responsável.

(5 Items)

Mapa III - Geodinâmica e Recursos Geológicos - 1º ano / 2º semestre - Grupo opcional - Opções Nucleares

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:
Geodinâmica e Recursos Geológicos

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*
Geodynamics and Geological Resources

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
 1º ano / 2º semestre - Grupo opcional - Opções Nucleares

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional	Observações / Observations
Matéria Cristalina e Cristalografia / Crystalline Matter and Crystal Chemistry	CTERRA	Semestral	168	T-21; TP-21; PL-14;	6	1	
Geodinâmica Química / Chemical Geodynamics	CTERRA	Semestral	168	T-28; TP-28;	6	1	
Metagenia / Metallogeny	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	
Tectonofísica / Tectonophysics	CTERRA	Semestral	168	T-28; TP-28;	6	1	

(4 Items)

Mapa III - Geodinâmica e Recursos Geológicos - 1º ano / 2º semestre - Grupo opcional - Opções Livres

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:
Geodinâmica e Recursos Geológicos

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*
Geodynamics and Geological Resources

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º ano / 2º semestre - Grupo opcional - Opções Livres

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional	Observações / Observations
Dinâmica Holocénica de Sistemas Costeiros / Holocene dynamics of coastal systems	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-35;	6	1	
Ambientes Sedimentares / Sedimentary Environments	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	
Micropaleontologia / Micropalaeontology	CTERRA	Semestral	168	T-14; PL-35; TC-7;	6	1	
Paleoecologia / Palaeoecology	CTERRA	Semestral	168	T-14; PL-35; TC-7;	6	1	
Geologia de Engenharia / Engineering Geology	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	
Gestão Integrada de Recursos Hídricos / Integrated Water Resources Management	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	
Prospecção Geotécnica e Hidrogeológica / Geotechnical and Hydrogeological Survey	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	
Riscos Naturais e Ambientais / Natural and Environmental Risks	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	
Geoenergia / Geoenergy	CTERRA	Semestral	168	T-28; TP-21;	6	1	
Rochas e Minerais Industriais / Industrial Rocks and Minerals	CTERRA	Semestral	168	T-21; TP-21; TC-7;	6	1	
Geofísica / Geophysics	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28;	6	1	
Impactos das Alterações Climáticas e Gestão da Zona Costeira / Climate Change Impacts and Coastal Zone Management	CTERRA	Semestral	168	T-21; TP-21; TC-7;	6	1	
Modelação de Escoamento Subterrâneo / Groundwater Flow Modelling	CTERRA	Semestral	168	T-14; TP-35;	6	1	
Vulcanologia Física / Physical Volcanology	CTERRA	Semestral	168	T-21; TP-21; TC-7;	6	1	
Paleoceanografia / Palaeoceanography	CTERRA	Semestral	168	T-14; PL-35;	6	1	
Paleobiologia e Evolução de Vertebrados / Paleobiology and Evolution of Vertebrates	CTERRA	Semestral	168	T-14; TP-28; TC-7;	6	1	
Geodiversidade e Geoconservação / Geodiversity and Geoconservation	CTERRA	Semestral	168	TP-42; TC-7;	6	1	
Opção Livre (Dentro da UL)	QA	Semestral	168	-	6	1	

(18 Items)

Mapa III - Geodinâmica e Recursos Geológicos - 2º ano

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Geodinâmica e Recursos Geológicos

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Geodynamics and Geological Resources

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º ano

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional	Observações / Observations
Estudo Orientado / Supervised Study	CTERRA	Semestral	168	O-21;	6		
Projeto de Campo e Experimental / Field and Experimental Project	CTERRA	Semestral	252	TP-7; PL-21; TC-14;	9		
Dissertação/Estágio em Geologia / Dissertation/Internship in Geology	CTERRA	Anual	1260	OT-56;	45		

(3 Items)

Mapa III - Paleoambientes e Mudanças Globais - 1º ano / 1º semestre**4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:***Paleoambientes e Mudanças Globais***4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)****Palaeoenvironments and Global Change***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º ano / 1º semestre***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Opcional /	Observações / Observations
Sistemas de Informação Geológica / Geological Information System	CTERRA	Semestral	168	T-14; TP-35;	6	
Modelação Numérica em Geologia / Numerical Modelling in Geology	CTERRA	Semestral	168	T-14; TP-35;	6	
Ciclos Geoquímicos / Geochemical Cycles	CTERRA	Semestral	168	T-28; TP-21;	6	
Ordenamento do Território e Impacte Ambiental / Land Management and Environmental Impact	CTERRA	Semestral	168	T-21; TP-28; TC-7;	6	
Bacias Sedimentares / Sedimentary Basins	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-21; TC-14;	6	

(5 Items)

Mapa III - Paleoambientes e Mudanças Globais - 1º ano / 2º semestre**4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:***Paleoambientes e Mudanças Globais***4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)****Palaeoenvironments and Global Change***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º ano / 2º semestre***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Opcional	Observações / Observations
Opção Nuclear / Nuclear Option	CTERRA	Semestral	168	-	6 1	
Opção Nuclear / Nuclear Option	CTERRA	Semestral	168	-	6 1	
Opção Nuclear / Nuclear Option	CTERRA	Semestral	168	-	6 1	
Opção Nuclear ou Opção Livre / Nuclear Option ou Free Option	CTERRA	Semestral	168	-	6 1	
Opção Livre / Free Option	QA	Semestral	168	-	6 1	O grupo opcional poderá incluir anualmente outras UC, a fixar pelo Departamento responsável.

(5 Items)

Mapa III - Paleoambientes e Mudanças Globais - 1º ano / 1º semestre - Grupo Opcional - Opções Nucleares

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:*Paleoambientes e Mudanças Globais***4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)****Palaeoenvironments and Global Change***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º ano / 1º semestre - Grupo Opcional - Opções Nucleares***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional /	Observações / Observations
Dinâmica Holocénica de Sistemas Costeiros / Holocene dynamics of coastal systems	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-35;	6	1	
Ambientes Sedimentares / Sedimentary Environments	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	
Micropaleontologia / Micropalaeontology	CTERRA	Semestral	168	T-14; PL-35; TC-7;	6	1	
Paleoecologia / Palaeoecology	CTERRA	Semestral	168	T-14; PL-35; TC-7;	6	1	

(4 Items)**Mapa III - Paleoambientes e Mudanças Globais - 1º ano / 2º semestre - Grupo Opcional - Opções Livres****4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:***Paleoambientes e Mudanças Globais***4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)****Palaeoenvironments and Global Change***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º ano / 2º semestre - Grupo Opcional - Opções Livres***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional /	Observações / Observations
Matéria Cristalina e Cristalquímica / Crystalline Matter and Crystal Chemistry	CTERRA	Semestral	168	T-21; TP-21; PL-14;	6	1	
Geodinâmica Química / Chemical Geodynamics	CTERRA	Semestral	168	T-28; TP-28;	6	1	
Metalogenia / Metallogeny	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	
Tectonofísica / Tectonophysics	CTERRA	Semestral	168	T-28; TP-28;	6	1	
Geologia de Engenharia / Engineering Geology	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	
Gestão Integrada de Recursos Hídricos / Integrated Water Resources Management	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	
Prospecção Geotécnica e Hidrogeológica / Geotechnical and Hydrogeological Survey	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	
Riscos Naturais e Ambientais / Natural and Environmental Risks	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	
Geoenergia / Geoenery	CTERRA	Semestral	168	T-28; TP-21;	6	1	
Rochas e Minerais Industriais / Industrial Rocks and Minerals	CTERRA	Semestral	168	T-21; TP-21; TC-7;	6	1	
Geofísica / Geophysics	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28;	6	1	
Impactos das Alterações Climáticas e Gestão da Zona Costeira / Climate Change Impacts and Coastal Zone Management	CTERRA	Semestral	168	T-21; TP-21; TC-7;	6	1	
Modelação de Escoamento Subterrâneo /	CTERRA	Semestral	168	T-14; TP-35;	6	1	

Groundwater Flow Modelling

Vulcanologia Física / Physical Volcanology	CTERRA	Semestral	168	T-21; TP-21; TC-7;	6	1
Paleoceanografia / Palaeoceanography	CTERRA	Semestral	168	T-14; PL-35;	6	1
Paleobiologia e Evolução de Vertebrados / Paleobiology and Evolution of Vertebrates	CTERRA	Semestral	168	T-14; TP-28; TC-7;	6	1
Geodiversidade e Geoconservação / Geodiversity and Geoconservation	CTERRA	Semestral	168	TP-42; TC-7;	6	1
Opção Livre (Dentro da UL)	QA	Semestral	168	-	6	1

(18 Items)

Mapa III - Paleoambientes e Mudanças Globais - 2º ano

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Paleoambientes e Mudanças Globais

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Palaeoenvironments and Global Change

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º ano

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Opcional /	Observações / Observations
Estudo Orientado / Supervised Study	CTERRA	Semestral	168	O-21;	6	
Projeto de Campo e Experimental / Field and Experimental Project	CTERRA	Semestral	252	TP-7; PL-21; TC-14;	9	
Dissertação/Estágio em Geologia / Dissertation/Internship in Geology	CTERRA	Anual	1260	OT-56;	45	

(3 Items)

Mapa III - Geologia Aplicada e Ambiental - 1º ano / 1º semestre

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Geologia Aplicada e Ambiental

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Applied and Environmental Geology

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º ano / 1º semestre

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Opcional /	Observações / Observations
Sistemas de Informação Geológica / Geological Information System	CTERRA	Semestral	168	T-14; TP-35;	6	
Modelação Numérica em Geologia / Numerical Modelling in Geology	CTERRA	Semestral	168	T-14; TP-35;	6	
Ciclos Geoquímicos / Geochemical Cycles	CTERRA	Semestral	168	T-28; TP-21;	6	
Ordenamento do Território e Impacte Ambiental / Land Management and Environmental Impact	CTERRA	Semestral	168	T-21; TP-28; TC-7;	6	
Bacias Sedimentares / Sedimentary	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-21; TC-	6	

Basins

14;

(5 Items)

Mapa III - Geologia Aplicada e Ambiental - 1º ano / 2º semestre

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Geologia Aplicada e Ambiental

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Applied and Environmental Geology

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º ano / 2º semestre

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional	Observações / Observations
Opção Nuclear / Nuclear Option	CTERRA	Semestral	168	-	6	1	
Opção Nuclear / Nuclear Option	CTERRA	Semestral	168	-	6	1	
Opção Nuclear / Nuclear Option	CTERRA	Semestral	168	-	6	1	
Opção Nuclear ou Opção Livre / Nuclear Option ou Free Option	CTERRA	Semestral	168	-	6	1	
Opção Livre / Free Option	QA	Semestral	168	-	6	1	O grupo opcional poderá incluir anualmente outras UC, a fixar pelo Departamento responsável.

(5 Items)

Mapa III - Geologia Aplicada e Ambiental - 1º ano / 1º semestre - Grupo Opcional - Opções Nucleares

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

Geologia Aplicada e Ambiental

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Applied and Environmental Geology

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º ano / 1º semestre - Grupo Opcional - Opções Nucleares

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional	Observações / Observations
Geologia de Engenharia / Engineering Geology	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	
Gestão Integrada de Recursos Hídricos / Integrated Water Resources Management	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	
Prospecção Geotécnica e Hidrogeológica / Geotechnical and Hydrogeological Survey	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	
Riscos Naturais e Ambientais / Natural and Environmental Risks	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	

(4 Items)

Mapa III - Geologia Aplicada e Ambiental - 1º ano / 2º semestre - Grupo Opcional - Opções Livres**4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:***Geologia Aplicada e Ambiental***4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)****Applied and Environmental Geology***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º ano / 2º semestre - Grupo Opcional - Opções Livres***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional /	Observações / Observations
Dinâmica Holocénica de Sistemas Costeiros / Holocene dynamics of coastal systems	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-35;	6	1	
Ambientes Sedimentares / Sedimentary Environments	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	
Micropaleontologia / Micropalaeontology	CTERRA	Semestral	168	T-14; PL-35; TC-7;	6	1	
Paleoecologia / Palaeoecology	CTERRA	Semestral	168	T-14; PL-35; TC-7;	6	1	
Matéria Cristalina e Cristalóquímica / Crystalline Matter and Crystal Chemistry	CTERRA	Semestral	168	T-21; TP-21; PL-14;	6	1	
Geodinâmica Química / Chemical Geodynamics	CTERRA	Semestral	168	T-28; TP-28;	6	1	
Metalogenia / Metallogeny	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28; TC-7;	6	1	
Tectonofísica / Tectonophysics	CTERRA	Semestral	168	T-28; TP-28;	6	1	
Geoenergia / Geoenergy	CTERRA	Semestral	168	T-28; TP-21;	6	1	
Rochas e Minerais Industriais / Industrial Rocks and Minerals	CTERRA	Semestral	168	T-21; TP-21; TC-7;	6	1	
Geofísica / Geophysics	CTERRA	Semestral	168	T-21; PL-28;	6	1	
Impactos das Alterações Climáticas e Gestão da Zona Costeira / Climate Change Impacts and Coastal Zone Management	CTERRA	Semestral	168	T-21; TP-21; TC-7;	6	1	
Modelação de Escoamento Subterrâneo / Groundwater Flow Modelling	CTERRA	Semestral	168	T-14; TP-35;	6	1	
Vulcanologia Física / Physical Volcanology	CTERRA	Semestral	168	T-21; TP-21; TC-7;	6	1	
Paleoceanografia / Palaeoceanography	CTERRA	Semestral	168	T-14; PL-35;	6	1	
Paleobiologia e Evolução de Vertebrados / Paleobiology and Evolution of Vertebrates	CTERRA	Semestral	168	T-14; TP-28; TC-7;	6	1	
Geodiversidade e Geoconservação / Geodiversity and Geoconservation	CTERRA	Semestral	168	TP-42; TC-7;	6	1	
Opção Livre (Dentro da UL)	QA	Semestral	168	-	6	1	

(18 Items)**Mapa III - Geologia Aplicada e Ambiental - 2º ano****4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:***Geologia Aplicada e Ambiental***4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)****Applied and Environmental Geology***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º ano***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Opcional	Observações / Observations
Estudo Orientado / Supervised Study	CTERRA	Semestral	168	O-21;	6	
Projeto de Campo e Experimental /Field and Experimental Project	CTERRA	Semestral	252	TP-7; PL-21; TC-14;	9	
Dissertação/Estágio em Geologia / Dissertation/Internship in Geology (3 Items)	CTERRA	Anual	1260	OT-56;	45	

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Ambientes Sedimentares

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Ambientes Sedimentares

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Sedimentary Environments

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-21; PL-28; TC-7 Lecture -21; Lab-28; Field work-7

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção Nuclear para a Área de Especialização (AE) em Paleoambientes e Mudanças Globais (os alunos escolhem, obrigatoriamente, 18 créditos de entre as opções nucleares da AE).

Opção Livre para as outras duas Áreas de Especialização (os alunos escolhem 12 créditos de entre as opções livres ou qualquer das opções nucleares das três áreas de especialização).

4.4.1.7. Observations:

Nuclear option for the Specialization Area (SA) Palaeoenvironments and Global Change (it is mandatory that the students choose 18 credits among the nuclear options of the SA).

Free option for the other two Specialization Areas (the students are allowed to choose 12 credits among the free options or any of the nuclear options of the three SA).

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Ana Cristina Costa Neves dos Santos Azerêdo - 12,5h T+7h PL

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Nuno Lamas Almeida Pimentel - 8,5h T+ 21h PL+7h TC

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Adquirir e aprofundar os conhecimentos relativos aos diversos fatores e processos que condicionam e caracterizam os ambientes deposicionais e diagenéticos. Compreender a necessidade de analisar as fácies sedimentares a diferentes escalas e saber escolher os métodos de estudo adequados aos diferentes casos.

Saber reconhecer, descrever e interpretar as fácies típicas dos diversos ambientes sedimentares, sua variabilidade espaço-temporal e organização a diferentes escalas, enquadrando-as em sistemas sedimentares e construindo

modelos paleoambientais/paleogeográficos coerentes.

Ficar apto a valorizar a comparação recíproca entre ambientes do Passado Geológico e ambientes do Recente, e.g. para a compreensão de Processos Globais.

Reconhecer a utilidade da análise de ambientes sedimentares na exploração de recursos naturais.

Adquirir competências práticas de estudo sedimentológico em afloramento e a partir de dados laboratoriais.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

To acquire and deepen knowledge on the various factors and processes that control and characterize the sedimentary and diagenetic environments.

To understand the need for multiscale facies analysis and to know how to choose the suitable study methods in each case.

To know how to recognize, describe and interpret the typical facies from a range of sedimentary environments, their variability in time and space and architecture at different scales, erecting consistent palaeoenvironmental/palaeogeographic models.

To become able to value the mutual comparison between Geological Past and Recent settings, e.g. to understand Global Processes.

To recognize the usefulness of sedimentary environments analysis in natural resource exploration.

To acquire practical skills on sedimentological studies both in the field and with laboratorial data.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Contextualização dos ambientes de sedimentação terrígena, carbonatada, evaporítica e mista. Fatores de controlo extrínsecos (e.g. clima, tectónica, variações do nível do mar) e intrínsecos (e.g. produtividade sedimentar, influência biológica). Caracterização dos principais ambientes: continentais (e.g. fluviais, aluviais, lacustres); transicionais (e.g. deltaicos, estuarinos); margino-marinhos (lagunares, perimareais) e marinhos (pouco profundos a profundos). Fácies e biofácies; estruturas sedimentares; processos deposicionais e diagenéticos; dinâmica e geometria dos corpos sedimentares. Evolução espacio-temporal multiescala dos sistemas sedimentares.

Introdução a abordagens específicas (e.g. Ciclicidade, Sequencialidade e Evento-Sedimentologia). Exemplos de modelos paleodeposicionais e de análogos recentes. Contributo para a compreensão de Processos Globais. Práticas de campo e laboratoriais baseadas no estudo de materiais/cortes selecionados e reconstituição paleoambiental.

4.4.5. Syllabus:

Framework of terrigenous, carbonate, evaporitic and mixed sedimentary environments. Extrinsic (e.g. climate, tectonics, sea-level changes) and intrinsic (e.g. sedimentary productivity, biological influence) controlling factors. Characterization of the main sedimentary environments: continental (e.g. fluvial, alluvial, lacustrine); transitional (e.g. deltaic, estuarine); marginal-marine (lagoonal, peritidal) and marine (shallow to deep marine). Facies and biofacies; sedimentary structures; sedimentary and diagenetic processes; dynamics and geometry of the sedimentary bodies. Multiscale time and spatial evolution of sedimentary systems.

Introduction to specific approaches (e.g. Cyclicity, Sequentiality and Event-Sedimentology), Examples of palaeodepositional models and Modern analogues. Contribution to Global Processes understanding. Field and laboratorial practical work based on the study of selected material/outcrops and palaeoenvironmental reconstruction.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

De acordo com os objetivos enunciados e considerando a necessária evolução relativa à formação do 1º Ciclo pertinente para esta unidade curricular, transmite-se a caracterização dos principais ambientes sedimentares enquanto realidades dinâmicas específicas, nas quais elementos comuns (faciologicos, texturais, de estruturação sedimentar e biossedimentar, etc.) adquirem significados próprios e diferenciados. Os ambientes são apresentados numa sequência lógica de distribuição e inter-relação espacial, acentuando em vários momentos e casos específicos os aspetos que melhor contribuem para a análise do registo sedimentar, sempre com exemplos concretos, reais ou esquemáticos.

Estas abordagens concorrem para os objetivos de saber reconhecer, descrever e interpretar as fácies típicas dos diversos ambientes sedimentares a diferentes escalas, construir modelos paleoambientais/paleogeográficos e adquirir competências práticas de estudo sedimentológico.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

According to the stated goals and considering the necessity of evolution relative to the formation acquired in the 1st Cycle relevant to discipline, the characterization of the main sedimentary environments is presented as specific dynamic realities, in which common elements (facies, textures, sedimentary and biosedimentary structures, etc.) gain their own and differentiated meaning. The environments are presented as a logical sequence concerning spatial distribution and inter-relationship, highlighting at diverse moments and specific cases, the aspects that better contribute to the analysis of the sedimentary record, always with examples, real or schematic.

These approaches converge into the goals of knowing how to recognize, describe and interpret the typical facies of each environment, at different scales, to build palaeoenvironmental/palaeogeographical models and to acquire practical skills in sedimentological study.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Articulam-se abordagens teóricas, exercícios e trabalhos práticos. Exposição e discussão dos conceitos e temáticas, utilizando exemplos de diversos aspetos caracterizadores do registo sedimentar, com apoio de esquemas, imagens e apresentações em power-point; indica-se consulta de materiais selecionados disponíveis na internet. Em paralelo, nas

práticas realizam-se e discutem-se exercícios sobre correlações sedimentares e interpretação paleoambiental (relacionando gradualmente com a matéria teórica), trabalho de campo e laboratorial (explicação in-situ dos afloramentos a estudar e acompanhamento periódico do trabalho de campo e laboratorial dos alunos).

Avaliação: exame final teórico (50%); relatórios/apresentação intercalar de trabalhos realizados nas práticas de campo e de laboratório durante o semestre (30%); teste prático relativo a exercícios), facultativo, ou, em alternativa, com o exame teórico (20%). A aprovação em cada componente (T e PL) é obrigatória para aprovação final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The theoretical approaches, exercises, lab and field works are interconnected. Exposition and discussion of concepts and topics, using examples of a range of aspects that characterize the sedimentary record, with support of schemes, photos and power-point presentations. In the accompanying practical classes, exercises on sedimentary correlations and environmental interpretation are made and discussed, gradually relating to the themes approached in the lectures; field and laboratorial work is made (in-situ explanation of outcrops to be studied, and periodic supervision of the student field and lab work).

Evaluation: final theoretical exam (50%); reports/mid-term assessment presentations of the student practical field and lab work (30%); optional practical test on part of the topics (exercises) at the end of the semester or, alternatively, with the final exam (20%). Approval in each one of the components (theoretical and practical) is mandatory for final approval.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

De acordo com os objetivos enunciados, transmite-se a caracterização dos principais ambientes sedimentares, numa sequência lógica de distribuição e inter-relação espacial, acentuando em vários momentos e casos específicos os aspetos que melhor contribuem para a análise do registo sedimentar, sempre com exemplos concretos, reais ou esquemáticos. Após uma base de análise elementar e parcelar, vai-se suscitando de forma progressiva o exercício da capacidade de integração de informação múltipla, em contextos diversos, a níveis de complexidade superior. Os diversos exemplos são usados para realçar o significado para a compreensão do registo geológico, de Processos Globais e de suporte à exploração sustentada dos recursos naturais.

A aplicação dos conhecimentos teóricos a situações reais de afloramento potencia a consolidação dos conhecimentos teóricos e suscita a necessidade de aprofundamento de análises mais específicas e/ou de capacidade crítica na recolha, tratamento e interpretação da informação geológica, em particular, neste caso, sedimentológica.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

According to the stated goals, the characterization of the main sedimentary environments follows a logical sequence regarding their distribution and spatial relationship; at specific times and cases the features that better contribute to the analysis of the sedimentary record are highlighted, always with examples, real or schematic. After a basic elementary and partial analysis, the ability of integrating multiple information, in various contexts, at higher complexity levels, is progressively encouraged. The several examples are used to show the meaning of these topics as regards to understand the geological record, Global Processes and sustainable exploration of natural resources.

The application of theoretical knowledge to real outcrop situations stimulates the consolidation of this knowledge and creates the need for deepening specific analyses and/or critical ability in what concerns collection, treatment and interpretation of geological, particularly sedimentological information.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

GALLOWAY, W. E. & HOBDA, D. K. (1983) – Terrigenous clastic depositional systems. Springer-Verlag, New York, Berlin.

MIALL, A.D. (1996) - The Geology of Fluvial Deposits. Sedimentary facies, Basin Analysis and Petroleum Geology. Springer-Verlag, New York, Berlin.

RAMALHO, M. M., colab. AZERÊDO, A.C. (2003) – Léxico de termos sedimentológicos Inglês-Português. Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, 117 p.

READING, H. J. (1996) - Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy. 3º Edição, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 704 pp.

SCHOLLE, P. A., BEBOUT, D. G., MOORE, C. H. (eds) (1983) - Carbonate depositional environments. American Association of Petroleum Geologists Memoir, Tulsa, 33.

TUCKER, M., WRIGHT, V. P. (1990) – Carbonate Sedimentology. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 482 p.

Possível bibliografia adicional e específica em função da área de campo.

Possible additional and specific sources according to the fieldwork area.

Mapa IV - Bacias Sedimentares

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Bacias Sedimentares

4.4.1.1. Title of curricular unit:*Sedimentary Basins***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CTERRA***4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T-21; PL-21; TC-14 Lecture-21; Lab-21; Field work-14***4.4.1.6. Créditos ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Nuno Lamas Almeida Pimentel - 7h T+ 3h PL+7h TC***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Ana Cristina Costa Neves dos Santos Azerêdo - 7h T+6h PL**Pedro António Gancedo Terrinha - 7h T+ 12h PL+7h TC***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Adquirir e aprofundar conhecimentos sobre as bacias sedimentares como expressão de contextos geotectónicos, climáticos e eustáticos. Apreender a importância desta temática no que respeita à pesquisa e exploração de recursos naturais, aos riscos geológicos e à compreensão dos Processos Globais. Ganhar aptidão na aplicação de métodos diversificados de análise de bacias a diferentes escalas e saber escolher os métodos adequados a diferentes casos e objectivos de estudo. Saber integrar os conhecimentos teóricos e metodológicos sobre aspectos diversos da dinâmica das bacias e dos sistemas sedimentares. Compreender as diferentes linhas de investigação científica e de actividade profissional que as matérias leccionadas permitem desenvolver. Preparar os formandos para a prática geral dos trabalhos de investigação científica e apresentação de trabalhos de síntese de acordo com as regras da comunidade científica.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

To acquire and strengthen knowledge on sedimentary basins as reflecting geotectonic, palaeoclimatic and eustatic frameworks. To capture the importance of this subject for natural resource exploration, geological hazards and understanding of Global Processes and to gain skills on the use of different methods in basin analysis. To be acquainted with several lines of scientific research and professional activities on the topics addressed. To prepare the students for scientific research and professional work according to present day standards.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Aulas teóricas: As bacias sedimentares e o seu registo faciológico/litostratigráfico como expressão de contextos da geodinâmica interna e externa: tectónicos, geográficos, oceanográficos, climáticos e eustáticos. Bacias sedimentares e recursos e riscos naturais; relevância na pesquisa e exploração de recursos minerais e energéticos (e.g. agregados, hidrogenéticos, hidrocarbonetos). Classificação genética das Bacias Sedimentares e análise dos principais tipos; génese e evolução das bacias, em diferentes. Características geofísicas (gravimétricas e magnéticas) das bacias sedimentares. Fundamentos de análise da subsidência. Bacias portuguesas como exemplos de alguns dos tipos de bacias. Estratigrafia Sequencial. Estratigrafia Sísmica. Análise e integração de dados de geologia-geofísica-geoquímica. Modelação de Bacias.

Aulas Práticas: trabalhos laboratoriais sobre Estratigrafia Sequencial e Estratigrafia Sísmica; trabalho de campo de análise de bacias.

4.4.5. Syllabus:

Lectures: The sedimentary basins and their facies/lithostratigraphic record as reflecting internal and external geodynamics contexts: tectonic, geographic, oceanographic, climatic and eustatic. Sedimentary basins and natural resources and hazards; relevance in mineral and energetic resources (e.g. aggregates, hydrogenetic, hydrocarbons). Genetic classification of sedimentary basins and analysis of the main basin types, namely genesis and evolution in different contexts. Geophysical (gravimetric and magnetic) characteristics of sedimentary basins. Principles of subsidence analysis. Portuguese basins as examples of some types of basins. Sequence Stratigraphy. Seismic Stratigraphy. Analysis and integration of geological-geophysical-geochemical data. Basin modelling.

Labs: laboratorial focusing Sequence and Seismic Stratigraphy; and field work on basin analysis.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

De acordo com os objetivos, o programa contempla a definição das bacias sedimentares e a análise do seu registo faciológico/litostratigráfico como expressão de contextos tectónicos, geográficos, oceanográficos, climáticos e eustáticos. A caracterização do seu preenchimento e evolução, interpretação integrada do registo sedimentar é relacionada com a exploração de recursos e estudo de riscos naturais. O programa foca as características mais importantes dos principais tipos de bacias e seus controlos, acentuando a necessidade de abordagem multiescala do registo geológico e interligando casos reais e modelos teóricos.

Parte substancial do tempo lectivo é dedicado a trabalhos práticos laboratoriais (e.g. exercícios de Estratigrafia Sequencial e análise de perfis sísmicos) e de campo, visando o treino de competências práticas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

According to the objectives, the course includes definition of sedimentary basins and analysis of their facies/lithostratigraphic record as reflecting tectonic, geographic, oceanographic, climatic and eustatic frameworks.

The characterization of basin's infilling and evolution and integrated interpretation of the sedimentary record, is linked with natural resource exploration and study of natural hazards. The syllabus focuses on the key features of the main basin types and their controls, stressing the need for multiscale approach of the geological record and connecting real cases with theoretical models.

A large part of the teaching time is devoted to practical works, in lab (e.g. exercises on Sequence Stratigraphy and seismic profiles) and in the field, aiming at practical skill development.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Estrutura temática modular, articulando abordagens teóricas, práticas e análise de campo, convergentes no objectivo de demonstrar a importância de conhecer a natureza e a dinâmica multiescala dos sistemas que definem a arquitetura das bacias sedimentares. Os módulos têm desenvolvimentos diferenciais e baseiam-se na exposição e discussão das temáticas principais e de exemplos que as tipificam. Os exercícios práticos são realizados pelos alunos com discussão posterior pelo docente. As saídas de campo são parte integrante do ensino-aprendizagem, visando aquisição de competências de análise de situações reais e aptidão progressiva para compreender registo geológico complexo.

A avaliação inclui trabalhos individuais (60%) e de grupo (40%), permitindo verificar a evolução individual e o desempenho de trabalho em equipados alunos. Os trabalhos terão apresentação oral em estilo de congresso científico (intercalar e/ou no fim das aulas) e relatório escrito (a entregar no período de exames).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Thematic modular structure, combining theoretical, lab and field approaches, converging into the goal of showing the importance of recognizing the nature and multiscale dynamics of sedimentary systems, which define the architecture of the basins. The modules have different developments and are based on presentation and discussion of main themes and of diagnostic examples. The practical exercises are made by the student and then discussed with the teacher. Field trips are essential in the teaching-learning scheme, aiming at acquisition of skills to analyze real situations and gradual ability to understand complex geological record.

Evaluation includes individual (60%) and group (40%) works, enabling to check individual progress and team work ability of the students. The works are to be presented in oral session, in scientific meeting style (mid-term and/or at the end of classes) and in written report (to be delivered during exam period).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia está concebida para alcançar os objetivos (requerendo diferentes graus de conceptualização e integração). O ensino combina abordagem teórica das principais bacias sedimentares, caracterização do seu preenchimento e evolução e desenvolve/exemplifica interpretação integrada do registo sedimentar; contempla realização de exercícios com discussão de casos de estudo; e estudos de campo, que permitem a ligação dos conceitos com o registo estratigráfico dos sistemas sedimentares e demonstração no campo de vários dos aspectos abordados.

No conjunto, o esquema de ensino-aprendizagem potencia a desejada aquisição progressiva de competências de análise de situações reais, e aptidão para compreender e interpretar registo geológico complexo e incompleto.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The methodology is designed to meet the objectives as it demands different degrees of conceptualization and integration. Teaching combines theoretical approach of main sedimentary basins, characterization of its infilling and evolution; and develops/exemplifies integrated interpretation of the sedimentary record; includes exercises with

discussion of study cases; and field studies, which allow connecting concepts with the stratigraphic record of sedimentary systems and explanation at outcrop of several of the addressed topics.

Overall, the teaching-learning scheme stimulates the expected gradual acquisition of skills to analyze the natural analogs, as well as to understand and interpret complex and incomplete geological record.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Allen, P. A. & Allen, J. R. (2013) - Basin Analysis: Principles and Application to Petroleum Play Assessment. Blackwell Scientific Publications, 632 pp.

Biju-Duval, B. (2002) – Sedimentary Geology - sedimentary basins, depositional environments, petroleum formation. Ed. Technip, Paris, 642 pp.

Busby, C. and Azor, A. (2012). Tectonics of Sedimentary Basins. Ed. Wiley and Blackwell. 647 pp.

Catuneanu, O. (2006) - Principles of Sequence Stratigraphy. Elsevier, Amsterdam. 375 pp.

Einsele, G. (1992) - Sedimentary basins. Evolution, facies and sedimentary budget. Springer-Verlag, Berlin, 628 pp.

Bibliografia complementar e/ou temática mais específica será indicada/facultada caso a caso e também em função da área de campo.

Possible additional sources, varying with the theoretical topics and specific for each case and according to the field area.

Mapa IV - Ciclos Geoquímicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Ciclos Geoquímicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Geochemical Cycles

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-28; TP-21 Lecture-28; Lect.- Lab-21

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Mário Abel Carreira Gonçalves – 28h T + 21h TP

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Os objetivos da UC de Ciclos Geoquímicos centram-se na compreensão, sentido crítico e capacidade de simular os principais sistemas geoquímicos terrestres e dos processos que determinam a sua evolução no passado. Capacitar a aplicação destas abordagens aos sistemas no presente e no futuro, em particular aos que enraízam nas atividades humanas e ao seu impacto no clima e no ambiente.

Os estudantes devem ter a capacidade de relacionar e utilizar os conhecimentos e ferramentas apresentadas em

conjuntos de dados resultantes da monitorização de múltiplos sistemas/reservatórios terrestres, nomeadamente formular questões e produzir respostas quantitativas às mesmas.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The objectives of the UC of Geochemical Cycles are centred in the understanding, critical thinking and capacity to simulate the main geochemical earth systems and the processes that determine their past evolution. To capacitate the application of these approaches to present-day and future systems, in particular the ones grounded in human activities and its impact in the environment and climate.

Students should have the capacity to relate and use their knowledge and tools as applied to sets of data from the monitoring of several earth systems/reservoirs, mainly to formulate questions and provide quantitative answers.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Módulo I: Caracterização física e química e dos fluxos de massa e energia entre dos principais reservatórios: Atmosfera, Hidrosfera, Litosfera e Biosfera; Módulo II: Descritores dos sistemas naturais e quantificação da sua evolução temporal em função das trocas de massa e energia através de sistemas de equações diferenciais, com abordagem de métodos analíticos e numéricos; Módulo III: Descrição integrada dos ciclos dos principais elementos, em particular a evolução geológica relevante para a compreensão da sua dinâmica atual: Carbono, Oxigénio, Enxofre, Azoto e Fósforo.

A componente teórico-prática corresponde a aulas de resolução de problemas, com recurso a computadores e ferramentas de programação e/ou simulação. A componente TP é dividida nos mesmos módulos teóricos usando, em aula, tutoriais escritos que servem de guia de atividades.

4.4.5. Syllabus:

Module I: Physical and chemical characterization and of the mass and energy fluxes between the main reservoirs: Atmosphere, Hydrosphere, Lithosphere, and Biosphere; Module II: Descriptors of natural systems and quantification of their temporal evolution as a function of mass and energy exchange using systems of differential equations by means of analytical and numerical methods; Module III: Integrated description of the cycles of the main elements, in particular the geological evolution for the understanding of their current dynamics: Carbon, Oxygen, Sulphur, Nitrogen, and Phosphorous.

The lab classes (TP) are devoted to numerical problem-solving using computers and programming/simulation tools. The TP component is divided in the same theoretical modules and uses written tutorials as activity guides for the lessons.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A estrutura dos conteúdos programáticos assenta numa hierarquia: 1. caracterização dos descritores dos sistemas terrestres, como sejam os reservatórios; 2. apresentação das ferramentas e métodos quantitativos que permitem estruturar esses descritores num modelo do sistema; 3. construção e integração dos conceitos anteriores na descrição e compreensão dos processos e da dinâmica do ciclo dos principais elementos. Esta estruturação é devidamente complementada nas sessões TP onde se privilegiam a aplicação das abordagens quantitativas e numéricas para a consolidação dos conhecimentos adquiridos e ganhar um entendimento aprofundado dos processos envolvidos.

O uso de problemas específicos e conjuntos de dados com aplicações práticas (retirados da literatura e de bases de dados globais) representa o corolário da abordagem proposta.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The structure of the syllabus is grounded in a hierarchy: 1. Characterization of the earth system descriptors, such as the reservoirs; 2. Presentation of the quantitative methods and tools that allow the structuring of these descriptors in a model of the system; 3. Construction and integration of the previous concepts for the description and understanding of the processes and the dynamics of the cycles of the main elements. This structure is duly complemented in the lab classes (TP) where the application of numerical and quantitative approaches is privileged for the consolidation of the acquired knowledge and to gain insight of the processes involved.

The use of specific problems and of sets of data with practical applications (retrieved from the literature or from global databases) represents the corollary of the proposed approach.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As sessões teóricas são expositivas, mas reduzidas de modo a acomodar uma maior participação dos estudantes em discussões temáticas e privilegiar a interação entre o aluno e o docente. Uso de materiais multimédia, incluindo a disponibilização de gravações vídeo sobre tópicos e conceitos críticos do programa libertando espaço para a discussão e realização de problemas. Promover em aula questionários e atividades de resposta rápida ao longo do semestre usando plataformas digitais disponíveis.

Modelo de avaliação nuclear assenta em testes parcelares (avaliação contínua; 40%) incluindo as peças de avaliação informativas anteriores (10%) ou exame final (100%). A componente TP privilegia a avaliação contínua com a execução de propostas de trabalho (50%) cujo objetivo é tratar quantitativamente, com as ferramentas estudadas, dados retirados da literatura científica através da formulação de um problema específico. No exame final, constam problemas numéricos similares aos abordados em aula.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The theoretical (T) classes are expository, but reduced in order to accommodate a greater share for student participation in thematic discussions and privilege the teacher-student interaction. Use of multimedia materials, including the production and availability of recorded videos on topics and critical concepts thus freeing space for discussion and problem solving. Promote short quizzes and activities using the available digital platforms.

The core of the evaluation model is by partial tests (50%) including the information provided by the previous activities (10%) or final exam (100%). The TP component is evaluated by assignments (50%) addressing a specific problem whose objective is to solve and treat quantitatively, with the studied tools, data from the scientific literature. As an alternative, evaluation by final exam with numerical problems similar to the ones solved in class.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A UC de Ciclos Geoquímicos é uma disciplina de síntese e de grande abrangência, pelo que tem demonstrado alguns problemas no uso de abordagens tradicionais de lecionação muito centradas em matéria exclusivamente expositiva. O recurso a meios de estudo alternativos, passíveis de revisão em qualquer momento pelos alunos, não só é muito bem recebido como facilita a consolidação dos seus conhecimentos, em particular dos temas mais críticos. Experiência passada promovendo uma maior participação em aula e promoção de discussões temáticas garantiu uma maior assiduidade nas sessões T. De forma geral, a estruturação da avaliação da UC com base, sobretudo, em avaliação contínua também demonstra taxas de sucesso mais elevadas e capacidade dos alunos em atingir os objetivos propostos. Assim, com base nestes pressupostos, as propostas de alargamento das plataformas de estudo, privilégio de uma maior interatividade aluno-docente, realização de ações que promovam a constante participação em aula, pretendem que uma fração cada vez maior de alunos que frequenta a UC atinja os objetivos propostos e que progressivamente entendam a natureza fundamental e importância social que os conhecimentos transmitidos e temáticas abordadas na UC representam na atualidade. A aposta na execução prática e resolução de problemas reais são formas mais eficientes de compreensão e assimilação de temáticas abordadas, ao contrário da transmissão passiva de conhecimento que tem tido cada vez mais dificuldade em ser assimilada pelos estudantes. Esta abordagem obriga a que a quantidade de informação veiculada seja reduzida em favor da qualidade e cariz essencial dessa mesma informação, cabendo ao estudante alargar o seu conhecimento e procurar informação adicional que vá de encontro aos tópicos que lhe despertam mais interesse. Esta abordagem deve permitir uma maior autonomia e adaptabilidade dos estudantes na resolução dos problemas propostos e que se podem manifestar na resolução de problemas na vida profissional. As ferramentas de simulação utilizadas permitem aos estudantes focarem-se nos processos, o que por seu turno permite aumentar a sua compreensão sobre os sistemas terrestre e as suas interações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The UC of Geochemical Cycles represents a synthesis and a wide-ranging spectrum course showing recurring problems when traditional learning approaches are used, mainly centred in fully expository lectures. Using alternative studying platforms, which can be revisited by students whenever wanted, is not only highly welcomed by them but also facilitates the consolidation of their knowledge, in particular of the more critical topics. Past experience promoting a greater participation in class, including thematic discussions, had the effect of increasing class attendance. In general, the structuring of the UC based in the continuous evaluation of students during the semester also shows higher rates of success and capacity for the students to attain the stated UC objectives. Therefore, based in these assumptions, the proposal to widening the use of study platforms, engaging in greater teacher-student interaction, and promoting actions to increase student participation in class has as outcome that a greater fraction of the attending students reach the established objectives of the UC, and that they gradually understand the fundamental nature and social importance the transmitted knowledge and studied themes represent in our present times. The stress on real problem-solving strategies represents a more efficient way to reach a deeper understanding of the approached themes, unlike the passive lecturing of topics whose information is becoming harder to transmit to students. This approach requires a reduction of the amount of transmitted information in favour of its quality and essential character, in which the student is expected to increase his knowledge by searching the required information for the topics he shows most interest. This approach should allow a greater autonomy and adaptability of the students to solve problems which will likely appear in his professional life. The simulation tools used allow students to focus on the processes, which in turn allows them to increase their understanding of the earth systems and their interactions.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Chameides, W. L. e Perdue, E. M. (1997). Biogeochemical Cycles - A Computer-Interactive System Science and Global Change, Oxford University Press.

Dolman, Han (2019). Biogeochemical Cycles and Climate. Oxford University Press.

Emerson, S. e Hedges, J. (2008). Chemical Oceanography and the Marine Carbon Cycle, Cambridge University Press

Jacobson, MC, RJ Charlson, H Rodhe e GH Orians (ed) (2000). Earth System Science, International Geophysics Series, 72, Elsevier.

Lasaga, A (1981). Dynamic Treatment of Geochemical Cycles: Global Kinetics. Kinetics of Geochemical Processes (A Lasaga e RJ Kirkpatrick, eds.), Reviews in Mineralogy, vol 8: 69-110.

Sarmiento, J. L. e Gruber, N. (2006). Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press.

Schlesinger, WH (ed.) (2003). Biogeochemistry. Treatise on Geochemistry, 8, Elsevier.

Mapa IV - Dinâmica Holocénica de Sistemas Costeiros

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dinâmica Holocénica de Sistemas Costeiros

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Holocene dynamics of coastal systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-21; PL-35 Lecture-21; Lab-35

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção Nuclear para a Área de Especialização (AE) em Paleoambientes e Mudanças Globais (os alunos escolhem, obrigatoriamente, 18 créditos de entre as opções nucleares da AE).

Opção Livre para as outras duas Áreas de Especialização (os alunos escolhem 12 créditos de entre as opções livres ou qualquer das opções nucleares das várias áreas de especialização).

4.4.1.7. Observations:

Nuclear option for the Specialization Area (SA) Palaeoenvironments and Global Change (it is mandatory that the students choose 18 credits among the nuclear options of the SA).

Free option for the other two Specialization Areas (the students are allowed to choose 12 credits among the free options or any of the nuclear options of the three SA).

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Maria da Conceição Pombo de Freitas – 21h T+ 28h PL

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

João Pedro Veiga Ribeiro Cascalho – 7h PL

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Objetivos: fornecer elementos básicos que permitem caracterizar os sistemas litorais do ponto de vista sedimentológico, morfológico e dinâmico a escala multimilenar; enquadrar os diferentes tipos de ambiente no litoral português, evidenciando aspetos mais relevantes de cada troço costeiro; alertar para a importância do conhecimento do litoral e dos processos que o afetam a diferentes escalas no ordenamento do território.

Aptidões e competências: reconhecer elementos morfológicos constituintes dos diferentes ambientes litorais; compreender a dinâmica sedimentar e morfológica desses ambientes; saber interligar processos com a génese dos ambientes litorais; conhecer os métodos de amostragem e estudo laboratorial dos sedimentos de ambientes litorais; conhecer modelos de evolução do litoral à escala do Holocénico; conhecer a distribuição dos diferentes tipos de ambientes no litoral português; compreender o funcionamento morfossedimentar das grandes células costeiras do litoral português.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Main objectives: to provide the basic elements that allow characterizing coastal environments from the sedimentological, morphological and dynamics point of view at short to millennial scales; to frame the different types of environments in the Portuguese coast, highlighting the most relevant aspects of each stretch; to draw attention to the

importance of coastal studies at different time scales in what concerns management and sustainable development.

Skills: to characterize and recognize the morphological elements of different coastal environments; to understand sediment dynamics and morphology of these environments; to interlink coastal processes with the genesis of coastal and marine environments; to practice methods of coastal sediment sampling and laboratory analyses; to master coastline evolution models; to know the location of different types of environments along the Portuguese coast; to understand the functioning of large coastal cells of the Portuguese coast

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Evolução morfossedimentar do litoral desde o Último Máximo Glaciar e ocupação antrópica. Morfodinâmica dos principais sistemas costeiros e de transição. Exemplos do litoral Português. Praias, domínios morfológicos, classificação morfodinâmica, perfis de temporal-perfis de calma, beachrock. Dunas embrionárias, primárias, secundárias e maduras, vegetação. Depressões interdunares. Corredores eólicos. Dunas parabólicas, campos de dunas transgressivas, dunas trepadoras e dunas de topo de arriba. Aeolianitos. Lagunas e estuários. Litorais de barreira, modelos de génese, evolução e estratigrafia das barreiras progradantes, retrogradantes e agradantes. Canais de maré, prisma de maré, distorção da maré, correntes. Deltas de enchente e de vazante. Rasos de maré e sapais-sedimentação, vegetação. Litorais de arriba: processos e modelos de evolução. Tipologia dos movimentos de massa. Resolução de problemas e trabalho laboratorial com sedimentos de ambientes costeiros e de transição.

4.4.5. Syllabus:

Morphosedimentary evolution of the coast since the Last Glacial Maximum and anthropic occupation. Morphodynamics of the main coastal and transitional systems. Examples of the Portuguese coast. Beaches, morphology of the beach profile, morphodynamic classification, storm and calm profiles, beachrock. Embryo dunes, foredunes, secondary and mature dunes, vegetation. Dune slacks. Blow-outs. Parabolic dunes, transgressive dune fields, climbing dunes and cliff-top dunes. Estuaries, lagoons, coastal barriers, genesis, morphology and evolution of barriers. Evolution and stratigraphy of prograding, retrograding and aggrading barriers. Tidal inlets, tidal prism, tidal propagation and distortion; currents near the channel. Ebb and flood deltas. Tidal flats and saltmarshes - sediments; halophyte vegetation. Processes of evolution of coastal cliffs. Types of mass movements. Exercises and laboratory work with coastal and transitional sediments.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Esta disciplina é lecionada no 2º Ciclo, na sequência de unidade curricular de 1º Ciclo e pretende relacionar os processos aí abordados com as morfologias resultantes. Para compreensão dos processos que condicionam a evolução do litoral, esta temática é fundamental. A diversidade de ambientes que são apresentados tem expressão no litoral continental e insular; fornecerá as capacidades e competências necessárias para intervenção na zona costeira a nível dos fenómenos que ocorrem a micro/macroescala temporal e compreensão dos modelos funcionais que caracterizam os ambientes litorais. É enfatizada a necessidade de aprendizagem de uma linguagem própria desta temática. A identificação de exemplos em estudos de caso contribui para melhor apreensão das matérias. Nas aulas práticas os alunos desenvolvem estudos dos sedimentos/rochas que ocorrem na faixa litoral e abordam metodologias de campo para o estudo de fatores forçadores da faixa costeira, morfologia litoral e amostragem de sedimentos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

This course follows 1st cycle previous contents on coastline processes and intends to relate the information provided and discussed there with the resultant morphologies. This link is essential to provide a holistic view of coastal functioning. The diversity of environments addressed have expression along the Portuguese mainland and insular coasts and will provide the skills and competencies necessary to intervene at the level of phenomena occurring at micro/macro temporal scale and understanding of the functional models characterizing these environments. The necessity of learning a specific language in this topic is emphasized. The abundance of real examples addressed by case studies contributes to a better understanding of the subjects. In practical classes students develop studies of coastal sediments/rocks and practice field methodologies for the study of coastal forcing factors, and coastal morphology as well as sediment sampling.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A componente teórica tem carácter expositivo. A programação de cada aula contempla ligação da matéria exposta na aula anterior com o tema a abordar e um sumário dos aspetos mais relevantes. É apoiada em projeção de imagens digitais e sempre que possível com exemplos do litoral português. Sempre que oportuno, recorre-se a esquemas feitos no quadro ou a questionários interativos. A componente prática é laboratorial e no campo. Os alunos têm na sua posse os protocolos e trabalham em pequenos grupos.

Avaliação da componente teórica (50%): (1) avaliação contínua/periódica (15%); (2) avaliação por exames de frequência (35%); ou (3) avaliação por exame final (50%).

Avaliação da componente prática (50%): avaliação periódica (elaboração e discussão de relatórios) (35%); e (2) avaliação por exame final (15%); ou avaliação por exame final (50%).

Observação: A aprovação em cada componente (T e P) é obrigatória para ponderação da nota e aprovação final na disciplina.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Presentation and discussion of theoretical concepts in lectures using Powerpoint, whenever possible illustrated with examples of the Portuguese coast. The beginning of each class includes a summary of subjects addressed in the

previous lecture and a summary of relevant aspects of the lesson is presented at the end. Whenever appropriate, the blackboard can be used as well as student response systems (SRS). The practical work is performed in the laboratory and in the field. Students work in small groups following the protocols of the different laboratory techniques.

The evaluation of the theoretical component (50%) includes: (1) continuous/periodic evaluation (15%); (2) two partial tests (40%); or (3) final exam (50%).

The evaluation of the practical component (50%) includes: (1) elaboration and discussion of reports (35%); and final practical exam (15%); or final practical exam (50%).

Observation: Approval in all the components (T and P) is mandatory.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os temas lecionados nas aulas teóricas obrigam à aprendizagem de um léxico próprio que lhes permitirá o diálogo com profissionais de outras áreas científicas/técnicas da faixa costeira. O ensino combina abordagem teórica e discussão dos principais ambientes litorais, com prática de laboratório e de campo, sendo a observação no terreno de aspetos abordados na sala de aula fundamental para uma interiorização efetiva dos conceitos. A aquisição no campo de dados e materiais para trabalho prático no laboratório, facilita a compreensão dos fenómenos na sua abrangência global. A utilização de diferentes metodologias práticas para estudo de sedimentos litorais, permite a adaptação a várias realidades laboratoriais em contextos diversificados. A exploração e interpretação dos resultados permite uma abordagem semelhante à que terão de vivenciar na vida profissional.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Subjects taught in lectures require student's familiarization with a specific lexicon that will allow their dialogue with professionals from other scientific / technical areas dedicated to the coast. The teaching approach combines theoretical approaches and discussion of the main coastal environments, with practical activities (laboratory and field work). Observation in the field of fundamental aspects focused in the classroom is essential for a more effective internalization of the concepts. Acquisition of data and materials in the field for practical work in the lab, facilitates understanding the phenomena in its full scope. The use of different methodologies in the laboratory to analyse coastal sediments, allows adaptation to various laboratory realities used in professional contexts. Exploration and interpretation of results follows a similar approach to that the students will experience in professional practise.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Davis, R.A. & Fitzgerald, D.M. (2003) – Beaches and Coasts. Blackwell Publishing, 448 p.

Roberts, N. (2014) - The Holocene: An Environmental History, 3rd Edition, Blackwell Publishing, 361 p.

Mapa IV - Dissertação/Estágio em Geologia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dissertação/Estágio em Geologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Dissertation/Internship in Geology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Anual/Annual

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

1260

4.4.1.5. Horas de contacto:

OT-56

4.4.1.6. Créditos ECTS:

45

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
A definir (Coordenador do CE) /To be defined (Course Coordinator)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
A definir em cada ano, em função dos temas de Dissertação/Estágio
To be defined each year, according to the Dissertation/Internship themes

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Desenvolver e aprofundar conhecimento científico especializado, em tema do âmbito do CE sob orientação de pelo menos um docente doutorado do DG da FCUL. As tarefas a desenvolver no percurso de aprendizagem envolvem pesquisa bibliográfica, trabalhos de campo (e.g. colheita de materiais e de outra informação geológica), processamento laboratorial, análise, representação e interpretação de dados, seguindo técnicas, normas e objetivos próprios de cada área específica de conhecimento, e a elaboração de Dissertação de Mestrado ou de Relatório de Estágio individual.

A Dissertação deve ser original e desenvolver-se preferencialmente em contexto de investigação. O Estágio decorre preferencialmente em ambiente profissional, extramuros da universidade, visando aprofundar competências profissionais.

Os mestrandos devem demonstrar em sede de dissertação ou de relatório final e correspondentes provas públicas, as capacidades conducentes ao grau de Mestre da FCUL definidas no REPG.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
To develop and deepen scientific and specialized knowledge on a subject concerning the MSc scope under supervision of PhD staff of DG - FCUL. Learning path requires literature research, field work (e.g. sampling and collection of other geological information), laboratory processing, data analysis, representation and interpretation following techniques, standards/protocols and objectives of each specific area of knowledge, and elaboration of a Master's Thesis or Internship Report.
The dissertation must be original and preferably developed in a research context. Internships take place preferably in a professional environment outside the university, aiming to deepen professional skills.
MSc students must demonstrate, both in their dissertation (or internship report) and corresponding public examination, to fulfil the set of requirements of regulations leading to the Master's degree at FCUL.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
O programa de estudos e de atividades é definido individualmente, de acordo com os objetivos específicos e as metodologias/abordagens propostas em cada dissertação ou estágio. Os programas de trabalho deverão implicar carácter de inovação e desempenho adequados ao nível de um mestrado, desenvolvimento ou aplicação de métodos ou abordagens específicas ou inovadoras, ou ainda aplicação de métodos conhecidos a contextos ou problemas novos, ou onde as metodologias existentes não tenham sido anteriormente testadas.

4.4.5. Syllabus:
Both the contents and program of activities are defined on a case-by-case basis, according to methods and objectives that are specific of each scientific subject. Work program should contain innovation in concepts/science addressed or methodological aspects, or selection of established methodologies to address new challenges/problems, which should be dealt with by candidates at a performance level compatible with the MSc degree.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os temas de Dissertação/Estágio correspondem a objetivos de formação avançada compatíveis com o grau de mestre. Os programas de trabalho incluem o enquadramento e importância do tema, bem como a definição clara de objetivos e dos métodos para os atingir. Proporcionam-se as condições que fomentam e aprofundam a autonomia técnica/científica dos estudantes, encorajando o trabalho autónomo e o raciocínio crítico. O desenvolvimento e supervisão dos trabalhos reportam-se ao tema específico de cada Dissertação ou Estágio; transfere-se para o aluno a iniciativa e responsabilidade de pesquisar conteúdos científicos, identificar conteúdos fundamentais e resumir o estado da arte, testar hipóteses e métodos de trabalho, interpretar dados, descrever e discutir com rigor resultados e conclusões e apresentá-los de forma clara e correta a audiências especializadas ou não especializadas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Work subjects of dissertations and internships are tailored and supervised on a case-by-case basis and are compatible with the proficiency level of an MSc degree. Each program frames the general subject in terms of science and relevance, and clearly indicates objectives, as well as methodological guidelines. Work is carried out seeking to enhance student's technical/scientific autonomy and encouraging both autonomous initiatives and critical thinking. Students are strongly advised to take the initiative and responsibility to search the literature, to identify essential concepts and summarize the state of the art, to test hypothesis and methods, to interpret data and discuss results; in addition, they are required to rigorously report their work, including results and conclusions, to specialized and non-specialized audiences.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Acompanhamento pelo supervisor dos trabalhos teóricos e práticos em desenvolvimento por cada estudante no âmbito do tema escolhido, suscitando o progresso da sua autonomia e auto-aprendizagem, obtidas pela experimentação/prática concreta, abrangendo: pesquisa bibliográfica, treino em programas informáticos específicos, uso de modelação numérica, trabalho de campo, análise, representação, interpretação de dados e discussão de resultados, de acordo com as técnicas, normas e objetivos próprios de cada tema específico. Comunicação periódica (por escrito ou oral) de progresso dos trabalhos e debate de resultados e interpretações.

A avaliação consiste na apresentação e arguição, em provas públicas, de uma dissertação/relatório final de estágio, apreciado e classificado, por um júri formado de acordo com os regulamentos em vigor, incluindo pelo menos um especialista externo ao departamento ou instituição de ensino superior.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Training methods essentially gravitate around frequent monitoring by supervisor of work progress and discussion of options and results; this enhances student's autonomy and self-learning ability, which are practiced to a large extent by hands-on approaches (e.g. literature research, practice of specific softwares, use of numerical models, field and laboratory work, analyses, interpretation and representation of data, added by discussion of results) undertaken within the specific framework of each scientific subject.

Evaluation consists of a public viva, including an oral presentation of the work and discussion of the dissertation/internship report by an examination board, appointed in compliance with regulations of the MSc course at FCUL, and including at least one expert external to the department or faculty.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino são adaptadas aos objetivos específicos de cada dissertação/estágio e têm em conta as características e preparação prévia dos estudantes. Consiste essencialmente em orientação tutorial, conduzindo-os a desenvolver atividades em contexto real e consolidando formação específica em níveis elevados de exigência e de cumprimento (atempado) de objetivos. O acompanhamento tutorial inclui trabalhos de campo, laboratoriais, aplicação e/ou adaptação de programas informáticos específicos, análise/interpretação de resultados, bem como a redação e análise crítica de relatórios de progresso e do documento final, relatório de Estágio ou Dissertação. Tal contribui para potenciar a literacia científica e a autonomia e fomentar o espírito crítico, preparando os formandos para a prática dos trabalhos de investigação científica ou para o desempenho profissional competente e qualificado.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Teaching methods are adapted to specific objectives of each dissertation/internship subject and consider characteristics and previous background of students. It essentially consists in tutorials, leading the students to develop activity in real contexts and aiming at strengthening specific training under demanding levels of proficiency and (timely) fulfillment of objectives. Tutorials spread over field and laboratory work, application, writing or adaptation of computer scripts, analyses and interpretation of results, as well as critical commenting of progress reports and of the final document: dissertation/internship report. Overall, this contributes to increase scientific/technical literacy and autonomy, besides enhancing critical thinking, thus preparing students to pursue a career in scientific research or competent and qualified professional practice in Geology.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Bibliografia geral de apoio ao tema da Dissertação/Estágio indicada/facultada caso a caso.
Bibliografia complementar e/ou temática mais específica indicada/facultada caso a caso.*

*Literature support to each dissertation/internship theme provided on a case-by-case basis.
Complementary/thematic specific support provided on a case-by-case basis.*

Mapa IV - Estudo Orientado

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Estudo Orientado

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Supervised Study

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:*O-21***4.4.1.6. Créditos ECTS:**

6

4.4.1.7. Observações:*<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***A definir (Coordenador do CE) / To be defined (Course Coordinator)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***A definir em cada ano, em função das orientações de temas**To be defined each year, according to theme supervision***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Promover o desenvolvimento de literacia científica, em especial em Geologia, e contribuir para preparação para a prática geral de investigação científica, com ênfase na contextualização teórica de certa área temática, mas favorecendo abordagens inter-transdisciplinares relacionadas com conteúdos do Curso. Pretende-se também que os formandos aprofundem conhecimentos em temas específicos, cujo campo de aplicação, preferencialmente, abranja o tema sobre o qual desenvolverão a Dissertação ou o Estágio.**Competências a desenvolver: apreender e exercitar a prática geral dos trabalhos de investigação, nomeadamente saber: selecionar, consultar e processar informação prévia em artigos científicos, relatórios, teses bases de dados; integrar conhecimentos teóricos e metodológicos sobre determinado tema de investigação e relacioná-los com os de temas próximos/de interface; construir e apresentar trabalho relativo ao estudo desenvolvido, de acordo com as normas genéricas dos trabalhos científicos.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***To promote scientific literacy development, particularly in Geology, and to contribute to preparation for general scientific research practice, with emphasis in theoretical contextualization of a specific thematic area but favoring inter-transdisciplinary approaches related to Course subjects. It is intended that the students deepen their knowledge in specific topics, whose application field preferentially encompasses the theme they develop in their Dissertation or Internship.**Skills to be developed: understand and exercise general scientific research practice, namely knowing how to: select, consult and process previous information in scientific papers, reports, theses, data base; integrate theoretical and methodologic knowledge on a specific research topic and relate it with close/interface themes; build and present the work resulting from the undertaken study, following the general rules of scientific works.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Combinação entre possível conteúdo genérico comum a vários formandos e conteúdos específicos adaptados aos estudos preferenciais definidos para cada formando, visando fornecer suporte ao trabalho a desenvolver conducente à Dissertação ou Estágio.***4.4.5. Syllabus:***Combination of possible generic content common to several trainees and specific content adapted to the preferred studies defined for each trainee, aiming to support the work to be developed leading to the Dissertation or Internship.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***O conteúdo genérico comum a vários formandos e conteúdos específicos adaptados aos estudos preferenciais definidos para cada formando, está em consonância com os objetivos de promover o desenvolvimento de literacia científica dos formandos, em especial em Geologia; e de contribuir para a sua preparação para a prática geral dos trabalhos de investigação científica, com foco especial na contextualização teórica de uma determinada área temática, mas favorecendo abordagens inter-transdisciplinares relacionadas com conteúdos das UCs do Curso.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***A generic content common to several trainees and specific contents adapted to the preferential studies defined for each trainee is in line with the objectives of promoting the development of scientific literacy among the trainees,*

especially in Geology; and to contribute to their preparation for the general practice of scientific research work, with a special focus on the theoretical contextualization of a given thematic area, but favouring inter-transdisciplinary approaches related to the contents of the Master subjects.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia consiste essencialmente no acompanhamento de trabalho a realizar pelo aluno, suscitando o progresso da sua autonomia e autoaprendizagem. Realização ao longo do semestre de 2-3 sessões em sala de aula comuns a todos os alunos e docentes da UC, para apresentação e discussão dos temas abordados em cada caso.

A avaliação combina apreciação das apresentações, do desempenho e progresso do formando ao longo do trabalho realizado durante o semestre e de um relatório relativo ao trabalho. Busca-se harmonização genérica de critérios entre os vários docentes, sob coordenação do docente responsável.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The methodology essentially consists in the follow-up of the work to be carried out by the student, promoting the progress of their autonomy and self-learning. 2 to 3 sessions common to all students and teachers of the course will be performed throughout the semester, for presentation and discussion of the topics covered in each case.

The evaluation combines an assessment of the trainee's presentations, performance and progress throughout the work carried out during the semester and a final report. Generic harmonization of criteria among the various professors is sought, under the coordination of the professor in charge.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino, consistindo essencialmente na orientação do tipo de informação a analisar pelos alunos e no acompanhamento do trabalho a realizar, contribui para desenvolver a sua literacia científica e suscitar o progresso da sua autonomia, preparando os formandos para a prática geral dos trabalhos de investigação científica, tal como preconizado nos objetivos da UC.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodology, consisting essentially of guiding the type of information to be analysed by the students and monitoring the work to be carried out, contributes to develop their scientific literacy and promoting the progress of their autonomy, preparing the trainees for the general practice of scientific research, as recommended in the objectives of the course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia geral de apoio ao tema indicada/facultada caso a caso.

Bibliografia complementar e/ou temática mais específica indicada/facultada caso a caso.

Literature support to each dissertation/internship theme provided on a case-by-case basis.

Complementary/thematic specific support provided on a case-by-case basis.

Mapa IV - Geodinâmica Química

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Geodinâmica Química

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemical Geodynamics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-28; TP-28 Lecture-28; Lect.-Lab -28

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção Nuclear para a Área de Especialização (AE) em Geodinâmica e Recursos Geológicos (os alunos escolhem, obrigatoriamente, 18 créditos de entre as opções nucleares da AE).

Opção Livre para as outras duas Áreas de Especialização (os alunos escolhem 12 créditos de entre as opções livres ou qualquer das opções nucleares das várias áreas de especialização).

4.4.1.7. Observations:

Core option for the Specialization Area (SA) Geodynamics and Geological Resources (it is mandatory that the students choose 18 credits among the nuclear options of this SA).

Free option for the other two Specialization Areas (the students are allowed to choose 12 credits among the free options or any of the core options of the three SA).

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

João Manuel Lima da Silva Mata – 14h T+14h TP

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Telmo Manuel Bento dos Santos – 14h T+14h TP

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Aprofundamento da compreensão qualitativa e quantitativa dos processos de transferência de energia e massa que condicionaram a diferenciação do planeta Terra.

Aprendizagem de técnicas de análise geoquímica e modelação petrológica para aprofundamento da compreensão da evolução secular da crosta do planeta Terra, bem como da interligação entre eventos tectonometamórficos globais com a magmatogénese e geodinâmica regionais.

Capacitação dos discentes para a integração qualitativa e quantitativa de dados multidisciplinares e para a formulação de hipóteses baseadas na análise crítica dos resultados de modelação numérica.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Deepening of the qualitative and quantitative understanding of the energy and mass transfer processes that shape the differentiation of planet Earth.

Learning of techniques of geochemical and petrological modelling analyses for understanding of the secular evolution of the Earth's crust, as well as the connection between global tectonometamorphic events and magmatogenesis and regional geodynamics.

Skill acquisition by the students for qualitative and quantitative integration of multidisciplinary data and formulation of hypotheses based on the critical analysis of the results obtained by numerical modelling.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Revisão e expansão de conceitos relacionados com o uso de elementos traço e de isótopos como traçadores de processos geológicos. Geração, composição, evolução/diferenciação do Planeta Terra à luz de dados geoquímicos. Processos de transferência de energia e massa condicionando a evolução da geoesfera. Geotermobarometria: quantificação clássica vs. modelação numérica (softwares THERMOCALC, Perplex, Theriak-Domino) e definição de percursos P-T-t. Geocronologia: métodos de datação de alta resolução: vantagens e desvantagens. Erros associados. Comparação estatística com recurso a softwares (e.g.: IsoplotR, detritalPy, DZStats). Geocronologia de zircões para o estudo de heranças e proveniências. Integração petrológica e geocronológica na definição de modelos geodinâmicos: termocronologia e petrocronologia. Conceitos, quantificação e aplicação.

4.4.5. Syllabus:

Revision and expansion of concepts related to the use of trace elements and isotopes as clues for the Geological processes. Formation, composition, evolution/differentiation of planet Earth in light of geochemical data. Energy and mass transfer processes that condition the evolution of the Geosphere. Geothermobarometry: classical quantification vs. numerical modelling (softwares THERMOCALC, Perplex, Theriak-Domino) and definition of P-T-t paths. Geochronology: high-resolution dating methods: advantages and disadvantages. Associated errors. Statistical comparison using softwares (e.g.: IsoplotR, detritalPy, DZStats). Geochronology of zircons for the study of inheritances and provenance. Petrological and geochronological integration in the definition of geodynamic models: thermochronology and petrochronology. Concepts, quantification and application.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Por forma a atingir os objetivos propostos os conteúdos desta UC encontram-se hierarquizados tendo em atenção a normal transição desde a introdução e aprofundar de conceitos até à integração e análise crítica de resultados e informação conducentes à compreensão da diferenciação do planeta Terra e do modo de evolução de cadeias orogénicas. Este modo de abordagem é complementado nas aulas TP onde se faz a aplicação de abordagens

quantitativas visando a consolidação dos conhecimentos adquiridos numa perspetiva que ultrapasse a compreensão meramente qualitativa dos processos abordados.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In order to accomplish the proposed objectives of this class, objectives were hierarchized according to a regular transition from the Introduction and deepening of concepts to the integration and critical analysis of results and information leading to the understanding of the differentiation of planet Earth and how orogenic belts evolve. This approach is supported by practical classes where quantitative approaches are applied envisaging the consolidation of the knowledge acquired in a perspective that surpasses a mere qualitative knowledge of the studied processes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta UC está organizada em módulos temáticos onde se articulam abordagens teóricas e teórico- práticas. As aulas teóricas são expositivas, mas deixando espaço à intervenção dos alunos através do lançar de questões que suscitem, no momento, discussões, que possam levar ao antecipar, através de raciocínios dedutivos, das soluções, que são depois aprofundadas pelo docente. As aulas teórico-práticas serão dedicadas à quantificação de processos anteriormente abordados nas sessões teóricas, cada problema servindo de mote para a discussão dos assuntos em causa. O curso contempla também a realização de uma saída de campo de 3 dias realizada em regiões afetadas pelas orogenias Cadomiana e Varisca.

A Avaliação contemplará a realização de 2 testes parcelares Teórico-Práticos que poderão levar à dispensa do Exame Final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This class is organized in thematic modules where theoretical and practical approaches are articulated. The lectures are expositive, leaving space for students to intervene with questions and discussions they can anticipate with deductive reasoning of the problems and solutions. These are further explored by the teacher. The practical classes are devoted to the quantification of the processes previously referred in the lectures, with each problem serving as starting point for discussion. The class contemplates also a 3 day field trip to regions affected by the Cadomian and Variscan orogenies.

Evaluation will contemplate 2 mid-term exams (both theory and practical questions) that may constitute the overall evaluation of the students.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Geodinâmica Química é uma unidade curricular de síntese, mas também de desenvolvimento de competências e conhecimentos que se procuram técnica e cientificamente avançados e em linha com as atuais práticas de investigação científica internacionais. Assim sendo, explora técnicas de análise qualitativa e quantitativa ao mesmo tempo que procura dar fortes alicerces ao nível do conhecimento. Este equilíbrio entre sólida exposição teórica e aplicação prática de conhecimentos, com recurso a análise e modelação quantitativa com uso de softwares específicos consegue-se incentivando os alunos à compreensão destas técnicas, mas que também as a procurem desenvolver de forma autónoma, sendo dado espaço para a procura de novas soluções criativas a problemas geológicos reais ao mesmo tempo que se promove a discussão e comparação entre casos reais e modelos geoquímicos e petrológicos obtidos. Esta metodologia leva ao aumento da componente de aprendizagem autónoma facilita a aquisição e consolidação de conhecimentos, bem como o desenvolvimento do sentido crítico.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Chemical Geodynamics is an academic course of synthesis, but also of development of competences and knowledge that are thought to be both technical and scientifically advanced and in line with the current best international research practices. Therefore, it explores techniques of qualitative and quantitative analysis at the same point it tries to give students a strong background in overall knowledge. This balance between theoretical exposition and practical application of knowledge, resorting to analysis and quantitative modelling using specific softwares is possible only by supporting students to the understanding of these techniques, but also by incentivizing them to do them autonomously, giving space for searching creative solutions to real geological problems, discussion and comparison between real case studies and the obtained geochemical and petrological models. This methodology leads to an increased component of autonomous learning and facilitates the acquisition and consolidation of knowledge, as well as the development of critical thinking.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Allègre, C. (2008) - Isotope Geology. Cambridge: Cambridge University Press.

Condie, C.K. (2016) - Earth as an Evolving Planet (3rd ed.). Elsevier.

Dickin, A. (2018) - Radiogenic Isotope Geology (3rd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

doi:10.1017/9781316163009

Hanchar, J.M., Hoskins, P.W.O. (2003) - Zircon. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 53, 500.

Kohn, M.J., Engi, M., Lanari, P. (2017) - Petrochronology: Methods and Applications. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 83, 575.

Spear, F.S., Parrish, R.R. (1996) - Petrology and cooling rates of the Valhalla Complex, British Columbia, Canada. Jour. Pet. 37, 733–765.

White, W.S. (2015) - Probing the Earth's Deep Interior Through Geochemistry. Geochemical Perspectives, 4: 95- 251.

Mapa IV - Geodiversidade e Geoconservação**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Geodiversidade e Geoconservação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Geodiversity and Geoconservation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP (Teórico-Práticas) - 42h; TC (Trabalho de Campo) - 7h Lect. Lab. – 42h; Field Work – 7h

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção Livre para as três Áreas de Especialização.

4.4.1.7. Observations:

Free option for the three Specialization Areas.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Carlos Alberto Pires Fernandes Marques da Silva – 16h TP + 3,5h TC

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Ana Cristina Costa Neves dos Santos Azerêdo – 14h TP + 3,5h TC

Nuno Pimentel - 3h TP

Mário Cachão - 3h TP

Jorge Relvas - 3h TP

António Brum da Silveira - 3h TP

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Num mundo em que se colocam às Geociências desafios de monta, desde os relacionados com o aquecimento global e a exploração dos recursos minerais, aos que tocam a conservação da natureza, a UC tem por objetivo fornecer conhecimentos estruturantes e capacidade de compreensão e de atuação em Geodiversidade e Geoconservação. Conhecimentos e aptidões que habilitem a lidar com questões complexas, encontrar soluções e emitir pareceres face a problemas de geoconservação concretos, em situações novas e multidisciplinares, inclusive em contexto de investigação. Face ao imperativo (geo)ético de comunicar ciência, pretende-se que os futuros profissionais desenvolvam a capacidade de comunicar raciocínios e conclusões, fundamentada e claramente, a colegas e ao grande público. Sendo a conservação da natureza abiótica domínio em constante evolução, pretende-se que os alunos desenvolvam competências que permitam uma aprendizagem continuada após a sua graduação de modo fundamentado e autónomo.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

In a world in which Geosciences face major challenges, from those related to global warming and the exploitation of mineral resources to the ones dealing with nature conservation, the basic aim of the course is to provide its students with structuring knowledge and knowhow to understand and work on Geodiversity and Geoconservation. This knowledge and these skills will enable them to deal with complex issues, find solutions and apply their expertise on original geoconservation problems, in new and multidisciplinary situations, namely in a research context. Given the societal challenges arising from the (geo)ethical imperative of communicating science, particularly on geoconservation issues, it is key to develop the ability to communicate with clarity with specialists and the public alike. As abiotic nature conservation is an innovative and evolving field, one aim is to develop skills that will enable the graduate to benefit from continued learning after graduation in an autonomous way.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

A Geodiversidade num mundo natural geobiológico. História do conceito. Geodiversidade a várias escalas, do mineral à paisagem. Valores e serviços de geossistemas. Ameaças. A Geoconservação como pilar da conservação da natureza. História da geoconservação. A legislação portuguesa e as instituições de geoconservação. Parâmetros de avaliação e hierarquização de geossítios; proteção legal e valorização de ocorrências notáveis. Geoparques. Exemplos internacionais e nacionais. Papel na promoção da geoconservação e da coesão territorial. Os fósseis e o seu impacto junto do público como motor de geoconservação. O papel societal da geodiversidade enquanto elo entre o mundo natural e o urbano, ponte para a biodiversidade, ocupação humana, património cultural, e como elemento identitário, promotor das Geociências na sociedade. Geoturismo. Geodiversidade e geoconservação no ensino formal e informal, na divulgação das Geociências e na formação de uma consciência ambiental holística e geoética.

4.4.5. Syllabus:

Geodiversity in a geobiological world. History of the concept. Geodiversity: from minerals to landscape. Its values and geosystem services. Threats. Geoconservation as a pillar of nature conservation. History of geoconservation. The Portuguese geoconservation laws and institutions. Parameters for evaluating and rating geosites; legal protection and management of remarkable occurrences. Geoparks. International and national examples. Their role in promoting geoconservation and territorial cohesion. Fossils as a driving force for geoconservation. The societal role of geodiversity, linking the natural and the urban world. Geodiversity and sense of place, and the promotion of geosciences in society. Landscapes as integrators of geodiversity and bridge to biodiversity, human occupation, cultural heritage, etc. Geotourism. Geodiversity and geoconservation in formal and informal education, in geosciences popularization and the creation of a holistic and geoethical environmental awareness.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Em conformidade com os objetivos de aprendizagem, promovendo o desenvolvimento e o aprofundamento dos conhecimentos e competências obtidos no 1.º ciclo, são apresentados conteúdos que permitirão aos estudantes adquirir aptidões no domínio da Geodiversidade e da Geoconservação que os capacitem a gerir questões complexas, encontrar soluções para problemas concretos, em situações novas, inclusive em contexto de investigação. São desenvolvidos tópicos de base relacionados com a geodiversidade e a sua valorização e contextualização no mundo natural e do ponto de vista societal. É abordada a Geoconservação como esteio fundamental da conservação da Natureza (que é geobiológica). Sendo a capacidade de interagir com o público essencial para a divulgação da Geodiversidade e a promoção da Geoconservação, focam-se as interligações entre o mundo natural (geológico) e o cultural, bem como o papel da Geodiversidade e da Geoconservação na formação de uma consciência ambiental holística e geoética.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In harmony with the course objectives – and promoting the deepening of knowledge and competences obtained in the 1st cycle – subjects are tackled and discussed that will enable the students to acquire knowledge and skills in the field of Geodiversity and Geoconservation, enabling them to manage complex issues, find solutions to concrete geoconservation problems, in new situations, including in research context. Fundamental concepts related to geodiversity, its values and its place both in the natural world and in cultural settings are tackled. Geoconservation (evaluation and promotion of geosites, etc.) is addressed as a fundamental pillar of Nature (which is geobiological) conservation. Since the ability to interact with the public is key for the promotion of Geoconservation, topics focusing the link between the natural (geological) and the cultural world are addressed, as well as the role of Geoconservation in the creation of a holistic and geoethical environmental awareness.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas TP presenciais essencialmente expositivas, mas interpelativas, sobretudo pela discussão de conceitos-base e casos de estudo, com recurso a meios audiovisuais. Trabalho de campo em contexto natural e urbano, focando aspetos particulares e casos de estudo abordados nas aulas. No TC os estudantes serão familiarizados com os contextos e as áreas de estudo que servirão de base a parte dos seus trabalhos escritos. Os alunos desenvolverão trabalho supervisionado, em sala de aula e no campo e trabalho autónomo, aquando da recolha e tratamento de informação de campo e durante a realização de trabalhos escritos.

Avaliação TP composta por trabalho escrito focando temas ou casos de estudo de Geodiversidade e Geoconservação (40%) + trabalho escrito baseado em saída de campo (40%) e respetiva apresentação oral perante a turma (20%). Os trabalhos escritos poderão incluir brochuras temáticas, leitores de paisagem, materiais de divulgação, relatórios de avaliação de ocorrências, etc.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical lessons, mainly in lecture mode using audiovisual media, but keenly interactive, especially when discussing key concepts and case studies. Fieldwork (FW) focusing on fundamental topics and case studies discussed in class. At FW, students will be familiarized with the study areas that will be the basis for part of their written assignments. Students will develop supervised work, in the classroom as well as in the field, and autonomous work, when collecting and processing field information and during the completion of written assignments. Assessment consisting of a written report on themes or case studies on Geodiversity and Geoconservation (40%) + a written report based on field work performed in natural and/or urban environments (40%) and an oral presentation to the whole class on their conclusions (20%). The written assignments may include thematic brochures, popularization materials, projects for information field panels, evaluation reports of occurrences...

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Em concordância com os objetivos – conhecimentos, aptidões e competências – de aprendizagem apresentados, tendo em conta que se pretende que os alunos adquiram conhecimentos estruturantes e capacidade de compreensão e de intervenção em Geodiversidade e Geoconservação, as aulas são desenvolvidas segundo o modelo Teórico-Prático (TP), onde são apresentados e ativamente analisados e discutidos os conceitos de base, as linhas de pensamento estruturantes e os casos de estudo fundamentais e organizadores deste domínio das geociências. Por outro lado, tendo a UC como propósito desenvolver a capacidade de inquirição, de desenvolvimento de soluções e de emissão de juízos baseada na análise de ocorrências de geodiversidade e dos seus valores em situações concretas de geoconservação, promove-se o trabalho no terreno, quer em contexto natural, quer em meio urbano, humanizado. O trabalho de campo é, deste modo, um pilar fundamental da metodologia de ensino na UC, promovendo a consolidação dos conhecimentos adquiridos nas aulas TP e fomentando a sua aplicação a exemplos reais e, tanto quanto possível, inéditos, quer em meio natural, quer em ambientes com forte componente antrópica e cultural. Com base no Trabalho de Campo (TC) é pedido aos alunos que elaborem pareceres, relatórios de caracterização da geodiversidade e /ou soluções de geoconservação, que – sendo realizados de modo independente – fomentem a capacidade de trabalho autónomo dos alunos da UC. Por fim, uma vez que uma das linhas orientadoras da UC é a tónica na comunicação de ciência para o grande público, paralelamente e / ou complementarmente à produção de relatórios escritos, é solicitado aos estudantes que exponham as suas conclusões e apoiem os seus juízos em apresentações orais usando meios audiovisuais (ou quais quer outros que achem adequados) e mediante a produção de materiais de divulgação científica (folhetos, desdobráveis, leitores de paisagem, guias de campo, etc.) focados em aspetos concretos da geodiversidade e da geoconservação abordados durante o TC.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

In harmony with the learning objectives – knowledge, skills and competences – presented, taking into account that it is intended that students acquire structuring knowledge and the capacity of understanding and acting upon Geodiversity and Geoconservation issues, classes are developed according to the Theoretical-Practical (TP) model, where fundamental concepts are presented and actively analysed and discussed, as well as the structuring guidelines and the fundamental and organising case studies of this domain of geosciences. On the other hand, since one purpose of this course is to develop the students' skills to analyse new situations, to find solutions and to make judgments based on the investigation of geodiversity occurrences and on concrete geoconservation situations, fieldwork is promoted, both in natural environments and in urban, humanised contexts. Fieldwork is, therefore, a fundamental pillar of the course's teaching methodology, promoting the consolidation of knowledge acquired in the face-to-face classes and fostering its application to real and, as far as possible, novel situations, either in natural settings or in environments with strong anthropic and cultural component. Based on fieldwork, students are asked to issue judgments, to produce characterization reports of geodiversity and/or to find geoconservation solutions, which - being carried out independently - promotes the ability of the students to conduct autonomous work. Finally, since one of the course's guidelines is the emphasis on science communication for the general public, parallel and/or complementarily to the production of written reports, students will be asked to present their conclusions and to support their judgements in oral presentations using audiovisual media (or any others they may find adequate) and through the production of scientific dissemination materials (leaflets, information panels, field guides, etc.) focused on concrete aspects of geodiversity and geoconservation, focusing on specific aspects of geodiversity and geoconservation addressed during field work.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

BRILHA, J. (2005) Património Geológico e Geoconservação: A conservação da natureza na sua vertente geológica. Editora Palimage, Braga.
BRILHA, J. (2016) Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. Geoherit., 8: 119-134.
GRAY, M. (2004) Geodiversity, Valuing and Conserving Abiotic Nature. Willey.
GRAY, M.; GORDON, J.; E. BROWN (2013). Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management. Proceed. Geologists' Ass., 124: 659-673.
SILVA, C.M. da (2016) Fossils, smartphones, geodiversity, internet and outdoor activities: a technological geoeducational bundle. In: Vasconcelos, C. (ed.), Geoscience Education Indoor and Outdoor, Science Education, Springer, pp. 133-156.
SILVA, C.M. da (2019) Geodiversity and sense of place: Local identity geological elements in Portuguese municipal heraldry. Geoherit., 11: 949–960.

*Fontes complementares variáveis
 Additional variable sources*

Mapa IV - Geoenergia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular: Geoenergia

4.4.1.1. Title of curricular unit:*Geoenergy***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CTERRA***4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T-28; TP-21 Lecture-28; Lect.-Lab-21***4.4.1.6. Créditos ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Opção Livre para as três Áreas de Especialização.***4.4.1.7. Observations:***Free option for the three Specialization Areas.***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Rui Jorge Fernandes Baptista – 14h T + 9h TP***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Ana Cristina Costa Neves dos Santos Azerêdo - 4h TP**António Manuel Nunes Mateus – 6h T**Maria do Rosário da Encarnação de Carvalho – 8h T + 4h TP**Nuno Lamas de Almeida Pimentel - 4h TP***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Todas as soluções de produção de energia alternativas às baseadas nos recursos fósseis utilizam direta ou indiretamente outros recursos geológicos, alguns dos quais críticos e indispensáveis às novas formas de produção e de armazenamento de energia. Para além de sensibilizar os alunos para a necessidade da transição energética procura-se fornecer bases e conhecimentos de amplo espectro sobre a temática, rever as condições e ambientes geológicos em que ocorrem minerais críticos para a transição energética e promover o contacto com as principais técnicas indiretas de estudo da geologia profunda bem como as metodologias usadas na prospeção, pesquisa e caracterização de reservatórios geológicos de hidrocarbonetos ou geotérmicos. Introdução à avaliação económica de jazidas. No final da disciplina os alunos deverão possuir conhecimentos base para um envolvimento mais aprofundado na ciência e nas técnicas usadas na exploração e utilização de recursos geológicos da fileira energética.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

All alternatives to fossil sources to produce Primary Energy employ directly or indirectly other geological resources, some of which are critical to build new forms of energy production and storage systems. On a broad-spectrum base, students will be oriented to understanding the energy transition needs and warned about the raw materials required to build new energy production or storage facilities. Geological conditions and environments in which critical mineral could occur will be described as well as the most used exploration techniques. Students will get familiarity with the most used methodologies to explore hydrocarbon and geothermal resources and how to characterize natural geological reservoirs. A brief introduction to project economics techniques will be taught. At the end of the course students should have basic knowledge on the energy thematic and capacity for a better understanding on the exploration and use of geological resources to the energy sector.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Recursos geológicos críticos para o processo de transição Energética. Métodos de prospeção, dando particular destaque à Prospeção Sísmica (abordagem teórico-prática); Noções de Petrofísica associadas à movimentação de fluidos em subsuperfície; Sistemas petrolíferos: elementos e processos, articulação temporal e Carta de Eventos. Reservatórios Convencionais e Não Convencionais. Energia geotérmica: Modelo conceptual de um campo geotérmico; Geotermia de baixa entalpia e de alta entalpia; Geotermia superficial com bombas de calor; ocorrências e aproveitamentos em Portugal. Armazenamento subterrâneo de energia: Gás natural; Hidrogénio; Ar comprimido.

Sequestro de CO2 em estruturas geológicas. Recursos minerais associados à produção/armazenamento de energia. Noções básicas de análise económica relacionadas com a componente geológica de projetos de energia.

4.4.5. Syllabus:

Critical geological raw materials for the Energy Transition process. Geophysical Methods -Seismic Prospecting (theoretical-practical approach); Notions of Petrophysics associated with the mobility of fluids in subsurface; Petroleum systems: elements and processes, temporal articulation and Event Chart. Conventional and Unconventional Reservoirs. Geothermal energy: Conceptual model of a geothermal field; Low enthalpy and high enthalpy natural systems; Surface geothermal with heat pumps; occurrences and exploitations in Portugal. Underground energy storage: Natural Gas; Hydrogen; Compressed Air. CO2 sequestration in geological structures. Mineral resources associated with energy production/storage. Basics of economic analysis related to the geological component of energy projects.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os paradigmas energéticos estão em transformação acelerada com o surgimento de diversas soluções que procuram ser sustentáveis e almejam substituir as energias de origem fóssil, não renováveis e emissoras de gases com efeito de estufa. Mas a utilização de hidrocarbonetos irá continuar a não ter substituto como matéria-prima para a indústria petroquímica. Continuarão a ser necessários investigadores e profissionais para trabalharem na produção de matérias-primas para as diferentes alternativas produtoras de energia. Os conteúdos programáticos da disciplina procuram assegurar que os alunos adquiram conhecimentos básicos sobre as principais soluções alternativas na produção de matérias-primas para a construção de sistemas produtores de energia renovável, na produção, acumulação e na conservação de diversas formas de energia. Os conhecimentos adquiridos na disciplina deverão permitir-lhes passar mais facilmente para outros níveis de desenvolvimento sobre algum dos temas nela abordados.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Energy paradigms are under fast transformation with the emergence of several solutions that seek to be sustainable and aim to replace fossil, non-renewable and source of greenhouse gas emissions. However, hydrocarbons will continue to have no substitute as a raw material for the petrochemical industry. Researches and specialists will continue to be needed to work on the production of raw materials for the different energy-producing alternatives. The program content of the discipline seek to ensure that students acquire basic knowledge about the main alternative solutions in the production of raw materials for the construction of renewable energy producing systems, and in the production, accumulation and conservation of several forms of energy. The knowledge achieved in this course should allow them to move more easily to other levels of development on some of the topics covered therein.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino na disciplina atendem as orientações gerais definidas pelo Departamento e pela Faculdade de Ciências. O principal objetivo é assegurar que os alunos aprendam e ganhem familiaridade com as matérias constantes no programa da disciplina. Haverá aulas Teóricas presenciais, ou à distância, e aulas Teórico-Práticas em que os alunos, em pequenos grupos, aprenderão os princípios básicos das metodologias operacionais usadas na investigação científica e na indústria. Serão realizados exercícios que simulem os que se enfrentam na atividade profissional. Os alunos serão estimulados a pesquisarem nos meios digitais de acesso livre informações relevantes para os estudos e exercícios que realizem.

A avaliação será: a) através de trabalhos, relatórios individuais/grupo feitos durante o período letivo dando corpo a sistema de avaliação contínua (30-40%). No final haverá exames teórico e prático para avaliar a consistência dos conhecimentos adquiridos pelos alunos (70-60%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies in the discipline will follow the general guidelines defined by the Department and the Faculty of Sciences. The main objective is to ensure that students learn and gain familiarity with the subjects included in the course program. There will be Theoretical classes in classroom or at distance, and Theoretical-Practice classes in which students, in small groups, will learn the basic principles of operational methodologies used in academic research and industry. Exercises will be carried out to simulate those found in the industry activity. Students will be encouraged to research information relevant to the studies and exercises they should solve in the free access web. The evaluation will be: a) through work, individual/group reports made during the school period in a process of continuous evaluation system (30-40%). In the end there will be theoretical and practical exams to evaluate the consistency of knowledge acquired by students (70-60%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A disciplina de Geoenergia tem como objetivo principal a aquisição por parte dos alunos de conhecimentos no âmbito dos recursos geológicos ligados ao setor energético, sejam como matérias-primas para sistemas produtores de energia primária, energia renovável e ainda como soluções adequadas ao armazenamento de energia. As principais fontes de energia são ainda os recursos fósseis muito contestados por não serem renováveis e por serem direta ou indiretamente responsáveis pela emissão de Gases com Efeito de Estufa. Apesar de contestados os combustíveis fósseis ainda vão ser necessários durante algumas décadas embora seja imperiosa uma alteração do paradigma energético e uma transição, tanto rápida quanto possível, para ambientes energéticos com neutralidade carbónica. Todas as soluções de produção energética utilizam de forma direta ou indireta recursos geológicos, com maior ou menor intensidade. Despertar o interesse dos alunos para o problema energético e dar-lhes noções básicas é o objetivo principal desta disciplina. Um aluno de mestrado deverá já ter uma formação de base em outras disciplinas das geociências que lhe permita lidar com os conceitos geológicos necessários para obter um adequado aproveitamento do programa desta disciplina. Nas aulas teóricas o docente irá rever alguns conceitos fundamentais

relativos às matérias-primas associadas à produção e armazenamento de energia e às propriedades de algumas formações e estruturas geológicas com capacidade para funcionarem como reservatórios geotérmicos, de hidrocarbonetos ou para sequestro de CO₂ ou armazenamento de energia nas suas diversas formas. Nas aulas teórico-práticas serão revistos e ministrados conhecimentos necessários para a realização do programa de exercícios que complementam e consolidam os ensinamentos das aulas teóricas. Sempre que possível será estimulado o trabalho em equipa. Os alunos serão desafiados a desenvolverem pequenos projetos temáticos. O docente, nas aulas, terá de incentivar os alunos a procurarem soluções para os desafios que lhes são colocados, orientando e corrigindo, sempre que conveniente, a abordagem a problemas tecnológicos que o uso de novos tipos de dados poderá colocar aos alunos. Será ainda feita uma primeira abordagem a aspetos económicos e à definição de critérios económicos de decisão, relacionados com a economicidade de projetos de mineração ou de armazenamento de energia.

Surgem assim as Aulas Teórico-Práticas como um complemento das aulas Teóricas. Para além de matéria teórica complementar fundamental para desenvolvimento de estudos focados na caracterização de geologia de subsuperfície, os alunos irão praticar fazendo alguns exercícios tipo, aprendendo metodologias de raciocínio orientado para a resolução de problemas que poderão enfrentar em estudos e trabalhos posteriores, em ambiente académico ou outro.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The main objective of the discipline of Geoenergy is the acquisition of knowledge by students within the general scope of geological resources related to the energy sector, whether as raw materials for primary energy producing systems, renewable energy and also as solutions for energy storage. The main sources of energy are still fossil resources currently under strong opposition because they are not renewable and because they are directly or indirectly responsible for the emission of greenhouse gases. Although contested, fossil fuels will still be needed for a few decades although a change in the energy paradigm and an urgent transition is imperative to energy with a carbon neutral footprint.

All energy production solutions use directly or indirectly geological resources, with greater or lesser intensity. Students' interest will be direct to the energy problem and giving them basics is the discipline main objective. Master's degree students should already have a basic training in other geosciences disciplines that should give them a background to deal with the geological concepts necessary to an adequate understanding of the discipline content. In the theoretical classes professor will review some fundamental concepts related to the raw materials associated with the production and storage of energy and the properties of some geological formations and structures with capacity to be used as reservoirs to geothermal and hydrocarbons or for CO₂ sequestration or even for other energy vehicles storage.

In the T-P classes a review of concepts necessary for the realization of exercises necessary to achieve and complement the teachings of the theoretical classes will be made. Whenever possible, teamwork will be encouraged. Students will be challenged to develop small thematic projects. The teacher, in the classes, will have to encourage students to seek solutions to the challenges that are posed to them by guiding and correcting students. A first approach to economic aspects and the definition of economic decision criteria related to the economics of mining or energy storage projects will also be made.

Thus, the T-PI Classes appear as a complement to the Theoretical classes. Students will practice doing some exercises, learning the rational of methodologies oriented to the resolution of problems that they may face in studies and later work, in academic or an industrial environment.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Asquith, G., Krygowski, D., Henderson, S., Hurley, N. (2004) - Basic Well Logs Analysis, 2nd ed., AAPG – Methods, vol 16, Tulsa, OK, USA, 244 p.

Bjorlykke, K. (ed) 2ª Ed. (2015) - Petroleum Geoscience - From Sedimentary Environments to Rock Physics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 662 p.

Huggins, R. A. (2016) - Energy Storage - Fundamentals, Materials and Applications 2ª Ed, Springer International Publishing Switzerland, 509 p.

Magoon, L.B., Dow, W.G., (eds), (1994) - The Petroleum System—From Source to Trap, American Association of Petroleum Geologists Memoir 60, Tulsa, 655.

Murray, R. (2019)- Nuclear Energy, An Introduction to the concepts, Systems and Applications of Nuclear Processes, Elsevier Health Sciences Division, 624 p.

Peters, E. (2012) – Advanced Petrophysics, Vol. 1 Live Oak Book Company, Austin, Texas, 229 p.

Stober, I., Bucher, K. (2021) - Geothermal Energy - From Theoretical Models to Exploration and Development Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2nd ed., 390 p.

Mapa IV - Geofísica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Geofísica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Geophysics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA**4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T-21; PL-28 Lecture-21; Lab-28***4.4.1.6. Créditos ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Opção Livre para as três Áreas de Especialização.***4.4.1.7. Observations:***Free option for the three Specialization Areas***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Susana Inês da Silva Custódio T-21; PL-28***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Aplicação da Física ao conhecimento da Terra Sólida. Compreensão da composição, estrutura, cinemática e dinâmica interna da Terra. Aplicação de várias leis da Física ao entendimento do sistema Terra. Desenvolvimento e consolidação de competências matemáticas, físicas, computacionais e laboratoriais inerentes à Geofísica.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Application of Physics to Solid Earth knowledge. Understanding the Earth's composition, structure, kinematics and internal dynamics. Application of several laws of physics to understand the Earth system. Development and consolidation of mathematical, physical, computational and laboratory skills inherent to Geophysics.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1 – A Terra no Sistema Solar.*
- 2 – Tectónica de Placas.*
- 3 – Reologia – propriedades mecânicas dos materiais da Terra.*
- 4 – Sismologia.*
- 5 – Os Sismos e a estrutura interna da Terra.*
- 6 – O Campo Magnético da Terra.*
- 7 – Paleomagnetismo.*
- 8 – Geocronologia.*
- 9 – O Calor da Terra.*
- 10 – A Gravidade da Terra.*

4.4.5. Syllabus:

- 1 - The Earth in the solar system.*
- 2 - Plate tectonics.*
- 3 - Material properties and rheology of the Earth.*
- 4 - Seismology.*
- 5 - Earthquakes and the Earth's internal structure.*
- 6 - The Earth's magnetic field.*
- 7 - Paleomagnetism.*
- 8 - Geochronology.*
- 9 - The Earth's Heat.*

10 - Gravity of the Earth.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos cobrem as principais áreas da Geofísica. O primeiro capítulo aborda a Terra no Sistema solar numa perspetiva de planetologia comparativa e das leis físicas fundamentais da gravitação. Seguem-se os capítulos de Tectónica de Placas e Mecânica dos Materiais, essenciais para compreender a Geodinâmica do nosso planeta. Os capítulos seguintes estudam a Terra sólida usando várias ferramentas da Física, nomeadamente a propagação de ondas mecânicas, magnetismo, termodinâmica e gravidade.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus covers the main areas of Geophysics. The first chapter approaches the Earth in the Solar System from a perspective of comparative planetology and the fundamental physical laws of gravitation. This is followed by the chapters on Plate Tectonics and Materials Mechanics, which are essential for understanding the Geodynamics of our planet. The following chapters study the Solid Earth using various physics tools, namely mechanical wave propagation, magnetism, thermodynamics and gravity.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas incluem a exposição de materiais teóricos, demonstrações experimentais simples, resolução de exercícios em grupo e discussão activa com os alunos. Nas aulas laboratoriais há uma componente teórico-prática, com vários problemas para discussão com os alunos, na busca da sua solução, sendo depois os exercícios resolvidos pelos alunos, individualmente ou em grupo. As aulas laboratoriais contemplam componentes experimentais e computacionais.

Avaliação contínua constituída por problemas/projectos a resolver em casa e na aula, durante o semestre. Realização de exame final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes include the exposition of theoretical materials, simple experimental demonstrations, group exercises and active discussion with students. The laboratory classes has a theoretical-practical component, with several problems for discussion with the students, in search of their solution, and then the exercises are solved by the students, individually or in groups. Laboratory classes include experimental and computational components. Continuous assessment consisting of problems/projects to be solved at home and in class, during the semester. Final exam.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino são diversificadas e completas, proporcionando ao aluno uma aprendizagem com componente teórica, prática, laboratorial e computacional. Os alunos terão assim a oportunidade de consolidar o seu entendimento da Física, no caso particular das suas aplicações ao estudo do nosso planeta, bem como de aprofundar o seu entendimento da Geodinâmica terrestre.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies are diversified and complete, leading the student to a theoretical, practical, laboratory and computational learning experiences. Students will thus have the opportunity to consolidate their understanding of physics, focused on its applications to the study of our planet, as well as to deepen their understanding of Earth Geodynamics.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Lowrie, W., & Fichtner, A. (2020). Fundamentals of Geophysics. Cambridge University Press.
Turcotte, D. L., & Schubert, G. (2002). Geodynamics. Cambridge University Press.*

Mapa IV - Geologia de Engenharia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Geologia de Engenharia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Engineering Geology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):*Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T-21; PL-28; TC-7 Lecture-21; Lab-28; Field work-7***4.4.1.6. Créditos ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Opção Nuclear para a Área de Especialização (AE) em Geologia Aplicada e Ambiental (os alunos escolhem, obrigatoriamente, 18 créditos de entre as opções nucleares da AE).**Opção Livre para as outras duas Áreas de Especialização (os alunos escolhem 12 créditos de entre as opções livres ou qualquer das opções nucleares das várias áreas de especialização).***4.4.1.7. Observations:***Nuclear option for the Specialization Area (SA) Applied and Environmental Geology (it is mandatory that the students choose 18 credits among the nuclear options of the SA).**Free option for the other two Specialization Areas (the students are allowed to choose 12 credits among the free options or any of the nuclear options of the three SA).***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Maria Isabel Gonçalves Fernandes – 21h T+ 21h PL + 7h TC***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Paulo Emanuel Fonseca – 7h PL***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Objetivos: Geologia de Engenharia visa a integração dos conceitos anteriormente adquiridos na área das Geociências e da Geotecnia (Mecânica dos Solos e das Rochas) e estabelecer sinergias com a disciplina de Prospeção Geotécnica e Hidrogeológica, no contexto de aplicação em projetos de engenharia. O programa e objetivos da disciplina estão estruturados para fornecer os fundamentos teóricos e as metodologias usuais em Geologia de Engenharia com aplicação em obras de Engenharia Civil, proporcionando também conhecimento básico sobre o léxico inerente aos diferentes tipos de obras e suas exigências.**Aptidões e competências: Pretende-se que o estudante fique apto a desenvolver o estudo geológico-geotécnico de um local para uma grande obra de engenharia, sabendo hierarquizar as questões mais relevantes relativamente às características dos maciços, dimensões e tipo de obra, com vista à elaboração de construção com garantia de fiabilidade, economia, segurança e compatibilidade ambiental.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Objectives: The subject of Engineering Geology aims at the global integration of concepts previously acquired in the area of Geosciences and Geotechnics (Soil and Rock Mechanics) and to establish synergies with the course of Geotechnical and Hydrogeological Investigation, for the application in engineering projects. The syllabus and objectives are structured to provide the theoretical fundamentals and current methodologies in Engineering Geology with application to Civil Engineering works, also providing basic knowledge of the lexicon inherent to the different types of works and their requirements.**Skills and competences: It is intended that the student will be able to develop the geological-geotechnical study of a site for a major engineering work, knowing how to prioritize the most relevant issues related with the ground and the size and type of work, with a view to designing a construction with a guarantee of reliability, economy, safety and environmental compatibility.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Objetivos e definição; metodologia do estudo. Classificação de solos e rochas aplicáveis em estudos no terreno. Critérios de rotura para rocha intacta e maciços rochosos. Levantamento e caracterização de descontinuidades. Métodos expeditos para determinação de propriedades mecânicas. Classificações geomecânicas empíricas de maciços rochosos, estimativa da deformabilidade de maciços rochosos e comportamento de escavações subterrâneas. Modelo geológico e modelo geotécnico; Cartografia e zonamento geotécnico Fontes de informação;*

Definição de unidades, escalas de trabalho, tipos de unidades; Seleção de critérios. Condução dos estudos geológico-geotécnicos em diferentes tipos de obras: EC7 e categorias geotécnicas; Taludes naturais e artificiais; Fundações diretas e indiretas, noções de dimensionamento; Escavação e contenção periférica; Aproveitamentos hidráulicos; Estruturas subterrâneas; Obras rodoviárias: Projeto geotécnico; Escavações e Aterros; Reutilização de materiais.

4.4.5. Syllabus:

Objectives and definition; methodology of the study. Classification of soils and rocks applicable in field studies. Failure criteria for intact rock and rock masses. Survey and characterization of discontinuities. Expedite methods for determination of mechanical properties. Empirical geomechanical classifications of rock masses and estimation of rock mass deformability; behavior of underground excavations. Geological and geotechnical model; Engineering Geological mapping and zoning: Information sources; Definition of units, work scales, types of units; Selection of criteria. Geological and geotechnical studies in different types of works: EC7 and geotechnical categories; Natural and artificial slopes; Direct and indirect foundations; Concepts of design; Excavations and peripheral containment; Hydraulic works; Underground structures; Road works: Geotechnical design; Excavations and embankments; Reuse of materials.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos visam proporcionar ao estudante uma perspetiva abrangente das atividades desenvolvidas pelo geólogo de engenharia, atendendo a que a disciplina é enquadrada num 2º ciclo de estudos, a nível da especialização. É importante que tenha uma profunda cultura geológica e que saiba aplicar os conhecimentos a problemas práticos que surgem durante as diferentes fases de projeto e execução de grandes obras de engenharia.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus aims to provide students with a general perspective of the activities carried out by the engineering geologist, bearing in mind that the subject is framed within a Master course, at the specialization level. It is important that the student has a deep geological culture and knows how to apply the knowledge to practical problems that arise during the different phases of design and execution of large engineering works.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas: exposição oral das matérias com recurso a projeção de fotografias e vídeos e gráficos ilustrativos. Aulas teórico-práticas: resolução de problemas propostos, com base em casos de estudo reais, e elaboração de relatórios. Análise e discussão dos problemas propostos. Utilização de software específico. Aulas de campo: desenvolvimento de cartografia geológico-geotécnica que envolve a utilização de conhecimentos básicos de geologia, mas também de métodos específicos aos requisitos geotécnicos. Relatórios dos trabalhos práticos e teórico-práticos, realizados em grupos de 2 alunos (40%). Exame final (componente teórica) (60%). A aprovação implica que as classificações parcelares não sejam inferiores a 50% (10 valores em 20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes: oral exposition of the subjects using data show with the exhibition of photographs, videos, schemes and graphs. Theoretical-practical lessons: resolution of proposed problems, based on real case studies, and written reports. Analysis and discussion of the proposed problems. Use of specific software. Field classes: development of geological-geotechnical mapping involving the use of basic knowledge of geology, but also methods specific to engineering geology requirements. Reports of practical and theoretical-practical works, carried out in groups of 2 students (40%). Final examination (theoretical component) (60%). The approval implies that the partial classifications are not inferior to 50% (10 out of 20).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O ensino é focalizado na apresentação de casos de obra e discussão dos problemas que ocorreram durante a sua execução, alertando os estudantes para a perceção da importância da geologia nestas obras. A visita a obras em construção facilita o contacto com a indústria e as empresas do sector. Os exercícios resolvidos nas aulas práticas visam abordar questões práticas, com discussão das possíveis soluções a adotar. A utilização de software específico contribui para a aproximação ao trabalho de tratamento de dados e modelação, necessários na resolução de questões reais. A componente de campo permite aplicar os métodos expostos em sala de aula e que têm especificidades que dependem do tipo de terreno em estudo.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Teaching is focused on the presentation of engineering work cases and discussion of the problems occurred during their execution, alerting students to the perception of the importance of geology in these works. Visits to works under construction facilitate contact with the industry and companies of the sector. The exercises solved in the theoretical-practical classes aim to address practical issues, with discussion of possible solutions to be adopted. The use of specific software contributes to the approach to data processing and modelling work, necessary to solve real questions. The field component allows the application of the methods exposed in the classroom, which have specificities that depend on the type of terrain being studied.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

González de Vallejo, L.I., Ferre, M., Ortuño, L. e Oteo, C. (2002) Ingeniería Geológica, Pearson Educación, Madrid. Singh, B., Goel, R.K. (1999) Rock Mass Classification – A Practical Approach in Civil Engineering, Elsevier.

Mapa IV - Gestão Integrada de Recursos Hídricos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Gestão Integrada de Recursos Hídricos

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Integrated Water Resources Management

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
168

4.4.1.5. Horas de contacto:
T-21; PL-28; TC-7 Lecture-21; Lab-28; Field work-7

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
*Opção Nuclear para a Área de Especialização (AE) em Geologia Aplicada e Ambiental (os alunos escolhem, obrigatoriamente, 18 créditos de entre as opções nucleares da AE).
Opção Livre para as outras duas Áreas de Especialização (os alunos escolhem 12 créditos de entre as opções livres ou qualquer das opções nucleares das várias áreas de especialização).*

4.4.1.7. Observations:
*Nuclear option for the Specialization Area (SA) Applied and Environmental Geology (it is mandatory that the students choose 18 credits among the nuclear options of the SA).
Free option for the other two Specialization Areas (the students are allowed to choose 12 credits among the free options or any of the nuclear options of the three SA).*

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Maria do Rosário da Encarnação de Carvalho – 10,5 h T + 14h PL + 3,5h TC

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Maria Catarina Rosalino da Silva-10,5 h T + 14h PL + 3,5h TC

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
A água é um recurso finito e vulnerável, vital para o ser humano e os ecossistemas. A gestão da água tornou-se um dos problemas prioritários da humanidade. Esta UC tem como objetivo transmitir conhecimentos sobre o ciclo global da água, nomeadamente os processos e as leis que regem o escoamento superficial e subterrâneo, com especial enfoque nas relações entre infiltração e recarga, assim como à circulação na zona não saturada. Os alunos adquirem aptidões e competências para a resolução de problemas associados à exploração sustentável dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, e preservação da sua qualidade e quantidade, à qual associam variedade espacial e temporal, numa perspetiva de alterações climáticas. As matérias tratadas permitem que os alunos desenvolvam competências nos cálculos fundamentais para o suporte de projetos em recursos hídricos mais vantajosos sob os pontos de vista da fiabilidade, economia, segurança e compatibilidade ambiental.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Water is a finite and vulnerable resource, vital to human beings and ecosystems. Water management has become one of humanity's priority problems. This course aims to convey knowledge about the global water cycle, namely the processes and laws governing surface and subsurface flow, with a special focus on the relationships between infiltration and recharge, as well as circulation in the unsaturated zone. Students acquire skills and competences for

solving problems associated with the sustainable exploitation of surface and groundwater resources, and preservation of their quality and quantity, to which they associate spatial and temporal variety, in a perspective of climate change. The subjects covered allow students to develop skills in fundamental calculations to support projects in water resources that are more advantageous from the points of view of reliability, economy, safety, and environmental compatibility.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução à hidrologia e recursos hídricos.*
2. *Recursos hídricos superficiais - Caracterização de Bacias Hidrográficas. Análise de dados de Precipitação: consistência dos dados; precipitação média e efetiva; eventos extremos e período de retorno. Escoamento superficial: medição do escoamento superficial; hidrogramas; escoamento em canais com superfície livre.*
3. *Recursos hídricos subterrâneos - Movimento da água no solo: tensão superficial e capilaridade; escoamento na zona não saturada. Avaliação da infiltração e recarga (modelos); recursos versus reservas.*
4. *Impacto das Alterações climáticas nos recursos hídricos: gestão de cheias e secas; exploração de aquíferos costeiros; sobreexploração; contaminação e remediação.*
5. *Gestão integrada de recursos hídricos: otimização da disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos; utilização racional dos recursos hídricos; resposta a potenciais períodos de pressão.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to hydrology and water resources.*
2. *Surface water resources - Characterization of river basins. Precipitation data analysis: data consistency; average and effective precipitation; extreme events and return period. Runoff: measurement of runoff; hydrographs; runoff in channels with free surface.*
3. *Groundwater resources - Water movement in soil: surface tension and capillarity; runoff in the unsaturated zone. Evaluation of infiltration and recharge (models); resources versus reserves.*
4. *Impact of Climate Change on water resources: flood and drought management; exploitation of coastal aquifers; overexploitation; contamination and remediation.*
5. *Integrated management of water resources: optimization of availability and quality of water resources; rational use of water resources; response to potential periods of pressure.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O desafio essencial para uma Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) efetiva é fazer o correto balanço entre águas superficiais e subterrâneas, de modo a proteger o recurso água, do ponto de vista de qualidade e de quantidade, enquanto se satisfazem as necessidades sociais e ecológicas e se promove o desenvolvimento económico. Os conteúdos programáticos da disciplina procuram assegurar que os alunos adquiram conhecimentos sobre as metodologias de caracterização e avaliação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e que desenvolvam competências para propor medidas de gestão do recurso água, mesmo em situação de pressão antrópica ou de alterações climáticas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The essential challenge for effective Integrated Water Resources Management (IWRM) is to strike the right balance between surface water and groundwater in order to protect the water resource, from a quality and quantity point of view, while meeting social and ecological needs and promoting economic development. The course content aims to ensure that students acquire knowledge about methodologies for the characterization and assessment of surface water and groundwater resources and that they will develop skills to propose measures for managing water resources, even in situations of human pressure or climate change.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino terão como objetivo assegurar que os alunos aprendam e ganhem familiaridade com as matérias do programa. As aulas Teóricas (T) serão lecionadas com o recurso a ferramentas digitais, ou outras consideradas relevantes para a transmissão de conhecimentos. Nas aulas Práticas Laboratoriais (PL) os alunos aprenderão a quantificar os recursos hídricos e a resolver problemas associados à sua exploração sustentável, através de exercícios que simulem casos reais. Os alunos serão estimulados a pesquisarem nos meios digitais de acesso livre informações relevantes para estudos e exercícios que realizem. Durante as aulas de campo (TC) os alunos terão contacto com atividades que poderão realizar na sua futura atividade profissional. A componente de avaliação contínua será realizada através de trabalhos feitos durante o período letivo (30-40%). No final haverá exames teórico e prático para avaliar a consistência dos conhecimentos adquiridos pelos alunos (70-60%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies will aim to ensure that students learn and gain familiarity with the subjects of the program. The Theoretical classes will be delivered using digital tools, or other tools deemed relevant to the

transmission of knowledge. In Laboratory Classes (PL) students will learn to quantify water resources and solve problems associated with their sustainable exploitation through exercises that simulate real cases. Students will be encouraged to search freely accessible digital media for information relevant to their studies and exercises. It is expected that during the field classes (TC) students will have contact with activities that they may carry out in their future professional activity.

A continuous assessment component through work done during the term (30-40%). At the end there will be theoretical and practical exams to assess the consistency of the knowledge acquired by students (70-60%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O desafio essencial para uma Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) efetiva é fazer o correto balanço entre águas superficiais e subterrâneas, de modo a proteger o recurso água, do ponto de vista de qualidade e de quantidade, enquanto se satisfazem as necessidades sociais e ecológicas e se promove o desenvolvimento económico. A GIRH só é possível tendo-se conhecimento do modo como escoam e se armazenam os recursos hídricos, e da sua disponibilidade e origem. Este conhecimento conduzirá à sua utilização racional e à definição das melhores respostas a potenciais pressões naturais ou antrópicas.

A passagem do conhecimento de caracterização e avaliação dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, e a sua gestão integrada, principalmente em contexto de pressões e alterações climática, será feita de modo a despertar o interesse dos alunos pela preservação do recurso água.

As metodologias de ensino terão como objetivo assegurar que os alunos aprendam e ganhem familiaridade com as matérias do programa. As aulas Teóricas (T) serão lecionadas com o recurso a ferramentas digitais, ou outras consideradas relevantes para a transmissão de conhecimentos. Nas aulas Práticas Laboratoriais (PL) os alunos aprenderão a quantificar os recursos hídricos e a resolver problemas associados à sua exploração sustentável, através de exercícios que simulem casos reais. Serão usadas ferramentas digitais para tratamento de dados espaciais e temporais (ferramentas SIG) e modelos matemáticos de simulação de escoamento superficial, infiltração e escoamento em meio poroso não saturado. Os alunos serão estimulados a pesquisarem nos meios digitais de acesso livre informações relevantes para os estudos e exercícios que realizem. Prevê-se que durante as aulas de campo (TC) os alunos tenham contacto com atividades que poderão realizar na sua futura atividade profissional.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The key challenge for effective Integrated Water Resources Management (IWRM) is to strike the right balance between surface water and groundwater in order to protect the water resource in terms of quality and quantity while meeting social and ecological needs and promoting economic development. IWRM is only possible with knowledge of how water resources flow and are stored, and of their availability and origin. This knowledge will lead to their rational use and the definition of the best responses to potential natural or human-induced pressures. The transfer of knowledge of characterization and assessment of water resources, surface and groundwater, and their integrated management, especially in the context of pressures and climate change, will be made in order to arouse students' interest in the preservation of water resources.

The teaching methodologies will aim to ensure that students learn and gain familiarity with the subjects of the program. The Theoretical classes will be taught using digital tools, or others considered relevant to the transmission of knowledge. In Laboratory Practical (PL) classes students will learn to quantify water resources and solve problems associated with their sustainable exploitation, through exercises that simulate real cases. Digital tools for processing spatial and temporal data (GIS tools) and mathematical models for simulating surface runoff, infiltration and runoff in unsaturated porous media will be used. Students will be encouraged to search freely accessible digital media for information relevant to their studies and exercises. It is expected that during the field classes (TC) students will have contact with activities that they will be able to perform in their future professional activity.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Hiscock, KM, Bense, VF (2014). Hydrogeology. Principles and Practice. Second Edition. Wiley Backwell: 564 p.
Jakeman, AJ, Barreteau, O, Hunt, RJ, Rinaudo, JD, Ross, A, Editors (2016). Integrated Groundwater Management. Concepts, Approaches and Challenges. Springer Openaccess: 756 p.
Kolokytha, E, Ramesh, SO, Teegavarapu, SV, Editors (2017). Sustainable Water Resources Planning and Management Under Climate Change, Springer: 302 p.
Naghezzini, M, Editor (2017). Fundamentals of Statistical Hydrology. Springer: 658 p.
Hipólito, JR, Vaz, AC (2012) Hidrologia e Recursos Hídricos. Instituto Superior Técnico: 814 p.
Loucks, D.P., Van Beer, E. (2005). Water Resources Systems Planning and Management. An Introduction to Methods, Models and Applications. Studies & Reports in Hydrology Serie. UNESCO.
Tindal, JA, Kundel, JR (1999). Unsaturated Zone Hydrology for scientists and engineers. Prentice Hall, New Jersey: 641 p.

Mapa IV - Impactos das Alterações Climáticas e Gestão da Zona Costeira

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Impactos das Alterações Climáticas e Gestão da Zona Costeira

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Climate Change Impacts and Coastal Zone Management

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA**4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T-21; TP-21; TC-7 Lecture-21; Lect.-Lab-21; Field Work-7***4.4.1.6. Créditos ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Opção Livre para as três Áreas de Especialização.***4.4.1.7. Observations:***Free option for the three Specialization Areas.***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Rui Pires de Matos Taborda – 14h T + 14h TP + 3,5h TC***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***César Augusto Canêlhas Freire de Andrade – 3,5h TC**Maria da Conceição Pombo de Freitas – 3,5h T + 3,5 TP**Ana Maria Almeida Nobre Silva – 1,75h T + 1,75h TP**Fátima Cristina Gomes Ponte Lira – 1,75h T + 1,75h TP***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Aprofundar conhecimento sobre os processos que condicionam a organização sedimentar e geomorfológica da zona costeira a diferentes escalas temporais. Compreender e prever as consequências das alterações climáticas e atividade antrópica na evolução do litoral. Aplicar no terreno metodologias de monitorização de parâmetros e de processos reguladores ou de descritores da morfologia e geologia, forçamento oceanográfico ou indutores de risco. Utilizar conhecimentos adquiridos na solução de problemas de gestão do espaço e risco costeiros.

Resultados/Competências: Desenvolver capacidade de análise multi-escala e integrada dos processos, produtos, conteúdos geológicos e geomorfológicos costeiros, em particular dos pertinentes em estudos de impacte ambiental, ordenamento e gestão do espaço e do risco litoral. Familiarização com técnicas de aquisição e análise de dados oceanográficos, sedimentológicos e morfológicos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Improve knowledge on the processes that condition the sedimentary and geomorphological organization of the coastal zone at different time scales. Understand and predict the consequences of climate change and human activity on coastal evolution. Apply field-based methodologies for monitoring oceanographic and morphosedimentary parameters. Use previous knowledge in resolving problems related with management of the coastal space, values and risks. Expected results/competences: Develop the capacity to analyze and integrate processes, products, geological and geomorphological contents modulating the shape and dynamics of the coastal system at contrasting time and spatial scales, focusing on their uses in assessment of environmental impact, management of coastal land, values, erosion and risk. To practice techniques of acquisition and analysis of oceanographic, sedimentological and morphological data.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Sistemas costeiros: conceitos; forçamento e resposta; escalas espaciais e temporais. Ondas de vento: da geração à rebentação, espraio e run-up. Marés. Sobreelevação de origem meteorológica. Correntes costeiras. Transporte sedimentar e deriva litoral. Subida do nível do mar. Morfodinâmica de praias: dinâmica transversal e longilitoral. Estuários e lagunas costeiras: morfodinâmica e balanço sedimentar. Impactos das alterações climáticas e atividade

antrópica nos sistemas costeiros. Introdução à gestão costeira e princípios orientadores: gestão integrada, participação efetiva e precaução. Estratégias de adaptação: recuo planeado, acomodação e proteção.

4.4.5. Syllabus:

Coastal systems: concepts; forcing and responses; spatial and time scales. Wind waves: from generation to breaking, swash and run-up. Tides. Storm surge. Nearshore currents. Sediment transport and longshore drift. Sea-level rise. Beach morphodynamics: cross-shore and longshore dynamics. Estuaries and coastal lagoons: morphodynamics and sediment budget. Impacts of climate change and anthropic activity on coastal systems. Introduction to coastal management and guiding principles: integrated management, effective participation and precautionary. Adaptation strategies: planned retreat, accommodation and protection.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos propostos nesta UC correspondem ao aprofundamento de saberes adquiridos no 1º ciclo sobre processos e conteúdos costeiros, ativos a diferentes escalas temporais com destaque sobre os impactos das alterações climáticas e atividade antrópica na evolução do litoral e as suas consequências para a gestão do espaço costeiro. As matérias lecionadas, úteis para a formação de investigadores e de técnicos superiores com responsabilidades na gestão do espaço e risco litoral, estão alinhadas com os conteúdos programáticos de UCs equivalentes lecionadas noutras instituições de referência nesta área.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus provides consolidation and deepens scientific contents and approaches on coastal processes and content acquired in the Geology BSc, integrating different time scales with emphasis to the impacts of climate change and anthropic activity. Syllabus, useful for training of researchers and senior staff with responsibilities in management of coastal land and risk, are aligned with the topics lectured in reference institutions in coastal dynamics.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As componentes T e TP são organizadas em sessões temáticas, nas quais se abordam conceitos teóricos e praticam, em sala de aula, exercícios de aplicação, analisam-se estudos de caso, discutem-se implicações práticas em termos de gestão do espaço litoral. A vertente de campo é de carácter prático, utilizando instrumentação específica para aquisição de dados numa praia/laguna/estuário, sendo os dados utilizados para a realização de trabalhos que articulam os conceitos teóricos com exemplos de aplicação à gestão litoral.

Avaliação: realização de questionários individuais ao longo do semestre (20%), realização de trabalho de grupo (incluindo relatório e exposição oral) onde os conceitos teóricos são utilizados para resolver um estudo de caso (30%) e exame final (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures and TP classes are organized in thematic sessions, allowing for theoretical teaching and indoor resolution of exercises, discussion of case studies and implications in coastal management. The field activities are "hands-on", consisting of deployment and use of specific instrumentation in a beach/lagoon/estuary, being data from this activity used to solve exercises that articulates theoretical concepts with practical examples of application to coastal management.

Grading and Evaluation: short quizzes along the semester (20%), group work assignment (including report and oral presentation) where theoretical concepts are used to solve a case study (30%), and final exam (50%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A experiência de lecionação indica que os métodos adotados facilitam a perceção das aplicações concretas a questões de Geologia Ambiental, nomeadamente sobre a capacidade de prever a evolução dos sistemas costeiros (incluindo as associadas às alterações climáticas) e a gestão do espaço costeiro. A análise de estudos de caso, a discussão em sala de aula das implicações práticas das soluções e a prática de terreno são elementos que concorrem para a prossecução dos objetivos, nomeadamente no que respeita à perceção das mudanças a diversas escalas temporais e à capacidade de utilização de conhecimentos e domínio de metodologias da área da Geologia na resolução de questões complexas, transdisciplinares, do foro ambiental.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Experience indicates that adopted methods facilitate the understanding of how to approach practical issues of Environmental Geology, namely the ability to forecast the evolution of coastal systems (including the ones related with climate change and anthropic activity) and coastal zone management. The case study approach, classroom discussions and the "hands-on" practice provided by field activities, is most relevant as regards the ability understand changes at a wide range of timescales and to use scientific knowledge and methods of Geology in solving complex and cross discipline issues, typical of environmental issues.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bosboom, J., Stive, M. J. F. (2021). Coastal Dynamics. Delft University of Technology, Delft, The Netherlands. Masselink, G., Hughes, M. (2003). Introduction to coastal processes and geomorphology. Hodder Arnold.

Mapa IV - Matéria Cristalina e Cristalochímica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Matéria Cristalina e Cristalochímica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Crystalline Matter and Crystal Chemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-21; TP-21; PL-14 Lectures-21; Lect.-Lab classes-21; Lab classes-14

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção Nuclear para a Área de Especialização (AE) em Geodinâmica e Recursos Geológicos (os alunos escolhem, obrigatoriamente, 18 créditos de entre as opções nucleares da AE).

Opção Livre para as outras duas Áreas de Especialização (os alunos escolhem 12 créditos de entre as opções livres ou qualquer das opções nucleares das várias áreas de especialização).

4.4.1.7. Observations:

Nuclear option for the Specialization Area (SA) of Geodynamics and Geological Resources (it is mandatory that the students choose 18 credits among the nuclear options of the SA).

Free option for the other two Specialization Areas (the students are allowed to choose 12 credits among the free options or any of the nuclear options in the three SAs).

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Isabel Maria Silveira Ribeiro da Costa - 19,5h T + 19,5h TP + 13h PL

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

António Manuel Nunes Mateus – 1,5h T + 1,5h TP + 1h PL

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

O programa proposto para a disciplina de Matéria Cristalina e Cristalochímica pretende, não só consolidar e complementar conceitos de Cristalografia e Mineralogia previamente aprendidos na disciplina de Mineralogia (1º Ciclo), mas também desenvolver temáticas mais avançadas, passíveis de proporcionar aos estudantes de pós-graduação um conhecimento mais robusto sobre o comportamento dos minerais e de integrar esse conhecimento noutras áreas da Geologia, nomeadamente em Petrologia, em Geoquímica, em Geologia Estrutural e Riscos Geológicos.

Os temas de estudo propostos incluirão sessões de carácter prático e/ou teórico-prático, destinadas ao desenvolvimento de competência na caracterização óptica/textural, estrutural e química de minerais, assegurando assim a aplicação imediata dos conhecimentos adquiridos e uma melhor compreensão e interpretação desses mesmos conhecimentos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The syllabus offered for the discipline of Crystal Matter and Crystal Chemistry means to consolidate and complement basic notions of Crystallography and Mineralogy previously learned in the discipline of Mineralogy (1st Cycle of Studies), but also provides more advanced subjects, which will confer to postgraduate students a stronger knowledge of mineral behavior and a better perspective on how this knowledge can be essential in other domains of Geology, such as Petrology, Geochemistry, Structural Geology and Geological Hazards.

Each subject will include practical or theoretical/practical sessions, meant to develop the student's skills in the optical/textural, structural and chemical characterization of minerals, thus ensuring an immediate application and a better understanding of the acquired knowledge.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Os temas propostos no programa desta unidade curricular prendem-se com a caracterização estrutural e química dos minerais, dando particular ênfase ao estudo de grupos de minerais e de processos estruturais mais relevantes:

- 1 – *Introdução ao estudo da matéria cristalina (estabilidade mineral; crescimento de cristais; transições de fases, transformações estruturais e processos de substituição)*
- 2 – *Simetria e propriedades físicas dos minerais*
- 3 – *Alguns problemas estruturais em silicatos (questões de ordem-desordem; politipismo; distorções estruturais)*
- 4 – *Defeitos e deformação cristalina (defeitos intracristalinos e comportamento químico/mecânico dos minerais; mecanismos e regimes de deformação)*
- 5 – *Reações mineralógicas em estado sólido, em contexto metamórfico*
- 6 – *Algumas metodologias de estudo das estruturas cristalinas (DRX; MET)*
- 7 – *Tema de opção:*
 - *Biomíneralizações: formação e importância paleoambiental e paleoestratigráfica*
 - *Cristaloquímica de sulfuretos e sulfossais*

4.4.5. Syllabus:

The subjects included in the syllabus of this curricular unit are directly related to the structural and chemical characterization of minerals, with emphasis on the study of particularly relevant mineral groups and structural processes:

- 1 – *Introduction to the study of crystalline matter (mineral stability; crystal growth; phase transitions; structural transformations and substitution processes)*
- 2 – *Symmetry and physical properties of minerals*
- 3 – *Some structural problems in silicates (order-disorder issues; polytypism; structural distortions)*
- 4 – *Crystal defects and deformation (influence of intracrystalline defects in the chemical/mechanical behaviour of minerals; deformation mechanisms and regimes)*
- 5 – *Solid-state mineral reactions, in metamorphic context*
- 6 – *Methods of study of crystal structures (XRD; TEM)*
- 7 – *Optional subject:*
 - *Biomíneralization: genesis and paleoenvironmental e paleoestratigraphic relevance*
 - *Crystal chemistry of sulphides and sulfosalts*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O programa proposto para a disciplina de Matéria Cristalina e Cristaloquímica foi desenhado de modo a abranger temáticas que proporcionem ao estudante de pós-graduação uma base de conhecimentos sólida e atual nos domínios da Cristalografia, da Mineralogia e da Cristaloquímica, consolidada com períodos de trabalho prático ou teórico-prático, em que o estudante aplicará ou desenvolverá esse conhecimento, ganhando assim competência nessas matérias.

O conjunto de temas propostos oferece, portanto, um equilíbrio entre tópicos de carácter mais fundamental e outros em que serão abordadas problemáticas mineralógicas e cristaloquímicas específicas, de modo a fornecer aos estudantes de pós-graduação uma visão ampla, mas devidamente aprofundada do que são e do que se faz atualmente em Ciências dos Minerais.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus offered for the discipline of Crystalline Matter and Crystal Chemistry has been designed so that it includes subjects which will provide the postgraduate student with a solid and modern knowledge in the areas of Crystallography, Mineralogy and Crystal Chemistry, complemented with sessions of practical hands-on work, during which the student will apply or develop that knowledge, therefore acquiring the necessary skill in each subject. Thus, this syllabus offers a balance between subjects of more fundamental character and a few other subjects where specific mineralogical and crystal-chemical issues will be approached raised and discussed, thus providing postgraduate students with sound knowledge and extended views on what are and what can be done in Mineral Sciences today.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas fornecerão aos estudantes as noções fundamentais sobre cada tema e as bases necessárias para o trabalho prático que se segue.

Sempre que necessário, as apresentações em “PowerPoint” serão complementadas com explicações no “quadro” da sala de aula. Quando a sua experiência profissional o justifique, outros professores poderão ser convidados a lecionar alguns temas específicos. Nas aulas teórico-práticas, proceder-se-á à resolução de exercícios sobre estabilidade mineral e ao cálculo de fórmulas estruturais de alguns minerais, enquanto nas aulas práticas se utilizará o microscópio petrográfico (para observação e caracterização de texturas metamórficas e de deformação), ou se fará a interpretação de padrões de DRX ou de imagens de TEM.

A classificação final da disciplina incluirá duas componentes: uma pequena monografia sobre um tema relevante escolhido pela/o estudante (5/20 valores) e um exame final escrito sobre os tópicos da disciplina (15/20 valores).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The lectures covering the subjects proposed in our syllabus will provide the student with fundamental notions and the necessary basis for the ensuing practical work.

PowerPoint presentations will be detailed on the blackboard whenever necessary.

When justified by their fields of expertise, other lecturers may be invited to speak on specific subjects.

Theoretical-practical sessions will be used for the resolution of exercises on mineral stability and the estimate of structural formulae of several minerals, whereas practical classes will make use of the petrographic microscope (for petrographic observation and characterization of metamorphic and deformation textures), or be dedicated to the interpretation of XRD patterns or TEM images.

The final classification in the discipline will include two components: the evaluation of a short essay on a suitable subject chosen by the student (5/20) and a final written examination on the subjects taught (15/20).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

São várias as metodologias propostas para aplicar de modo adequado os ensinamentos lecionados nas sessões de carácter teórico, de acordo com cada temática.

A microscopia ótica será fundamental para a observação de aspetos texturais relacionados com reações em estado sólido ou com deformação intracristalina, temas importantes a abordar.

A interpretação de registos de difração de raios-X e de imagens de microscopia eletrónica de transmissão será outro aspeto prático fundamental da formação destes estudantes de pós-graduação, possibilitando a interação com metodologias analíticas fundamentais na Mineralogia atual e a discussão de estudos de caso e os esclarecimentos de detalhe.

Noutros temas, a componente prática consistirá na resolução de problemas (por exemplo, relacionados com a estabilidade mineral) ou de cálculos (como será o caso para obter a fórmula estrutural de alguns minerais, a partir das suas análises químicas), que darão ao aluno o treino necessário nesses assuntos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Several different methods are planned for practical and theoretical-practical sessions, so that the postgraduate students will have adequate opportunity to apply their recently-acquired theoretical knowledge on the various subjects which make up the syllabus.

Optical microscopy will be fundamental for the observation of textural features related to solid-state reactions in minerals or intracrystalline deformation, paramount subjects in this syllabus.

The interpretation of X-ray diffraction patterns and of transmission electron microscope images will be another fundamental practical skill in the training of these postgraduate students, allowing for their interaction with fundamental analytical methods in modern Mineralogy and for the discussion of case studies and technical details.

For other subjects, the practical component will consist on the resolution of exercises (for instance, related to mineral stability) or on calculations (for instance, to obtain the structural formulae of a few minerals, from their chemical analysis), which will give the student the necessary practice in these subjects.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Deer, W.A., Howie, R.A. & Zussman, J. (1992) – Rock-forming minerals: an introduction. Longman Scientific & Technical, England (2nd ed.). Com versão em Português, traduzida e editada pela Fundação Calouste Gulbenkian (2ª edição, 1992).

Jaffe, H.W. (1996) – Crystal Chemistry and Refractivity. Dover Publ., Inc., New York.

Hayes, W. & Stoneham, A.M. (2004) – Defects and Defect Processes in Nonmetallic Solids. Dover Publ., Inc., New York.

Kerr, P. (1974) – Optical Mineralogy. McGraw-Hill, New York (4th ed.).

Navrotsky, A. (1994) – Physics and Chemistry of Earth Materials. Cambridge University Press.

Putnis, A. (1992) – Introduction to Mineral Sciences. Cambridge University Press, England.

Shelley, D. (1993) – Igneous and Metamorphic Rocks under the Microscope. Chapman & Hall, London.

Spry, A. (1974) – Metamorphic Textures. Pergamon Press, Oxford.

Mapa IV - Metalogenia**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Metalogenia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Metallogeny

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):*Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T-21; PL-28; TC-7 Lecture-21; Lect.-Lab-28; Field work-7***4.4.1.6. Créditos ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Opção Nuclear para a Área de Especialização (AE) em Geodinâmica e Recursos Geológicos (os alunos escolhem, obrigatoriamente, 18 créditos de entre as opções nucleares da AE).**Opção Livre para as outras duas Áreas de Especialização (os alunos escolhem 12 créditos de entre as opções livres ou qualquer das opções nucleares das várias áreas de especialização).***4.4.1.7. Observations:***Nuclear option for the Specialization Area (SA) Geodynamics and Geological Resources (it is mandatory that the students choose 18 credits among the nuclear options of the SA).**Free option for the other two Specialization Areas (the students are allowed to choose 12 credits among the free options or any of the nuclear options of the three SA)***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***António Manuel Nunes Mateus – 14h T + 14h PL + 3,5h TC***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Jorge Manuel Rodrigues de Sancho Relvas – 7h T**Luís Miguel Guerreiro Galla Gaspar – 7h PL + 3,5h TC**Raul Carlos Godinho Santos Jorge – 7h PL***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

(1) Compreender os constrangimentos geodinâmicos, geológicos, físicos e químicos que assistem diferentes processos metalogenéticos. (2) Avaliar a importância relativa das variáveis que condicionam os processos de solubilização, transporte e deposição de metais em diversos contextos geológicos. (3) Construir referenciais de análise que considerem as características litológicas, geoquímicas, estruturais e estratigráficas dos grandes tipos de sistemas mineralizantes relacionados com processos exógenos e endógenos. (4) Compreender e saber usar metodologias adequadas à caracterização dos minérios, assim como à determinação da sua idade e das principais fontes de fluido e de metal envolvidas na sua génese. (5) Consolidar e alargar competências práticas de campo e laboratório. (6) Desenvolver hábitos de pesquisa e leitura crítica de literatura científica. (7) Desenvolver competências de síntese oral e escrita e capacidade de exposição e comunicação.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

(1) To understand the geodynamic, geological and chemical constraints that assist various metallogenic processes. (2) To assess the relative importance of variables that control the metal solubility, transport and deposition processes in different geological settings. (3) To create adequate diagnostic frames that consider the lithological, geochemical, structural and stratigraphic features of the main ore-forming systems related to endogenous and exogenous processes. (4) To understand and know how to use the methodologies suitable for ores characterization and estimation of their ages, as well as to identify the prevalent sources of fluids and metals involved in their formation. (5) To consolidate an enlarge field and lab skills. (6) To develop routines on searching and reading scientific literature. (7) To develop the ability to produce oral and written synopsis and communication skills.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Módulo 1: Fontes de fluido e de metais; condições de solubilização, transporte e deposição de metais em diferentes contextos geológicos; razões fluido-rocha em sistemas hidrotermais. Módulo 2: Ambientes geodinâmicos e processos mineralizantes - sustentação de fluxos anómalos de calor na Litosfera; geração de diferentes tipos de magma e regimes de circulação hidrotermal, no espaço e tempo; circunstâncias favoráveis à advecção de massa e de calor e ao estabelecimento de zonalidades geoquímicas a grande escala. Módulo 3: Províncias metalogenéticas e Sistemas Mineralizantes - exemplos paradigmáticos (incluindo casos nacionais) relacionados com processos endógenos (hidrotermais, magmatogénicos e metamorfogénicos) e exógenos (sedimentares, de precipitação química e de meteorização química).

Curso prático: Características macro/microscópicas de vários tipos de minérios e rochas encaixantes. Campo:

Contacto direto com diferentes mineralizações e realidades geológicas do território nacional.

4.4.5. Syllabus:

Module 1: Fluid and metal Sources; solubility conditions, transport and deposition of metals in different geological settings; fluid-rock ratios in hydrothermal systems. Module 2: Geodynamic environments and ore-forming processes - sustaining anomalous heat fluxes in the Lithosphere; generation of different types of magma and regimes of hydrothermal circulation, in space and time; favorable conditions to mass and heat advection and to the establishment of large-scale geochemical zonation. Module 3: – Metallogenic Provinces and Ore-forming Systems - paradigmatic examples (including national cases) related to endogenous (hydrothermal, magmatogenic and metamorphogenic) and exogenous (sedimentary, chemical precipitation and chemical weathering) processes.

Practical course: Macro/microscopic characteristics of different types of ores and their host rocks. Field: Direct contact with different mineralization types and geological realities of Portugal mainland.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A compreensão dos princípios básicos que regem a solubilidade, transporte e deposição de metais, bem como das metodologias usadas no seu estudo, são fundamentais à identificação dos processos que concorrem para a formação de um depósito mineral. Acrescem a estes aspetos, as condicionantes geológicas impostas à advecção de massa e calor em vários ambientes, assim como as influências exercidas pelas fontes de fluido e de metais, determinando os principais ambientes de formação de minérios à escala global, em diferentes escalas de tempo e espaço.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Understanding the basic principles that rule the solubility, transport and deposition of metals, as well as the methodologies used in their study, are fundamental to the recognition of processes that contribute to the development of an ore-forming system. In addition to these features, the geological constraints imposed on the mass and heat advection in various environments are also significant, as well as the role played by fluid and metal sources, determining the main environments of mineral formation on a global scale, in different time scales and space.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas suportadas por apresentações em PPT ou suportes alternativos. Aulas práticas preferencialmente orientadas para a caracterização macro e microscópica de materiais. Aulas de campo direccionadas para a observação/caracterização de casos de estudo particulares, de comprovado valor pedagógico.

Alternativa 1: Avaliação sumativa teórica (40%), trabalho monográfico teórico (10%), Fichas de avaliação prática (40%), Exercícios de campo (10%). Alternativa 2: Exame final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures supported by PPT presentations or alternative supports. Practical classes preferably oriented towards the macro and microscopic characterization of materials. Field classes aimed at the observation/characterization of particular case studies, of proven pedagogical value.

Alternative 1: Theoretical summative assessment (40%), theoretical monographic work (10%), Practical assessment sheets (40%), Field exercises (10%). Alternative 2: Final (theoretical and practical) assessment.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Ao nível do curso teórico, as metodologias de ensino utilizadas nesta unidade curricular baseiam-se na apresentação e discussão de uma série encadeada de tópicos que, simultaneamente, pretendem estimular a participação dos estudantes, individualmente ou em grupo. A estratégia metodológica definida para as aulas expositivas (que também influencia a escolha dos casos de estudo e a apresentação/discussão dos critérios suporte a vários modelos genéticos) tem reflexos diretos nas restantes componentes do programa de ensino-aprendizagem. Com efeito, o conjunto de materiais selecionado para as aulas práticas de observação e caracterização macro-microscópica de minérios e rochas encaixantes, para além do conjunto de exercícios a realizar em contexto de trabalho de campo, permitirão consolidar os conhecimentos transmitidos nas exposições teóricas, constituindo a base para a compreensão dos processos geradores de concentrações económicas de metais. O incentivo à realização do trabalho monográfico (apresentado e discutido oralmente), bem como à conclusão das várias fichas de trabalho prático (discutidas em detalhe), valorizando a componente formativa contínua, fomentam também hábitos de pesquisa e leitura crítica de literatura científica, para além das competências de síntese oral e escrita e capacidade de exposição e comunicação. Todas estas abordagens pretendem promover o exercício autónomo das aprendizagens, o espírito crítico, as atitudes reflexivas e mentalmente abertas, o trabalho colaborativo e o treino de técnicas de microscopia, campo, expositivas e comunicacionais. Estas metodologias de ensino são entendidas como as mais adequadas à prossecução dos objetivos acima definidos e as mais estimulantes do ponto de vista intelectual para alunos com o estado de maturação científica que associa a um 2º ciclo de estudos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

At the level of the theoretical course, the teaching methodologies used in this curricular unit are based on the presentation and discussion of a linked series of topics that, simultaneously, aim to stimulate the participation of students, individually or in groups. The methodological strategy defined for the lectures (which also influences the choice of case studies and the presentation/discussion of the support criteria for various genetic models) impacts

directly on the remaining components of the teaching-learning program. In fact, the set of materials selected for practical classes of macro-microscopic observation and characterization of ores and hosting rocks, in addition to the set of exercises to be carried out in the context of fieldwork, will allow the consolidation of the knowledge conveyed in lectures, representing the basis for understanding the processes involved in the generation of economic concentrations of metals. Encouraging the completion of the monographic work (presented and discussed orally), as well as the completion of the various practical worksheets (discussed in detail), valuing the continuous training component, also intend to foster habits of research and critical reading of scientific literature, to in addition to oral and written synthesis skills and exposition and communication skills. All these approaches aim to promote the autonomous exercise of learning, critical thinking, reflective and open-minded attitudes, collaborative work and training in microscopy, field, expository and communication techniques. These teaching methodologies are understood as the most adequate to the pursuit of the objectives defined above and the most stimulating from an intellectual point of view for students with a state of scientific maturity associated with a 2nd cycle of studies.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Barnes H. L. (ed., 1997) *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits. 3rd Ed., John Wiley & Sons, New York: 972 pp.*
- Brimhall G.H.Jr., Crerar D.A. (1987) *Ore fluids: magmatic to supergene. Rev. Min., v. 17, Min. Soc. Am.: 235-321.*
- Crear D., Wood S., Brantley S., Bocarsly A. (1985) *Chemical controls on solubility of ore forming minerals in hydrothermal solutions. Can. Min., 23: 333-352.*
- Decree S., Robb L. (eds, 2019) *Ore Deposits: origin, exploration, and exploitation. Am. Geophys. Union: 272 pp.*
- Jamtveit B., Yardley B. (eds., 1997) *Fluid Flow and Transport in Rocks: Mechanisms and Effects. Chapman & Hall, London: 319 pp.*
- Richards J. P., Tosdal R. M. (eds, 2001) *Structural Controls on Ore Genesis. Reviews in Economic Geology, v. 14, Society of Economic Geologists: 251 pp.*
- Robb L. (2005) *Introduction to Ore-forming Processes. Blackwell Publishing, Oxford, 373 pp.*
- Sawkins F. J. (1990). *Metal Deposits in Relation to Plate Tectonics. 2nd Ed., Springer Verlag, Berlin: 461 pp.*

Mapa IV - Micropaleontologia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Micropaleontologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Micropalaeontology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-14; PL-35; TC-7 Lecture-14; Lab-35; Field work-7

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção Nuclear para a Área de Especialização (AE) em Paleoambientes e Mudanças Globais; os alunos escolhem obrigatoriamente 18 créditos, de entre as opções nucleares da AE.

Opção Livre para as outras duas Áreas de Especialização (Geodinâmica e Recursos Geológicos, Geologia Aplicada e Ambiental); os alunos escolhem 12 créditos de entre as opções livres ou qualquer das opções nucleares das várias áreas de especialização.

4.4.1.7. Observations:

Nuclear option for the Specialization Area (SA) Palaeoenvironments and Global Change; it is mandatory that the students choose 18 credits among the nuclear options of the SA.

Free option for the other two Specialization Areas (Geodynamics and Geological Resources, Applied and Environmental Geology); the students are allowed to choose 12 credits among the free options or any of the nuclear options of the three SA.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Francisco Manuel Falcão Fatela: T– 5h, PL– 11h, TC– 3.5h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Maria Cristina de Sousa Cabral: T– 4h, PL– 11h, TC– 3.5h

Mário Albino Pio Cachão: T – 4h, PL – 11h

Ana Cristina Costa Neves dos Santos Azerêdo: T – 1h, PL – 2h (colaboração pontual, tipo seminário/ Collaboration as seminar type)

(Outros convidados para colaboração pontual, tipo seminários/ Other invited in a collaboration as seminar type)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Aquisição de conhecimentos essenciais dos grupos de microfósseis mais usados em Geologia - morfologia, taxonomia, paleoecologia, biostratigrafia, paleobiogeografia e das seguintes aptidões:

1) Discussão e interpretação estratigráfica e paleoecológica de casos concretos que contribuam para a reconstituição paleoambiental, num âmbito temporal antigo e recente;

2) Aplicação destes contributos ao contexto das Mudanças Globais.

Preparar para a investigação científica em Micropaleontologia, desenvolvendo autonomia e capacitação, nomeadamente pela aquisição das seguintes competências:

1) Elaboração do plano de amostragem adequado ao meio e às especificidades dos grupos taxonómicos;

2) Reconhecimento e descrição dos géneros essenciais para as interpretações estratigráficas e paleoambientais;

3) Integração de toda a informação que conduz à interpretação dos grupos estudados;

4) Produção e apresentação de um relatório ou de um artigo científico.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Acquisition of essential knowledge about the most used microfossil groups in Geology - morphology, taxonomy, palaeoecology, biostratigraphy, paleobiogeography and the following skills:

1) Discussion, stratigraphic and palaeoecological interpretation of real cases that will achieve a paleoenvironmental reconstitution, under an ancient as well as a recent temporal scope;

2) Application of these contributions to the context of Global Change.

Preparation for scientific research in Micropalaeontology, development of autonomy and training, namely by acquiring the following skills:

1) Elaboration of a sampling plan adequate to the environment and specificities of the taxonomic groups;

2) Recognition and description of the genus essential for stratigraphic and paleoenvironmental interpretations;

3) Integration of all the information that leads to the interpretation of the studied groups;

4) Production and presentation of a report or a scientific paper.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Aulas teóricas - morfologia geral, critérios de identificação, taxonomia, paleoecologia, biostratigrafia e paleobiogeografia de algas calcárias, foraminíferos, nanoplâncton calcário e ostracodos. As aulas teóricas asseguradas por convidados externos (e.g. pólen, carófitas, diatomáceas) incluirão uma parte prática de observação (estilo seminário). Os grupos a lecionar poderão assim variar, consoante a disponibilidade dos convidados.

Aulas Práticas- módulo 1) foraminíferos e ostracodos; módulo 2) nanofósseis calcários; os trabalhos destes módulos incluem: planeamento e preparação logística da recolha de amostras fósseis e subactuais; processamento laboratorial, quarteamento e triagem dos resíduos de lavagem; separação por morfotipos e ensaio de identificação; montagem de exemplares para a recolha de imagens no MEV; interpretação dos resultados com aplicação de estatística multivariada (e.g. programa PAST) e elaboração de relatório, que pode adquirir o formato de artigo científico.

4.4.5. Syllabus:

Lectures - general morphology, identification criteria, taxonomy, palaeoecology, biostratigraphy and paleobiogeography of calcareous algae, foraminifera, calcareous nanoplankton and ostracoda. The lectures of external guests (e.g. pollens, carophytes, diatoms) will include a lab component of observation (seminar style). The groups to be taught may therefore vary, depending on the availability of guests.

Lab- module 1) foraminifera and ostracoda; module 2) calcareous nanofossils; these modules includes: planning and logistical preparation of fossil and sub-actual sample collection; laboratory procedures, splitting and picking of washing residues; separation by morphotypes and identification; stub mounting for SEM image acquisition; interpretation of results with application of multivariate statistics (e.g. PAST program) and preparation of a report, that may follow the structure and the wording of a scientific paper.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos acima especificados procuram corresponder ao objetivo fundamental de proporcionar uma formação científica de base sólida e transversal, abrangendo diferentes grupos e metodologias do âmbito da Micropaleontologia. Procura-se garantir este objetivo da formação teórica através da diversificação dos grupos a estudar, convidando para o efeito especialista externos.

A robustez da formação prática e de campo, procura concretizar a autonomia e proficiência dos alunos nos métodos de amostragem, no processamento laboratorial, na análise, tratamento, interpretação e apresentação dos dados, o que representará uma vantagem decisiva para a sua inserção no mercado de trabalho, ou em equipas científicas. A este respeito destacamos ainda a importância chave dos trabalhos de grupo baseados em casos de estudo e em dados reais.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus specified above aims the solid and broad scientific training, covering several groups and methodologies under the scope of Micropalaeontology. This objective will be ensured by diversity of the micropaleontological groups to be presented and discussed in the lectures, namely through the participation of invite specialists.

The robustness of lab and field training seeks a full autonomy and proficiency of students in sampling methods, laboratory processing, as well as the analysis, treatment, interpretation and presentation of data; this empowerment will represent a decisive advantage for their insertion in the job market, or in scientific teams. In addition, we also highlight the key importance of team work based on case studies and real data.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Teóricas: aulas expositivas estimulando a discussão com os alunos; algumas serão seguidas pela observação de material, quando lecionadas por especialistas externos (e.g. pólenes, carófitas, diatomeáceas); os grupos a lecionar, além dos assegurados por docentes do DG, poderão variar consoante a disponibilidade dos convidados.

Práticas: desenvolvimento da autonomia e capacitação em Micropaleontologia, do planeamento da amostragem à elaboração dum relatório. Trabalho de grupo que inclui a análise, interpretação e resolução de problemas concretos, a avaliação crítica dos limites dos métodos e ponderação dos resultados estatísticos com a observação microfaunística.

Avaliação:

Dois trabalhos escritos, um para cada Módulo, sob a forma de relatório ou artigo científico. Os conhecimentos teóricos dos grupos lecionados serão expostos na Introdução de cada trabalho. A classificação final inclui quer a produção, quer a apresentação e discussão dos relatórios.

Módulo 1 – 70%

Módulo 2 – 30%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures: expositive classes appealing for discussion of ideas; some lectures will be followed by the observation of material, when taught by external experts (e.g. pollens, carophytes, diatoms); these groups may therefore vary, after the availability of the guests.

Lab: development of autonomy and training in Micropaleontology, from sampling planning to the preparation of a report. Students work in groups including analysis, interpretation and resolution of real problems, and critical assessment that highlights the methodological limitations and balances the statistical results with micropalaeontological observations.

Evaluation:

Two written reports, one for each module, following the scientific paper structure and wording. The theoretical knowledge of the various groups taught will be exposed in the Introduction of each work. Final grade will consider the field and the lab sessions, as well as the presentation and the discussion of the final report.

Module 1 - 70%

Module 2 - 30%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino foram pensadas e são concretizadas de forma a atingir os objectivos estabelecidos. Designadamente, a diversidade dos temas teóricos abordados numa perspectiva complementar ao 1º Ciclo e a formação prática focada na transferência destes conhecimentos para domínio do saber fazer. O percurso prático que inclui todas as fases de desenvolvimento de estudo e resposta a uma problemática, quer no contexto de um trabalho técnico, quer no âmbito da investigação científica, do campo ao laboratório e do laboratório à interpretação e apresentação dos resultados, garante que a formação dos alunos vai ao encontro dos objetivos acima enunciados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methods were thought out and are implemented in order to achieve the established objectives. Namely, the diversity of themes covered by the lectures, addressed in a complementary perspective of the 1st Cycle, and the lab and field training focused on the transfer of this knowledge to the mastery of the know-how. The practical path that includes all phases of study development and answer to a problem, either in the context of technical work or scientific research, from the field to the laboratory and from the laboratory to the interpretation and presentation of results, ensures that the training of students meets the goals set out above.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Brasier, M. D., 1981. Microfossils. George Allen & Unwin, London, 193 pp.
Fatela, F.; Taborda, R. (2002). Confidence limits of species proportions in microfossil assemblages. MarMic 45: 169-174.
Hammer, Ø. (2013). Reference manual: PAST. NHM, Univ Oslo, 221 pp.
Holmes J. A. and Chivas, A. R., (Editors), 2002. The Ostracoda. Applications in Quaternary Research. Geophysical Monograph, 131, American Geophysical Union, Washington, DC,313.
Loeblich, A.R. Jr.; Tappan H. (1988). Foraminiferal Genera and their Classification. Van Nostrand Reinhold Company, v. 1, 970 pp., v. 2, 847 pl.
Murray, J.W. (2006). Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. Cambridge Univ. Press, 426 pp.
Seyve, C. (1990). Introdução à Micropaleontologia. Elf Aquitaine Ed., 232pp.
Winter, A. & Siesser, W. (1994). Coccolithophores. Cambridge Univ. Press, 242 pp.
 Serão ainda facultados artigos selecionados sobre os grupos e os casos de estudo.
Selected articles for the groups and the case studies will be provided.

Mapa IV - Modelação de Escoamento Subterrâneo**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Modelação de Escoamento Subterrâneo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Groundwater Flow Modelling

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-14; TP-35 Lecture-14; Lect.-Lab-35

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção Livre para as três Áreas de Especialização.

4.4.1.7. Observations:

Free option for the three Specialization Areas.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Maria do Rosário da Encarnação de Carvalho- 14h T + 35h TP

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

A modelação numérica do escoamento subterrâneo é uma ferramenta imprescindível no conhecimento e gestão de aquíferos. Baseia-se em princípios físicos capazes de simular e prever o comportamento do meio subterrâneo face a ações naturais e/ou antropogénicas. A UC destina-se a fornecer fundamentos e ferramentas de modelação numérica do escoamento e transporte de massa em aquíferos. Os modelos numéricos terão como objetivos o conhecimento dos aquíferos e a previsão da resposta a diversos cenários de afetação tais como: exploração; obras de engenharia e alterações climáticas; interação água superficial/água subterrânea, transporte de contaminantes. Destina-se a estudantes com formação diversificada na área das Ciências da Terra, mas com alguns conhecimentos sobre o funcionamento de aquíferos e ferramentas de informação de sistemas geográficos. A formação proposta tem aplicações diretas na atividade de profissionais na área dos recursos hídricos, da geologia de engenharia e do ambiente.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The numerical modelling of groundwater flow is an indispensable tool in the knowledge and management of aquifers. It is based on physical principles capable of simulating and predicting the behaviour of the subsurface environment under natural and/or anthropogenic actions. This course aims to provide fundamentals and tools for numerical modelling of flow and mass transport in aquifers. The numerical models will have as objectives the knowledge of aquifers and the prediction of response to various scenarios of affectation such as: exploitation; engineering works and climate change; surface water/groundwater interaction, transport of contaminants.

It is intended for students with diversified background in Earth Sciences, but with some knowledge of aquifer functioning and geographic systems information tools.

The proposed training has direct applications in the activity of professionals in the areas of water resources, geology engineering and environment.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

As matérias lecionadas organizam-se em quatro módulos temáticos:

- 1) Conceitos e ferramentas de modelação de aquíferos: definição de modelos conceptuais hidrológicos e a sua transposição para modelos numéricos; modelos de diferenças finitas e de elementos finitos; utilização de sistemas de informação geográfica no tratamento dos dados de entrada e interface com o modelo numérico;*
- 2) Construção de modelos numéricos a 2D e 3D, utilizando software de modelação numérica de diferenças finitas (Modflow); simulação do fluxo em regime estacionário e transitório; análise do balanço hídrico global;*
- 3) Calibração dos modelos numéricos e análise de incerteza; modelos de previsão de ações sobre o modelo;*
- 4) Modelos de transporte de massa: modelação do percurso de partículas, para análise de linhas de fluxo e transporte de contaminantes; modelação do transporte de reativo de contaminantes; condições de fronteira de massa e parâmetros de transporte de diferentes espécies contaminantes.*

4.4.5. Syllabus:

The subjects are organized into four thematic modules:

- 1) Concepts and tools of aquifer modelling: definition of conceptual hydrological models and their transposition to numerical models; finite difference and finite element models; use of geographic information systems in the treatment of input data and interface with the numerical model;*
- 2) Building 2D and 3D numerical models using finite difference modelling software (Modflow); transient and steady state flow simulation; global water balance analysis;*
- 3) Calibration of numerical models and uncertainty analysis; models for predicting actions on the model;*
- 4) Mass transport models: particle path modelling, for analysis of flow lines and contaminant transport; modelling of contaminant reactive transport; mass boundary conditions and transport parameters of different contaminant species.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A modelação numérica do escoamento subterrâneo é uma ferramenta imprescindível na gestão dos recursos hídricos subterrâneos e no auxílio à tomada de decisão de projetos de outras áreas das ciências da Terra e da Engenharia, como sejam o Ambiente e a Geologia de Engenharia. Os conteúdos programáticos da disciplina procuram assegurar que os alunos adquiram conhecimentos básicos sobre as metodologias de modelação numérica de escoamento subterrâneo e transporte de massa e que sejam capazes de os aplicar na resolução de problemas reais nas áreas dos recursos hídricos, geologia de engenharia e ambiente.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Numerical modelling of groundwater flow is an indispensable tool in the management of groundwater resources and in aiding the decision-making process of projects in other areas of Earth Sciences and Engineering, such as Environment and Engineering Geology. The course contents aim to ensure that students acquire basic knowledge about the methodologies of numerical modelling of groundwater flow and mass transport and that they are able to apply them in solving real problems in the areas of water resources, geology engineering and environment.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Com o objetivo de assegurar que os alunos assimilem e ganhem familiaridade com as matérias constantes no programa da disciplina, a leção da UC constará de aulas Teóricas e aulas Teórico-Práticas. As aulas Teóricas serão lecionadas presencialmente, ou à distância, baseadas na exposição oral da matéria.

Nas aulas Teórico-Práticas os alunos terão a oportunidade de realizar exercícios de modelação numérica do fluxo subterrâneo, com computador e programas indicados, onde aprenderão construir modelos que simulem os que se enfrentam na atividade profissional.

A avaliação da UC será efetuada com base em exercícios práticos realizados durante o semestre, que correspondem a 50% da nota Final; Exame Final, teórico e prático, que contribui para 50% da nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In order to ensure that students assimilate and become familiar with the subject matter, the UC will consist of lectures and practical classes. Theoretical classes will be delivered in person or remotely, based on the oral presentation of the subject.

In the Theoretical-Practical classes students will have the opportunity to perform numerical modelling exercises of groundwater flow, with computer and indicated programs, where they will learn to build models that simulate those faced in professional activity.

The evaluation of the UC will be based on practical exercises carried out during the semester, which correspond to 50% of the final mark; Final Exam, theoretical and practical, which contributes to 50% of the final mark.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A modelação numérica do escoamento subterrâneo é uma ferramenta imprescindível na gestão dos recursos hídricos subterrâneos e no auxílio à tomada de decisão de projetos de outras áreas das ciências da Terra e da Engenharia, como sejam o Ambiente e a Geologia de Engenharia. Assenta na análise numérica de sistemas baseados em princípios físicos fundamentais, capazes de simular e prever, matematicamente, o comportamento do meio subterrâneo face a ações naturais e/ou antropogénicas futuras.

Nesta UC pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos teóricos sobre as metodologias de modelação numérica de escoamento subterrâneo e transporte de massa e que sejam capazes de os aplicar na resolução de problemas reais. Um aluno de mestrado deverá já ter uma formação de base em outras disciplinas da área das geociências ou da engenharia que lhe permita lidar com os conceitos geológicos e hidrogeológicos necessários para obter um adequado aproveitamento do programa desta disciplina. Nas aulas Teóricas o docente irá rever alguns conceitos fundamentais sobre hidráulica subterrânea e processos de transporte de contaminantes. A componente teórica dará ao aluno as competências necessárias para a ligação entre o modelo conceptual do problema a modelar e o modelo numérico.

Nas aulas Teórico-Práticas serão revistos e ministrados conhecimentos necessários para a realização do programa de exercícios que complementam e consolidam os ensinamentos das aulas teóricas, nomeadamente a utilização de ferramentas de informação digital e programa de modelação Modflow. A componente teórico-prática da UC tem como principal objetivo os alunos serem capazes de resolver problemas comuns na sua atividade profissional, tais como a exploração sustentada de recursos hídricos subterrâneos, rebaixamentos, escavações, assentamentos de terrenos, contaminação e remediação, entre muitos outros. Utilizando computadores e programas de modelação terão a oportunidade de treinar a construção de vários tipos de modelos de escoamento subterrâneo e simular ações e afetações a esse escoamento, naturais e/ou antropogénicas.

Sempre que possível os alunos serão desafiados a trabalhar em equipa e a desenvolverem pequenos projetos temáticos. O docente incentivará os alunos a procurarem soluções para os desafios que lhes são colocados, orientando e corrigindo, sempre que conveniente.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Numerical modelling of groundwater flow is an indispensable tool in the management of groundwater resources and in supporting the decision making of projects in other areas of Earth Sciences and Engineering, such as Environment and Engineering Geology. It is based on the numerical analysis of systems, using fundamental physical principles, capable of simulating and predicting, mathematically, the behaviour of the subterranean environment in face of future natural and/or anthropogenic actions.

This course is intended for students to acquire theoretical knowledge about the methodologies of numerical modelling of groundwater flow and mass transport and to be able to apply them in solving real problems. A master's student should already have a background in other geosciences or engineering disciplines that will enable him/her to deal with the geological and hydrogeological concepts necessary to get a proper understanding of the program of this subject. In the lecture classes the teacher will review some fundamental concepts of groundwater hydraulics and contaminant transport processes. The theoretical component will give the student the necessary skills for the connection between the conceptual model of the problem to be modelled and the numerical model.

The theoretical-practical classes will review and provide the necessary knowledge for the realization of the exercise program that complements and consolidates the theoretical lessons, namely the use of digital information tools and Modflow modelling program. The main objective of the theoretical-practical component of the course is for students to be able to solve common problems in their professional activity, such as the sustained exploration of groundwater resources, subsidence, excavation, contamination, and remediation, among many others. Using computers and modelling programs they will have the opportunity to train the construction of various types of subsurface flow models and to simulate natural and/or anthropogenic actions and affects to this flow.

Whenever possible, students will be challenged to work in teams and develop small thematic projects. The teacher will encourage students to seek solutions to the challenges they are given, guiding, and correcting, where appropriate.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Anderson, M.P., Woessner, W.W., Hunt, R.J. (Ed.) (2015). Applied Groundwater Modeling (Second Edition), Academic Press. DOI:10.1016/B978-0-08-091638-5.00019-5.

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080916385000195>)

Bear, B., Cheng, A. H-D (2010). Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport. Springer Netherlands: 834 p. DOI: 10.1007/978-1-4020-6682-5

Simcore Software (2012). Processing Modflow. An Integrated Modeling Environment for the Simulation of Groundwater Flow, Transport and Reactive Processes. (<https://www.simcore.com/files/pm/v8/pm8.pdf>)

Wang, H.F., Anderson, M.P. (1982). Introduction to Groundwater Modeling. Finite Difference and finite Element Methods.

Academic Press; 246 p.

Mapa IV - Modelação Numérica em Geologia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Modelação Numérica em Geologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Numerical Modelling in Geology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-14; TP-35 Lecture-14; Lect.-Lab-35

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Rui Pires de Matos Taborda – 14h T + 15h TP

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Mário Abel Carreira Gonçalves –20h TP

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Fornecer os fundamentos de modelação numérica que permitam ao aluno simular sistemas geológicos complexos. No final desta UC os estudantes deverão: i) ter um domínio sólido das técnicas de modelação numérica em Geologia; ii) conseguir calcular soluções numéricas de equações diferenciais e serem capazes de escrever o seu próprio código de raiz em Python; e iii) compreender o significado, a precisão e as limitações das soluções numéricas obtidas.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Provide the fundamentals of numerical modelling which allow students to simulate complex geological systems. With this course, students should: i) acquire a solid domain of numerical modelling techniques in Geology; ii) be able to compute numerical solutions of differential equations and write their own Python code from scratch; and iii) understand the meaning, precision, and limitations of the obtained numerical solutions.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*I-Introdução: revisão de conceitos matemáticos fundamentais, algoritmos, convergência e análise de erro.
II-Equações não lineares. Métodos: bissecção, ponto fixo, Newton e secante; análise do erro e convergência.
III-Diferenciação e integração numéricas. Fórmulas de Newton-Cotes e de integração composta.
IV- Equações Diferenciais Ordinárias (EDOs). Problemas de Valor Inicial: métodos de Euler e Runge-Kutta. EDO's de ordem superior e sistemas. Consistência, estabilidade e convergência. Problemas com Valores de Fronteira.
V-Equações diferenciais às derivadas parciais: esquemas de diferenças finitas. Problemas Elípticos: equação de Poisson; condições de Dirichlet e Neumann. Problemas Parabólicos: equação do calor; métodos explícitos e implícitos. Problemas Hiperbólicos: equação da onda.
VI-Técnicas emergentes na modelação numérica de Sistemas Terrestres.
A componente TP é dedicada ao desenvolvimento de programas com recurso aos algoritmos estudados na resolução de problemas geológicos.*

4.4.5. Syllabus:

*I-Introduction: review of fundamental mathematical concepts, algorithms, convergence, and error analysis.
 II-Non-linear equations. Methods: bisection, fixed point, Newton, and secant; error analysis and convergence.
 III-Numerical differentiation and integration. Newton-Coates formulas and composite integration.
 IV-Ordinary Differential Equations (ODEs). Initial value problems: Euler and Runge-Kutta methods. Higher order ODEs and systems. Consistency, stability, and convergence. Boundary value problems.
 V-Partial Differential Equations: finite difference schemes. Elliptical problems: Poisson equation; Dirichlet and Neumann conditions. Parabolic problems: heat equation; explicit and implicit methods. Hyperbolic problems: wave equation.
 VI-Emerging techniques in the numerical modelling of Earth Systems.
 The lab component is devoted to the development of programs using the studied algorithms to solve geological problems.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos cobrem os tópicos fundamentais de modelação numérica lecionados em UC similares nas áreas das Ciências e da Engenharia, mas consideram na sua estruturação e desenvolvimento os interesses e conhecimentos prévios em programação, álgebra e cálculo típicos de um licenciado na área das Geociências. A orientação para a modelação de processos geológicos permitirá aos estudantes apreender mais facilmente os conceitos teóricos e compreender as limitações dos métodos e aproximações utilizadas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Syllabus cover the fundamental topics of numerical modelling lectured in similar courses in the Earth and Engineering sciences, but consider students have previous knowledge of programming, algebra, and calculus as an average undergrad student would learn in Geosciences courses. The scope towards modelling of geological processes allow students to learn more easily the theoretical concepts and understand the limitations of the methods and approximations used.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas expositivas e aulas teórico práticas onde são desenvolvidos programas que concretizam os algoritmos apresentados na componente teórica e que são orientados para a resolução de problemas em geologia.
 Avaliação: exame final (40%), avaliação contínua através da realização de questionários rápidos ao longo do semestre (10%) e resolução de trabalhos práticos ao longo do semestre (50%).*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*Expositive theoretical classes and lab classes where programming of the learned algorithms are developed, oriented towards the solving of geological problems.
 Grading and Evaluation: Final Exam (40%), short quizzes along the semester (10%), and lab assignments (50%).*

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Em todos os módulos do programa da UC os conceitos teóricos são explorados e desenvolvidos em estreita articulação com a resolução de problemas com aplicação prática em Geologia. Nas aulas TP a apresentação e forma de resolução dos exercícios convida a uma reflexão crítica dos estudantes sobre os principais tópicos lecionados. Esta abordagem incentiva a compreensão das várias técnicas numéricas abordadas e, simultaneamente, permite ao estudante apreender a importância da modelação numérica para o estudo e compreensão dos processos geológicos. Todos os exercícios de aplicação são codificados de raiz permitindo aos estudantes ganhar proficiência e autonomia na programação.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

In all modules of the syllabus, the theoretical concepts are explored and developed in close association with the resolution of applied and practical problems in Geology. In the lab classes the presentation and solution strategies of the exercises invites students to exercise their critical thinking and reflection on the lectured topics. This approach encourages the understanding of the various numerical techniques learned and, simultaneously, allow students to learn the importance of numerical modelling to study and understand geological processes. All applied exercises are coded from scratch such that students become proficient and autonomous in programming.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Albarède, F., Introduction to Geochemical Modeling, Cambridge University Press (1996)
 Burden, R. e Faires, J., Numerical Analysis, Brooks Cole (2000)
 Downey, A., Think Python 2ed, Green Tea Press (2015)
 Linge, S. e Langtangen, H. P., Programming for Computations - Python, Springer (2016)
 Gerya, T., Introduction to Geodynamic Numerical Modelling, Cambridge University Press (2019)
 Pelletier, J. D., Quantitative Modeling of Earth Surface Processes, Cambridge University Press (2008)*

Mapa IV - Ordenamento do Território e Impacte Ambiental

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Ordenamento do Território e Impacte Ambiental***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Land Management and Environmental Impact***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CTERRA***4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T-21; TP-28; TC-7 Lecture-21; Lect.-Lab-28; Field work-7***4.4.1.6. Créditos ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Maria da Conceição Pombo de Freitas – 14h T + 7h TP + 3,5h TC***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Maria do Rosário da Encarnação de Carvalho – 14h TP + 3,5 h TC**António Manuel Nunes Mateus – 7h T + 7h TP***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

(1) Compreender os conceitos Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável, ponderando as valências implícitas e as implicações da sua aplicação; (2) Compreender os conceitos de eco-gestão e eco-eficiência e reconhecer a sua importância na gestão de recursos geológicos e nas práticas de ordenamento do território (OT); (3) Tomar conhecimento dos quadros regulamentares nacionais e da UE; (4) Saber construir referenciais de análise objetiva dos impactes ambientais desencadeados pela atividade humana e perspetivar os meios adequados à sua minimização e monitorização; (5) Compreender as implicações do conhecimento geocientífico na resolução de questões relacionadas com a avaliação de perigosidade/risco e sua relação com OT; (6) Entender os princípios orientadores subjacentes à elaboração de Planos/Programas de OT (de carácter regional, local ou especial); (7) Saber aplicar os conceitos e as metodologias adequadas à elaboração de estudos de ordenamento e de avaliação de impacte ambiental.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

1) To understand the concepts of Sustainability and Sustainable Development, considering the implicit valences and the implications of their application; (2) To apprehend the concepts of eco-management and eco-efficiency and recognize their importance in the management of geological resources and land-use planning (LUP) practices; (3) To recognize the national and EU regulatory frameworks; (4) Know-how to build benchmarks for objective analyses of environmental impacts triggered by human activity and foresee the appropriate means for their minimization and monitoring; (5) To realize the implications of geoscientific knowledge in resolving issues related to hazard/risk assessment and its relationship to LUP; (6) To understand the guiding principles underlying the elaboration of LUP Plans/Programs (of regional, local or special scope); (7) Know-how to apply the concepts and methodologies suitable for the preparation of planning and environmental impact assessment studies.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável: evolução de conceitos; repercussões económicas, éticas e legais, designadamente no quadro da UE. Perspetivas futuras: dinâmica da população humana e consumo; usufruto de recursos geológicos; implicações para a descarbonização da economia, transição energética e digital; gestão do solo e da água. Diversidades biológica, geológica e cultural; reflexos nos conceitos de eco-gestão e eco-eficiência; o papel da Ciência, da Tecnologia e da Inovação.

Ordenamento do Território: Instrumentos de Gestão Territorial, Leis Fundamentais, Estratégias Nacionais. Servidões e Restrições de utilidade pública. Geoparques. Metodologias e materiais; intervenção da Geologia. Política de Ambiente e enquadramento jurídico. Avaliação Ambiental Estratégica. Avaliação de Impactes Ambientais: Fases e

procedimentos. Identificação de impactes em descritores no âmbito da geologia; metodologias de avaliação de impactes; medidas mitigadoras; plano de monitorização.

4.4.5. Syllabus:

Sustainability and Sustainable Development: evolution of concepts; main economic, ethical and legal repercussions, particularly within the EU framework. Future perspectives: human population dynamics and consumption; the use of geological resources; implications for the economy decarbonization, energy and digital transitions; land and water management. Biological, geological and cultural diversity and its effects on the concepts of eco-management and eco-efficiency; the role of Science, Technology and Innovation.

Land Management: Legal instruments for land management, Fundamental Laws, National Strategies. Easements and Restrictions of public utility. Geoparks. Methodologies and materials; the role of Geology. Environmental Policy and legal framework.

Strategic Environmental Assessment. Environmental Impact Assessment: Phases and procedures. Identification of impacts in the field of geology; methodologies for impact assessment; mitigation measures; monitoring plan.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Esta unidade curricular relaciona conhecimentos obtidos na área da Geologia e aplica-os na gestão e ordenamento do território (OT), considerando a natureza diversa dos impactes ambientais e os propósitos dos diferentes modelos de desenvolvimento futuro. Aborda-se grande diversidade de Instrumentos de Gestão Territorial que permitirão aos futuros profissionais visão muito abrangente dos seus objetivos e metodologias, providenciando capacidades/competências necessárias para intervenção em OT. Ficarão igualmente aptos para integração em equipas multidisciplinares necessárias à abordagem destas temáticas. A profusão de exemplos concretos em estudos de caso contribui para uma melhor apreensão das matérias. Os conteúdos programáticos práticos e teórico-práticos, complementados com trabalho de campo, têm aplicações diretas nas componentes das geociências em estudos aplicados ao OT, incluindo a elaboração de Planos Ordenamento, avaliação de perigosidade/risco e estudos de impacte ambiental.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

This curricular unit intends to relate knowledge gathered in the field of Geology and its appliance in land-use management/planning, considering the diverse nature of environmental impacts and the purposes of different models of future development. The wide range of tools addressed for Land-use Management will allow future professionals to have a comprehensive view of their objectives and methodologies, providing also the skills/competences required to act in multidisciplinary teams dealing with land-use issues. The abundance of real examples, supported in case studies, contribute to a better understanding of the intended subjects.

The practical and theoretical/practical components, complemented with field work, have direct applications in the geoscience components included in studies applied to land-use planning, including the accomplishment of land-use plans, assessment of hazards/risks and environmental impact studies.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A componente teórica é expositiva e apoiada em projeção de imagens digitais. Sempre que oportuno, recorre-se a esquemas feitos no quadro ou a questionários interativos.

A componente prática inclui: (1) Resolução de problemas numéricos no âmbito dos tópicos sobre Desenvolvimento Sustentável. (2) Realização de um trabalho para identificar, caracterizar e quantificar os parâmetros geológicos que condicionam a ocupação do território, ao nível do Concelho, e que contribuam para a revisão do Plano Diretor Municipal. (3) Delimitação de figuras da Reserva Ecológica Nacional. (4) Elaboração de um estudo de impacte ambiental de diferentes tipos de projeto incluindo análise SWOT. São realizadas visitas de campo. A maior parte deste trabalho é realizado pelos alunos em pequenos grupos.

A avaliação da componente teórica (40%) é feita através de 2 testes parciais ou de exame final. A avaliação da componente teórico-prática (60%) consiste na realização, discussão e apresentação de relatórios.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Presentation of theoretical concepts based on power point files. Whenever appropriate, the blackboard can be used as well as student response systems (SRS).

The practical component consists in: (1) Resolution of numerical exercises in the context of topics related to the Sustainable Development. (2) Identification, characterization and quantification of the geological parameters that condition the occupation of the territory, at the level of the Municipality, and that contribute to the revision of the Municipal Master Plan. (3) Delimitation of National Ecologic Reserve figures. (4) Environmental impact study of different types of projects, including SWOT analysis. Field visits are also contemplated. Students work in small groups.

The evaluation of the theoretical component (40%) includes 2 partial tests or final exam.

The evaluation of the theoretical/practical component (60%) consist of discussion and presentation of reports.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A unidade curricular procura mobilizar os conhecimentos anteriormente adquiridos na área das Ciências da Terra e, de forma integrada, usá-los em aplicações ao ordenamento do território e avaliação de impactes ambientais.

O programa e objetivos da unidade curricular estão estruturados para fornecer fundamentos teóricos, assim como para introduzir a legislação e organização nacional atual, relativos ao ordenamento territorial e à avaliação de impactes ambientais. Todos estes conceitos e instrumentos são contextualizados à luz das implicações associadas aos diferentes modelos de Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável, considerando ainda as tendências futuras quanto ao usufruto dos recursos geológicos (minerais, energéticos, hídricos, pedológicos) e à dinâmica da população humana e seus consumos. Os conhecimentos a adquirir têm aplicações diretas nas componentes das geociências em estudos aplicados ao ordenamento do território, incluindo a participação em equipas orientadas para a elaboração de Planos/Programas de Ordenamento do Território (de carácter regional, local ou especial), avaliação de perigosidade/risco e estudos de impacto ambiental.

O ensino combina abordagens teóricas e discussões sobre vários assuntos, dando especial relevo aos principais instrumentos de gestão territorial, com prática de gabinete e de campo. A observação no terreno de aspetos falados na sala de aula afigura-se-nos fundamental para uma interiorização mais efetiva. A pesquisa de dados e materiais para trabalho prático pelos alunos facilita a compreensão dos temas na sua abrangência total. A exploração e interpretação dos resultados permite uma abordagem semelhante à que terão de vivenciar na vida profissional. A apresentação oral dos trabalhos efetuados fornece um excelente treino para o desenvolvimento da oralidade e poder de síntese.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The curricular unit seeks to mobilize the knowledge previously acquired in the field of Earth Sciences and, in an integrated manner, use it in applications for spatial planning and environmental impact assessment.

The syllabus and objectives of the curricular unit are structured to provide the theoretical principles, as well as to introduce the national regulatory framework on land management and assessment of environmental impacts. All these concepts and tools are contextualized in light of the implications associated with different models of Sustainability and Sustainable Development, also considering future trends regarding the use of geological resources (mineral, energy, water, soil) and the dynamics of the human population and its consumption. The intended knowledge has direct applications in geoscience components included in studies applied to land-use management/planning and the contribution of interdisciplinary teams oriented to the accomplishment of Land-Use Plans/Programs (of local, regional or special scope), hazard/risk assessment and environmental impact studies.

The teaching combines theoretical approaches and discussions on several topics, highlighting those related to the main instruments of land-use management, including in-office practices and field work. The field observation of aspects focused in classroom is essential to a more effective apprehension of the subjects. Research by students of data and materials for practical work facilitates the understanding of themes in their full scope. The exploration and interpretation of results allows a similar approach to that will have to experience in real work. The oral presentation of the work performed during the school-semester provides also an excellent practice for the development of verbalization and synthesis.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Berner E.K., Berner R. A. (1996). Global Environment: Water, Air, and Geochemical Cycles. Prentice Hall, New Jersey: 376 p.

Partidário, M.R., Jesus; J. (2003) - Fundamentos de Avaliação de Impacte Ambiental. Edição da Universidade Aberta, nº 273, Lisboa.

Partidário, M.R., (2004) - Introdução ao Ordenamento do Território, Lisboa, Universidade Aberta.

Partidário, M.R. (2007) - Guia de Boas Práticas para Avaliação Ambiental Estratégica, Agência Portuguesa do Ambiente.

Schellnhuber H.J., Crutzen P.J., William C.C., Claussen M., Held H (eds. – 2004). Earth System Analysis for Sustainability. The MIT Press – Dahlem University Press, Berlin, 454 p.

Mapa IV - Paleobiologia e Evolução de Vertebrados**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Paleobiologia e Evolução de Vertebrados

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Paleobiology and Evolution of Vertebrates

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-14; TP-28; TC-7 Lecture-14; Lect.-Lab-28; Field work-7

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção Livre para as três Áreas de Especialização.

4.4.1.7. Observations:

Free option for the three Specialization Areas.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Vanda Arlete Faria dos Santos – 4h T + 7h TP + 5h TC

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Elisabete Fernandes de Almeida Malafaia – 4h T+ 11h TP + 1h TC

Pedro Daniel Mocho Lopes – 6h T+ 10h TP + 1 TC

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Paleobiologia e Evolução de Vertebrados abordará conceitos básicos sobre a paleontologia de vertebrados conferindo uma visão integrada sobre a sua evolução, a sua paleobiologia e paleoecologia, bem como uma introdução às metodologias utilizadas no seu estudo. A componente teórico-prática é centrada na anatomia dos vertebrados, na análise e interpretação da sua história evolutiva através da observação e descrição do registo fóssil. Pretende-se assim que os alunos adquiram conhecimentos sobre diferentes metodologias; integrem métodos e argumentos para planificar e discutir hipóteses evolutivas; compreendam a relevância do registo fóssil para caracterizar a evolução dos vertebrados, bem como a importância do património paleontológico português e o seu valor como recurso para o desenvolvimento socioeconómico sustentável; e integrem o conhecimento obtido para compreender e fomentar o espírito crítico sobre os processos evolutivos na sua dimensão espacial e temporal.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Paleobiology and Evolution of Vertebrates will cover basic concepts about the paleontology of vertebrates, providing an integrative view on their evolution, paleobiology and paleoecology, as well as introducing several methodologies applied in their study. The Lecture-Laboratory classes are focused on the anatomy of vertebrates and in the analyses of their evolutionary history through the study of the fossil record. The students should achieve knowledge on distinct methodologies; integrate methods and data in order to discuss and propose evolutionary hypotheses; understand the significance of the fossil record for characterization of the vertebrates' evolution, as well as, the importance of Paleontological Heritage and its value as a resource for the sustainable development of populations; and integrate the obtained knowledge and skills in order to understand and stimulate the critical spirit about the evolutionary processes in a spatio-temporal dimension.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Nesta unidade curricular (UC) pretende-se abordar as principais características dos diferentes grupos de vertebrados, a sua anatomia, sistemática e filogenia, especialmente focado na análise do seu registo fóssil (osteológico e icnológico), através de aulas teóricas e sessões teórico-práticas em laboratório e/ou em museus de referência. A análise destes grupos de vertebrados será estabelecida numa perspetiva filogenética que permitirá a introdução de conceitos evolutivos e promoverá a compreensão da influência de fatores abióticos e bióticos na história evolutiva destes organismos. Estes dados serão correlacionados de forma transversal com outros grupos faunísticos e florísticos e será dada especial atenção a importantes eventos de radiação e extinção. Serão introduzidos os princípios básicos de metodologias aplicadas no estudo de vertebrados fósseis (e.g. análises filogenéticas, paleoicnologia, morfometria, morfologia funcional, paleo-histologia).

4.4.5. Syllabus:

This course unit aims to cover the most relevant characteristics of distinct extant and extinct groups of vertebrates, including their anatomy, systematics and phylogeny, mainly based on the analyses of their fossil record (osteological and ichnological evidences), along a set of lectures and lecture-laboratory classes in laboratories and/or museums. The analyses of these groups of vertebrates will be established based on a phylogenetic approach in order to allow the introduction of evolutionary concepts and to promote the understanding of biotic and abiotic factors that constrained their evolutionary history. All this information will be correlated with the evolution of other faunistic and floristic groups, and especially attention will be given to significant events of radiation and extinction. The basic concepts of several methodologies applied to the study of fossil vertebrates (e.g., phylogenetic, paleoichnology, morpho-functional

analyses, paleohistology) will be introduced.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos propostos têm como objetivo fornecer uma formação sólida em duas vertentes. Uma que se centra na componente teórica e teórico-prática, conferirá uma formação base sobre a anatomia, sistemática e história evolutiva de vários grupos de vertebrados, desde a sua origem à atualidade, numa perspetiva filogenética (promovendo uma perspetiva integrada da sua evolução com o contexto geodinâmico). A segunda vertente pretende introduzir ao estudante conhecimentos básicos sobre um mosaico de técnicas, ferramentas e metodologias clássicas e modernas atualmente aplicadas na prospeção, escavação, estudo e conservação de vertebrados fósseis. Esta UC pretende dar relevo ao registo fóssil ibérico, realçando a importância deste Património Paleontológico singular como recurso socioeconómico para o desenvolvimento sustentável e, assim, contribuir para a consolidação das estratégias de geoconservação de sítios paleontológicos, bem como para a conservação e gestão de coleções paleontológicas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The proposed contents aim to give a solid training and knowledge through two main lines of action. A first line will be developed during the lectures and lecture-laboratory classes, and will provide basic concepts in anatomy, systematic and evolutionary history of vertebrates from their origin until nowadays, using a phylogenetic approach (in correlation to the geodynamic evolution). A second line of action aims to introduce basic concepts about several classic and innovative techniques, tools and methodologies applied to the survey, sampling, collection, conservation-restoration, and study of fossil vertebrates. This course unit will also highlight the rich and abundant Iberian fossil record as a singular Paleontological Heritage, its significance for sustainable development of the populations, and contribute to the consolidation of geoconservation strategies for paleontological sites, as well as for the conservation and management of paleontological collections.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas (14h) estão focadas na filogenia dos vertebrados (aulas expositivas com recurso à utilização de meios audiovisuais). As aulas teórico-práticas (28h) pretendem introduzir metodologias e técnicas (incluindo a manipulação de softwares) utilizadas em estudos de paleontologia de vertebrados. Estas aulas possuem uma componente experimental, com observação e manuseamento de fósseis mediante recurso a coleções de referência. Investigadores externos serão convidados para a realização de seminários. O trabalho de campo (7h) será realizado em locais relevantes para o estudo de vertebrados fósseis em Portugal.

Avaliação, Opção 1: 3 testes intercalares + 1 trabalho teórico-prático (= 70% da avaliação final) e 1 trabalho escrito baseado no trabalho de campo (= 30% da avaliação final); Opção 2: 1 exame teórico-prático + 1 trabalho escrito baseado em pesquisa bibliográfica (= 70% da avaliação final) e 1 trabalho escrito baseado no trabalho de campo (= 30% da avaliação final).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The lectures (14h) are focused on the phylogeny of vertebrates (lectures using audiovisual means). The lecture-laboratory classes (28h) aim to introduce several methodologies and techniques (including the use of specialized softwares) commonly applied in Vertebrate Paleontology. These classes also have an experimental component with the observation and handling of fossils housed in reference paleontological collections. External researchers will be invited in order to handle some lectures/seminars in specific subjects. Field work (7h) will be developed in relevant localities for the study of fossil vertebrates in Portugal.

Evaluation, Option 1: 3 interim tests + 1 lect-lab work (= 70% of final evaluation) and 1 report/work based on Field Work (= 30% of the final evaluation); Option 2: 1 written exam + 1 written work based on published data (= 70% of final evaluation) and 1 work/report based on Field Work (= 30% of the final evaluation).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A exposição dos conteúdos teóricos por meio de ferramentas audiovisuais estabelecerá conceitos chave sobre a anatomia, sistemática e filogenia necessários para compreender a história evolutiva dos vertebrados. Parte dos conteúdos teórico-práticos terão uma componente expositiva de forma a poder introduzir os estudantes na observação, manuseamento, descrição e análise de exemplares atuais e fósseis. Um diverso conjunto de metodologias de ensino será aplicado em diferentes ambientes (e.g. Laboratório, Museu, trabalho de campo) e com a aplicação de diferentes ferramentas, incluindo softwares, acesso a acervos museológicos, observação em lupa binocular e microscópio, etc. Estas ferramentas permitirão ao estudante adquirir competências no uso de diferentes técnicas relevantes para o estudo de vertebrados fósseis. Sempre que possível, será fomentada a participação pontual de investigadores externos de forma a promover a multidisciplinaridade e o contacto direto com especialistas.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The use of audiovisual means will help to expose theoretical contents and to establish key concepts on anatomy, systematics and phylogeny that will support the understanding of the evolutionary history of vertebrates. The contents to be developed in the lecture-laboratory classes will be mainly driven by an experimental and practical approach, including the observation, handling, description and analyses of fossil specimens. A diverse set of teaching methodologies will be applied in distinct environments (e.g. Laboratory, Museums, Field Work) with the application of

different tools and methods, including the usage of softwares, access to paleontological collections, observation on microscope, etc. The tools will help the student to achieve skills in the use of several new and significant techniques necessary for the study of fossil vertebrates. Also, the incorporation of lectures/seminars conducted by external researchers will promote multidisciplinary and direct contact research.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Benton, M.J. (2014). Vertebrate Palaeontology. Wiley-Blackwell; 4th edition
Briggs, D.E., Crowther, P. R. (1990). Palaeobiology. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
Briggs, D. E. G., Crowther, P. R. (2001). Palaeobiology II. Blackwell Science, Oxford.
Kardong, K. (2018): Vertebrates: Comparative Anatomy, Function, Evolution. McGraw-Hill Education.
Pough, F.H., Janis, C.M., Haiser, J.B. (2008). Vertebrate Life. Pearson Education.
Prothero, D. R. (2007). Evolution. What the fossils say and why it matters. Columbia University Press, New York.
Romer, A.S. (1997). Osteology of the reptiles. Krieger Publishing Kompany, Malabar Florida.

Mapa IV - Paleocanografia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Paleocanografia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Palaeoceanography

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-14; PL-35 Lecture-14; Lect.-Lab-35

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção Livre para as três Áreas de Especialização.

4.4.1.7. Observations:

Free option for the three Specialization Areas.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Mário Albino Pio Cachão – 10h T + 35h PL

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Francisco Manuel Falcão Fatela – 4h T

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Introdução ao carácter multidisciplinar dos métodos de análise e interpretação de dados em Paleocanografia, com particular ênfase para a dinâmica dos oceanos associada às transformações climáticas globais.

Introdução a proxies paleocanográficos, geofísicos, geoquímicos, sedimentológicos e paleobiológicos (e.g. Nanofósseis calcários).

Resultados expectáveis: Perceção do elevado grau de dependência interdisciplinar da Paleocanografia. Reconhecer a importância do registo sedimentar / sondagens oceânicas para o estudo da evolução e propriedade dos oceanos.

Conhecer vários dos métodos de recolha (amostradores) e estudo de sondagens oceânicas. Conhecer exemplos de estudos paleocanográficos internacionais (e.g. projetos DSDP, ODP, IODP) e nacionais (e.g. IH, IPMA). Realização de

um pequeno estudo paleoceanográfico.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Main objectives are: i) to introduce the paleoceanographic studies; ii) to understand the multidisciplinary nature of the analysis methodologies and data interpretation in Paleoceanography from marine sedimentary records, with particular emphasis on the ocean dynamics related to Climate Change; iii) to be acquainted to present day subjects, themes, and international players on interpretation of paleoceanographic data.

Expected results are: To understand the multidisciplinary (high interdisciplinary interdependence) nature of Paleoceanography. Recognize the importance of the sedimentary record / oceanic cores to the study of oceans evolution and properties. To know several paleoceanographic methods for sediment recovery (corers) and for the study of marine cores by geophysical, geochemical, sedimentological and paleontological proxies. To be familiarized with certain international paleoceanographic studies (e.g. DSDP, ODP, IODP) and Portuguese projects (e.g. IH, IPMA).

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à Paleoceanografia de oceanos paleozoicos, mesozoicos e cenozoicos. Principais metodologias (e.g. amostradores, sondagens) e projetos internacionais (e.g. IODP) em Paleoceanografia.

Modelos de idade (escalas biostratigráficas, magnetostratigráficas, isotópicas) e cálculo de taxas de sedimentação em sondagens oceânicas.

Significado de indicadores (proxies) físicos, químicos e paleontológicos (e.g. micropaleontológicos, palinológicos) em estudos paleoceanográficos.

Apresentação de casos de estudos (e.g. encerramento do Istmo do Panamá, ciclos de glaciação-interglaciação do Quaternário).

Em colaboração com o Instituto Hidrográfico e o IPMA são apresentadas as suas capacidades logísticas para a realização de estudos de natureza oceanográfica e paleoceanográfica, nomeadamente navios e seus equipamentos (e.g. amostradores).

4.4.5. Syllabus:

Introduction to the Paleoceanography of Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic oceans. Main methodologies (e.g. samplers, corers) and international Paleoceanography projects (e.g. IODP). Age models (e.g. biostratigraphic, magnetostratigraphic, isotopic scales) and sedimentation rate determinations.

Introduction to paleoceanographic proxies (e.g. geophysical, geochemical, sedimentological, micropaleontological and palinological).

Presentation of case studies (e.g. Panamá isthmus closure, glaciation-interglaciation Quaternary cycles).

Presentation of the logistic capabilities in what concerns studies of oceanographic and paleoceanographic nature, namely vessels and various equipment with special interest on corers of the Hydrographic Institute (IH) of the Portuguese Navy and the Institute of the Sea and Atmosphere (IPMA).

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos estão organizados de forma a permitir a análise de perspetivas pertinentes para a aquisição de competências na área da Paleoceanografia e de várias das questões que ela releva para o conhecimento da evolução dos oceanos ao longo do Fanerozoico. Parte-se de aspetos gerais da interpretação paleoceanográfica para o estudo de alguns casos de estudo e proxies que ilustram o que de melhor se pratica em termos de investigação na nossa Escola, na área, com particular ênfase para o estudo de microfósseis a partir de sondagens oceânicas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Contents are organized in an integrated manner, based on the analysis of main perspectives relevant to acquiring research skills in Paleoceanography by approaching several questions concerning the evolution of the oceans throughout the Phanerozoic times. The course starts from general aspects of main international Paleoceanography projects to studies that illustrates the fields of research in our school to promote the acquisition of scientific knowledge on the relationship between micropaleontological proxies and ocean and climate evolution.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A componente teórica tem carácter expositivo. A programação de cada aula contempla ligação da matéria exposta na aula anterior com o tema a abordar e sumário dos aspetos mais relevantes da aula. É apoiada em projeção de imagens digitais.

A componente prática é obtida por apresentação individual de casos de estudo de Paleoceanografia relacionados com quer com a futura dissertação de Mestrado ou por pesquisa bibliográfica. Apresentação de seminários por investigadores convidados, da Faculdade ou externos (e.g. IH, IPMA).

Avaliação constituída por dois relatórios, um individual monográfico, na forma de um artigo científico, sobre a componente teórica relacionada com a aplicação de proxies ou sobre temática paleoceanográfica associada à

dissertação de Mestrado se pertinente (50% da avaliação final) e um em grupo sobre a componente prática envolvendo a interpretação paleoceanográfica por microfósseis (50% da avaliação final).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Presentation and discussion of theoretical concepts based on PowerPoint files illustrated with examples off the Atlantic coasts of Iberia complemented by seminars provided by invited researchers from inside and outside the faculty (e.g. IH, IPMA).

The practical work is obtained by an individual presentation of case studies on Paleocyanography related to future master's dissertation or by individual laboratorial work based on micropaleontological methodologies applied to oceanic cores.

Evaluation is provided by two reports: i) an individual report following the structure of a scientific paper, about the theoretical component proxies in paleocyanography or a paleocyanography theme of the Master thesis (50% of the total grade); ii) a group report based on a practical case study involving microfossils (50% of the total grade).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O ensino combina abordagem teórica e discussão de vários exemplos práticos de interpretação paleoceanográfica, aplicados a casos ao largo da Ibéria ou à escala global. Procura-se deste modo obter um equilíbrio versátil (em função das áreas científicas de graduação dos alunos) entre o desenvolvimento de competências no conhecimento dos temas mais atuais do estudo de oceanos pretéritos com os métodos de obtenção dos testemunhos oceânicos e do seu estudo permitindo assim uma coerência através de todo o percurso investigativo desde a recolha de amostras, ao tratamento laboratorial, à descrição e interpretação de resultados. A exploração e interpretação dos resultados permite uma abordagem semelhante à que terão de vivenciar na vida profissional.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching approach combines theoretical and discussion of examples where a solid paleocyanographic interpretation applied to case studies from offshore Iberia and to a global scale. Its aim is on obtaining a versatile equilibrium (depending on the scientific areas of the students) between the development of competences on present day issues related to the study of past oceans and all the methodological aspects since the recovery of the sedimentological record of the oceans, to the laboratorial procedures and to the description and interpretation of the data. The exploration and interpretation of results allows a similar approach to that will have to experience in profession.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Abrantes, F., Mix, A. (1999) – Reconstructing ocean history. A window into the Future. Kluwer Acad. Plenum Publ., 443p.*
Crowley, T. & North, G. (1991) – Paleoclimatology. Oxford Monog. Geol. Geophys. 18, 339p.
Davis, J.C. (1986) - Statistics and Data Analysis in Geology. John Wiley Sons, 646p.
Fatela, F., Taborda, R. (2002) Confidence limits of species proportions in microfossil assemblages. Mar. Micropal., 45: 169-174.
Fisher, G., Wefer, G (1999) – Use of proxies in Paleocyanography. Springer, 735p.
Haq, B.U., Boersma (1998) – Introduction to Marine Micropaleontology. Elsevier, 376p.
Lowe, J., Walker, M. (1997) – Reconstructing Quaternary environments, Longman, 446p.
Margalef, R. (1997) – Our Biosphere. Excellence in Ecology 10, Ecology Institute Oldendorf, 176p.
Seibold, E., Berger, W. (1996) – The Sea Floor. An Introduction to Marine Geology, Springer, 356p.
William, M., Dunkerley, D., De Deckker, P., Kershaw, P., Chappell, J. (1998) – Quaternary environments, Arnold, 329p.

Mapa IV - Paleoecologia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Paleoecologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Palaeoecology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-14; PL-35; TC-7 Lecture-14; Lab-35; Field work-7

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção Nuclear para a Área de Especialização (AE) em Paleoambientes e Mudanças Globais (os alunos escolhem, obrigatoriamente, 18 créditos de entre as opções nucleares da AE).

Opção Livre para as outras duas Áreas de Especialização (os alunos escolhem 12 créditos de entre as opções livres ou qualquer das opções nucleares das várias áreas de especialização).

4.4.1.7. Observations:

Nuclear option for the Specialization Area (SA) Palaeoenvironments and Global Change (it is mandatory that the students choose 18 credits among the nuclear options of the SA).

Free option for the other two Specialization Areas (the students are allowed to choose 12 credits among the free options or any of the nuclear options of the three SA).

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Mário Albino Pio Cachão – 5h T + 8h PL Lecture-5, Lab-8

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Francisco Fatela – 3h T + 9h PL + 3,5h TC

Lecture-3, Lab-9, Field work-3,5

Maria Cristina Cabral - 3h T + 9h PL + 3,5h TC

Lecture-3, Lab-9, Field work-3,5

Carlos Marques da Silva - 1h T + 3h PL

Lecture-1, Lab-3

Pedro Mocho – 1h T + 3h PL

Lecture-1, Lab-3

Elisabete Malafaia - 1h T + 3h PL

Lecture-1, Lab-3

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

A disciplina destina-se, privilegiadamente, a estudantes que pretendam complementar os seus conhecimentos na área da Paleontologia e Paleobiologia, em geral, e da Paleoecologia, em especial. Fornece-lhes aprofundamento de modo breve e didático de temas e métodos atualmente utilizados na análise e interpretação de dados em Paleoecologia, com aplicações várias que vão da análise de populações e reconstituição paleoambiental e paleogeográfica às transformações climáticas globais (Climate Change).

Conhecer e aplicar técnicas de interpretação de dados numéricos de populações de microfósseis por Análise Estatística Multivariada. Conhecer o contributo dos microfósseis e macrofósseis como proxies paleoecológicos através do estudo de casos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The main objectives are: i) to complement previous knowledge on Paleontology and Paleobiology, with particular emphasis on Paleoecology; ii) to provide pedagogical insight on subjects and methods related to the analysis and interpretation of data in Paleoecology, with general applications, from population dynamics to paleoenvironmental reconstitutions and to Climate Change.

Expected results are: i) to know and apply methods and software of paleoecological interpretation by Multivariate Statistical Analysis; ii) be familiarized with micro and macrofossil paleoecological proxies based on the presentation of several case studies; iii) to know field and laboratorial methods of obtaining and treating Foraminifers and Ostracods of coastal marine environments as well as interpret their records as paleoecology proxies.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Definição e objetivos. Enquadramento da Paleoecologia no seio da Paleontologia.

Vertente paleoambiental, paleoclimática, paleobiogeográfica e paleoceanográfica da Paleoecologia e importância do estudo comparativo com ambientes actuais.

Análogos atuais: saídas de campo para medição dos parâmetros físico-químicos do meio, técnicas de recolha e tratamento de amostras destinadas ao estudo de biocenoses, e.g., foraminíferos e ostracodos.

Introdução à Paleoecologia, da escala local ao contexto das Mudanças Globais, passadas e futuras.

Quantificação de dados paleoecológicos (e.g. Análise Multivariada, Análises Espectrais).

Diversidade paleobiológica e diferentes indicadores (proxies) paleoambientais. Nanofósseis calcários, Foraminíferos,

Ostracodos, Moluscos marinhos e Vertebrados (somatofósseis e icnofósseis): aplicações paleoecológicas e paleobiogeográficas, do domínio marinho ao continental. Análise de estrutura das comunidades, redes ecológicas, ecological niche modelling, etc.

4.4.5. Syllabus:

Paleoecology definition and objectives. Framework of the paleoecology within the Paleontological studies. Introduction to Quantitative Paleoecology. Data tabulation and Data analysis by Multivariate Statistical Analysis (e.g. Factorial Analysis) and Spectral Analysis (e.g. Fourier Analysis). Microfossil (e.g., Calcareous nannofossils, Foraminifera, Ostracoda) and/or macrofossil (marine Mollusks and Vertebrates, both body and trace fossils) paleoecological proxies can be given as sequential or alternatively modules.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos estão organizados de forma a permitir a análise de perspetivas pertinentes para a aquisição de competências na área da Paleoecologia e de várias das questões que ela releva para o conhecimento do comportamento ecológico de ecossistemas marinhos e terrestres ao longo do passado geológico. Parte-se de aspetos gerais da interpretação paleoecológica quantitativa para o estudo de alguns casos de estudo que ilustram o que de melhor se pratica em termos de investigação na nossa Escola, na área, numa análise fundamentada das relações entre comportamento de organismos e mecanismos de geodinâmica externa.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Contents are organized in an integrated manner, based on the analysis of main perspectives relevant to acquiring research skills in Paleocology by approaching several questions concerning the paleoecological behavior of marine and terrestrial ecosystems throughout the Phanerozoic times. The course goes from general aspects of paleoecological quantitative to the analysis of case studies that illustrates the fields of research in our school to promote the acquisition of scientific knowledge on the relationship between organisms and the mechanisms of external geodynamics.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas introdutórias de cada um dos temas do programa da disciplina, complementadas por uma/duas saídas de campo para recolha de dados e sua posterior análise em sessões teórico-práticas e práticas laboratoriais. A Avaliação será realizada a partir de 3 relatórios sobre: i) Análise quantitativa de dados em Paleoecologia; ii) Caracterização ambiental e interpretação paleoecológica de Foraminíferos e Ostracodos em zonas de sapal; iii) Tafonomia e paleoecologia de macrofósseis (moluscos e/ou vertebrados terrestres).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Introductory theoretical classes will be complemented by laboratorial activities and field work. Evaluation will focus on three reports on: i) Quantitative data analysis of paleoecological data; ii) Paleocological and paleoenvironmental interpretation of Foraminifera and Ostracoda from marshlands and iii) Taphonomy and paleoecology of macrofossils (mollusks and/or land vertebrates).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos da UC estão em concordância com os seus objetivos ao proporcionarem um espaço de apresentação e discussão de temas paleoecológicos da atualidade, aprofundando os que foram ministrados em várias disciplinas da nossa Licenciatura em Geologia ou de quaisquer outras equivalentes. Tendo por base as competências desenvolvidas pelos elementos docentes envolvidos na UC é apresentado um leque variado de abordagens paleoecológicas, qualitativas e quantitativas, aplicadas a grupos de microfósseis devido à maior rapidez na obtenção de dados, potenciando o tempo útil presencial da UC. Os grupos escolhidos fornecem uma profusão de exemplos teórico-práticos e práticos no sentido de ilustrar aplicações paleoecológicas que se distribuem do ambiente marinho costeiro ao oceânico de mar aberto, contribuindo para uma melhor apreensão das matérias. Na componente prática os alunos treinam-se na interpretação de dados paleoecológicos obtidos (1) por modelação numérica, (2) de exemplos extraídos da bibliografia ou de trabalhos anteriormente realizados e (3) de dados reais obtidos no decurso de saída de campo, preparação laboratorial e identificação taxonómica (foraminíferos e ostracodos), (3) de dados tafonómicos e paleoecológicos de macrofósseis (moluscos e vertebrados).

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The program of this course is in accordance with its objectives since they provide ample space for presentations and discussions of present day paleoecological themes, complementing the introductory approaches provided during their degree. A wide variety of paleoecological approaches, both qualitative and quantitative, are presented based on research experience of the teaching team involved in this course. Based on past experience, examples are restricted to microfossil groups in order to obtain more easily data thus potentiating the presence time of the unit. The selected groups provide a large number of theoretical and practical case studies illustrating paleoecological applications ranging from the coastal shallow to the deep open ocean facies, thus allowing a better understanding of their potential

as proxies. On the practical classes students practice themselves on paleoecological interpretation of data bases obtained by (1) by numerical modeling, (2) from bibliography and previous reports, (3) from field work, laboratorial preparation and identification of microfossils (Foraminifera and Ostracoda) and (4) from taphonomical and paleoecological data from macrofossils (mollusks and/or vertebrates).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

BRIGGS, D., CROWTHER, P. (1990) - Paleobiology, A Synthesis. Backwell Sc. Pub., 583p.
DAVIS, J. (1986) - Statistics and Data Analysis in Geology. John Wiley and Sons, 646p.
De DECKKER, P, COLIN, J.-P., PEYOUQUET, J.-P. (1988) - Ostracoda in the Earth Sciences, Elsevier Sc.Pub., 302p.
FATELA, F., TABORDA, R. (2002) Confidence limits of species proportions in microfossil assemblages. Mar. Micro, 45: 169-174.
FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. (2000) - Temas de Tafonomía. Univ. Complut. Madrid, 167p.
HOLMES, J., CHIVAS, A. (2002) - The Ostracoda. Geoph. Monog. 131, 313p.
MURRAY, J., 1991, Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera: Longman Sc. & Tech., 397p.
SCOTT, D., MEDIOLI, F., 1980. Quantitative studies of marsh foraminiferal distribution in Nova Scotia: implications for sea level studies. Cush. Foundation Foram. Res., sp. pub. 17, 58p.
SEN GUPTA, B., (2002) - Modern Foraminifera: Kluwer Acad. Publ., 371p.
WINTER, A., SIESSER, W. (1994) – Coccolithophores. Cambridge Univ. Press, 242p.

Mapa IV - Projecto de Campo e Experimental

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projecto de Campo e Experimental

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Field and Experimental Project

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

252

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-7; PL-21; TC-14

4.4.1.6. Créditos ECTS:

9

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

A definir (Coordenador do CE) /To be defined (Course Coordinator)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

A definir em cada ano, em função das orientações de temas.

To be defined each year, according to theme supervision.

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

A UC visa preparar os formandos para a prática geral dos trabalhos de investigação científica, através da abordagem dum caso de estudo concreto, que envolva predominantemente ensaio metodológico e exercício prático específico, com contextualização teórica básica. Pretende-se que os formandos adquiram conhecimentos e treino em técnicas específicas, cujo campo de aplicação, preferencialmente, abranja o tema sobre o qual desenvolverão a Dissertação ou o Estágio.

Competências a desenvolver: apreender e exercitar a prática geral dos trabalhos de investigação científica e técnica,

nomeadamente as componente(s) de análise de campo e/ou experimental, desenvolvidas em função de um tema específico; saber integrar conhecimentos teóricos e metodológicos sobre um determinado tema de investigação; saber construir e apresentar trabalho de síntese, relativo ao estudo/ensaio desenvolvido, de acordo com as normas genéricas dos trabalhos científicos/relatórios técnicos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This course aims at preparing the students for the general practice of scientific research through the analyses of a case study, which is chosen case by case, so as to involve specific practical methodologies and theoretical concepts. It is intended to provide knowledge and practice in particular techniques, which preferentially should cover the thematic of the MSc Thesis (or Internship report) that will be performed by each student. It is expected to develop the following capacities: To recognize and exercise the general practice of scientific/technical research, namely field and/or experimental analysis concerning a specific subject; To integrate theoretical and methodological knowledge concerning a specific research subject; To elaborate and present a report of the performed study, according to the general rules of scientific/technical work.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Conteúdo adaptado aos estudos de caso a tratar por cada formando, visando fornecer suporte/enquadramento teórico e prático às metodologias de laboratório e de terreno a desenvolver, e articulando-se com o trabalho conducente à Dissertação ou Estágio.

4.4.5. Syllabus:

The planning of the course is adapted to each case study to be worked by each student, with emphasis on theoretical support for the laboratory work and field activity to be performed, and preferentially linked to the workplan leading to the elaboration of the MSc Dissertation or Internship.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O conteúdo da unidade curricular será adaptado aos estudos de caso a tratar por cada formando, visando fornecer suporte/enquadramento teórico e prático às metodologias de laboratório e de terreno a desenvolver, e articulando-se com o trabalho conducente à Dissertação ou Estágio. Esta metodologia está em consonância com o objetivo de preparar os formandos para a prática autónoma dos trabalhos de investigação científica/técnica, através da abordagem de casos de estudo concretos envolvendo, predominantemente, ensaios metodológicos e exercícios práticos específicos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The content of the course will be adapted to the case studies that each trainee will deal with, aiming to provide theoretical and practical support/framework to the laboratory and field methodologies to be developed, and articulating with the work leading to the Dissertation or Internship. This methodology is in line with the objective to prepare students for the general practice of scientific/technical research work in the most autonomous way, through the approach of specific case studies, essentially involving methodological analyses and specific practical exercises.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia consiste essencialmente no acompanhamento de trabalho a realizar pelo aluno, suscitando o progresso da sua autonomia e auto-aprendizagem obtida pela experimentação/prática concreta, complementada por algumas aulas teórico-práticas de contextualização e iniciação metodológica. Inclui-se trabalho de campo, recolha de amostras e/ou informação geológica; trabalho laboratorial para preparação e tratamento das amostras; análise dos dados, de acordo com as técnicas e objetivos próprios de cada área. Realização ao longo do semestre de 2-3 sessões em sala de aula comuns a todos os alunos e docentes da UC, para apresentação e discussão dos temas abordados em cada caso/Projeto.

A avaliação combina apreciação das apresentações, do desempenho e progresso do formando ao longo do semestre e de um relatório relativo ao trabalho desenvolvido. Busca-se harmonização genérica de critérios entre os vários docentes, sob coordenação do docente responsável.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Tutorial supervision of work developed by each student, encouraging development of autonomy and self-learning ability gained through hands-on activities, including experimentation, complemented by classes designed to provide basic concepts framing each work theme. The course encompasses field work, sample collection, acquisition of geological information; laboratory work of sample processing; data analyses using techniques specific of each scientific theme. Indoor sessions involving teaching staff, students and external supervisors are devoted to periodic presentation of objectives, progress and results by each student, followed by an open discussion.

Evaluation combines marking of the presentations and performance during discussions and throughout the semester, as well as marking of a written summary report of the work undertaken. To ensure fair opportunities and grading all staff is required to participate in grading all students under coordination of the course coordinator.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino, consistindo essencialmente no acompanhamento de trabalho a realizar pelo aluno, complementada por algumas aulas teórico-práticas de contextualização e iniciação metodológica, contribui para

suscitar o progresso da sua autonomia e auto-aprendizagem obtida pela experimentação/prática concreta, preparando os formandos para a prática geral dos trabalhos de investigação científica e técnica com base em casos de estudo concretos, tal como preconizado nos objetivos da UC. A apresentação oral dos trabalhos efetuados fornece um excelente treino para o desenvolvimento da oralidade e poder de síntese.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Teaching methodology, that essentially consists of permanent supervision of work developed by each student, promotes autonomy and self-learning, practised through hands-on approaches to real cases. This also contributes to better prepare students willing to follow a career in scientific research or professional practise in geology, as foreseen in the objectives of this course. Oral presentations of the work progress performed throughout the semester provides an excellent practice for students to develop skills of oral communication and capacity to synthesises.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia geral de apoio ao tema do Projeto indicada/facultada caso a caso. Bibliografia complementar e/ou temática mais específica indicada/facultada caso a caso. Literature support to each dissertation/internship theme provided on a case-by-case basis. Complementary/thematic specific support provided on a case-by-case basis.

Mapa IV - Prospecção Geotécnica e Hidrogeológica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Prospecção Geotécnica e Hidrogeológica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Geotechnical and Hydrogeological Survey

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-21; PL-28; TC-7 Lecture-21; lab-28; Field work-7

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção Nuclear para a Área de Especialização (AE) em Geologia Aplicada e Ambiental (os alunos escolhem, obrigatoriamente, 18 créditos de entre as opções nucleares da AE).

Opção Livre para as outras duas Áreas de Especialização (os alunos escolhem 12 créditos de entre as opções livres ou qualquer das opções nucleares das várias áreas de especialização).

4.4.1.7. Observations:

Nuclear option for the Specialization Area (SA) Applied and Environmental Geology (it is mandatory that the students choose 18 credits among the nuclear options of the SA).

Free option for the other two Specialization Areas (the students are allowed to choose 12 credits among the free options or any of the nuclear options of the three SA).

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Maria Isabel Gonçalves Fernandes – 10,5h T + 14h PL + 3,5h TC

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Maria Catarina Rosalino da Silva - 5,25h T + 7h PL + 1,75h TC

Maria do Rosário da Encarnação de Carvalho - 5,25h T + 7h PL + 1,75h TC

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Objetivos: Fornecer aos estudantes informação acerca das metodologias a aplicar na seleção dos métodos de prospeção, de uma forma lógica, alertando para as implicações das atividades desenvolvidas na preparação e execução de um programa de prospeção. Conhecer os objetivos, vantagens e limitações de cada método. Discutir custos/benefícios de métodos e metodologias aplicadas.

Aptidões e competências: Pretende-se que o aluno, com aproveitamento, tenha capacidade de: Programar um plano de prospeção, identificando as metodologias mais adequadas; Selecionar os métodos que melhor se adequam ao problema em estudo; Definir e fiscalizar a execução de um plano de prospeção; Tratar e interpretar os resultados da prospeção, tendo consciência das capacidades e limitações de cada método e dos objetivos específicos do estudo.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Objectives: Provide information regarding the main methods of exploration and test and the methodology to be followed, with emphasis on the consequences/outcome of each action related to preparation and execution of the exploration plan. Discuss the objectives, advantages and limitations of each method. Discussion of the cost/benefit for the different methods and the adopted methodologies.

At the end of the semester the student should be able to plan a prospection plan, identifying the most appropriate methodologies; Select the methods that best suit the problem under study; Define and supervise the implementation of a prospection plan; Treat and interpret the results of the prospection, being aware of the capabilities and limitations of each method and the specific objectives of the study.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Prospeção Geotécnica: Definição e objetivos; Metodologia; Reconhecimento de superfície; Parâmetros a avaliar; Complexidade geológica, tipo e dimensão da obra e custos; Métodos (M.) de prospeção: domínios de aplicação, vantagens e limitações; M. Geofísicos em Geotecnia; M. expeditos de reconhecimento; Execução e cartografia; Sondagens de furação mecânica, trados, furação à percussão, furação à rotação com amostragem contínua; Ensaios in situ: penetração dinâmica: Penetrómetro dinâmico; SPT, penetração estática: CPTU, Vane test. Ensaios de injeção de água. Classes de amostragem; Cadernos de encargos; planos de prospeção.

Prospeção Hidrogeológica: Objetivos e métodos. Estudos preliminares, gerais e detalhados. Técnicas auxiliares: compilação de informação; necessidades de água; métodos geológicos, geofísicos, climatológicos, hidrológicos e hidroquímicos. Detalhe na obtenção de dados de base e síntese hidrogeológica. Prospeção em diferentes meios geológicos. Redação de relatórios.

4.4.5. Syllabus:

Geotechnical Prospecting: Definition, objectives; Methodology; Surface reconnaissance; Parameters to evaluate; Geological complexity, type and size of the work and costs; Prospection methods: fields of application, advantages and limitations; Geophysical Methods in Geotechnics; Expeditious methods of reconnaissance; Execution and mapping; Mechanical drilling, augers, percussion drilling, rotation drilling with continuous sampling; In situ tests: dynamic penetration: dynamic Penetrometer; SPT, static penetration: CPTU, Vane test. Water injection tests. Sampling classes; Specifications and standards; Drafting of survey plans.

Hydrogeological Prospecting: Aims and methods. Preliminary, general and detailed studies. Auxiliary techniques: analysis of available data; water demand; geological, geophysical, climatological, surface hydrology and hydrochemical methods. Detail in obtaining baseline data and hydrogeological synthesis. Prospecting in different geological media. Report writing.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos visam habilitar o estudante com os objetivos, métodos e custos de uma campanha de prospeção. A disciplina é enquadrada no 2º Ciclo de estudos, lecionada em simultâneo com outras disciplinas que permitem ao estudante colocar no seu horizonte um leque de conhecimentos importante nas áreas da Geologia de Engenharia e da Hidrogeologia. O programa elaborado visa colmatar também eventuais lacunas de conhecimento relativas às diferentes fases do estudo geológico de um local a diferentes escalas, reforçando a importância da conceção de um modelo geológico e hidrogeológico a 3D. A exposição dos diferentes métodos de prospeção permitirá ao estudante selecionar os que são adequados a casos de estudo com que poderá deparar-se na vida profissional.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The programmatic content aims to enable the student with the objectives, methods and costs of a prospection campaign. The subject is framed at master level, taught simultaneously with other subjects that allow the student to have a range of important knowledge in the areas of Engineering Geology and Hydrogeology. The program also aims to fill any gaps in knowledge regarding the different stages of the geological study of a site at different scales, reinforcing the importance of designing 3D geological and hydrogeological models. The exposure of the different prospection methods will allow the students to select those that are appropriate to case studies that they may come across in their professional life.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas: exposição oral das matérias com recurso a Powerpoint, com exibição de imagens reais ou esquemas existentes em livros. Aulas teórico-práticas: resolução de problemas propostos, com base em casos de estudo reais, e elaboração de relatórios. Análise e discussão dos problemas propostos. Aulas de campo: observação de equipamentos e aplicação dos métodos de prospeção in situ. Relatórios dos trabalhos práticos e teórico-práticos, realizados em grupos de 2 alunos (40%). Exame final (componente teórica) (60%). A aprovação implica que as classificações parcelares não sejam inferiores a 50% (10 valores em 20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes: oral exposition of the subjects using Powerpoint with the exhibition of real images or existing schemes in books. Theoretical-practical lessons: resolution of proposed problems, based on real case studies, and reports elaboration. Analysis and discussion of the proposed problems. Field classes: observation of equipment and application of the methods of prospection in situ. Reports of practical and theoretical-practical work, carried out in groups of 2 students (40%). Final exam (theoretical component) (60%). The approval implies that the partial classifications are not inferior to 50% (10 out of 20).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O ensino é focalizado na apresentação da metodologia a adotar no estudo de um local ou área e discussão dos requisitos necessários para obter o devido conhecimento do terreno ao menor custo. A visita a obras onde estejam em curso campanhas de prospeção facilita o contacto com a indústria e as empresas do sector. Os exercícios resolvidos nas aulas práticas visam abordar questões práticas, com discussão das possíveis alternativas, em função do objetivo do estudo. A componente de campo permite observar a aplicação dos métodos expostos em sala de aula em função do tipo de terreno em estudo e dimensão da área de estudo.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Teaching is focused on presenting the methodology to be adopted when studying a site or area and discussing the requirements needed to obtain the adequate knowledge of the terrain at the lowest cost. Visits to sites where site investigation campaigns are underway facilitate contact with the industry and companies of the sector. The exercises solved in the practical classes aim to address practical issues, with discussion of possible alternatives, depending on the objective of the study. The field component allows the observation of the application of the methods exposed in the classroom according to the type of terrain under study and size of the study area.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Clayton, C.R.I., Matthews, M.C. & Simons, N.E. – Site Investigation. 2nd Edition, Blackwell Science, 1995.
González de Vallejo, L.I., Ferre, M., Ortuño, L. e Oteo, C. (2002)- Ingeniería Geológica, Pearson Educación, Madrid.
Freeze, R.A. & Cherry, J.A. (1979) – Groundwater. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.I., EUA, 604 pp.
Custodio, E. & Llamas, M.R. (1983) – Hidrología Subterránea. Tomo II. Ediciones Omega S.A., Barcelona, 1143 pp.*

Mapa IV - Riscos Naturais e Ambientais**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Riscos Naturais e Ambientais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Natural and Environmental Risks

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-21; PL-28; TC-7 Lecture-21; Lab-28; Field work-7

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção Nuclear para a Área de Especialização (AE) em Geologia Aplicada e Ambiental (os alunos escolhem, obrigatoriamente, 18 créditos de entre as opções nucleares da AE).

Opção Livre para as outras duas Áreas de Especialização (os alunos escolhem 12 créditos de entre as opções livres ou qualquer das opções nucleares das várias áreas de especialização).

4.4.1.7. Observations:

Nuclear option for the Specialization Area (SA) Applied and Environmental Geology (it is mandatory that the students choose 18 credits among the nuclear options of the SA).

Free option for the other two Specialization Areas (the students are allowed to choose 12 credits among the free options or any of the nuclear options of the three SA).

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Maria da Conceição Pombo de Freitas – 6h T + 7h PL + 1,75h TC

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Fátima Cristina Gomes Ponte Lira – 5h T + 7h PL + 1,75h TC

Maria do Rosário da Encarnação de Carvalho – 5h T + 7h PL + 1,75h TC

Maria Isabel Gonçalves Fernandes – 5h T + 7h PL + 1,75h TC

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Objetivos: A disciplina destina-se a fornecer os fundamentos da análise de suscetibilidade, perigosidade (hazard) e risco (risk) resultantes de diversos fenómenos naturais e ambientais da área das Geociências. Complementa a UC de Perigosidade Geológica de 1º Ciclo em Geologia, abordando diferentes fenómenos com elevada importância a nível global.

Aptidões e competências: Pretende-se que os alunos apliquem as metodologias aprendidas na resolução de exercícios práticos que retratam casos reais, a fim de os preparar para a sua aplicação concreta quando inseridos no mercado de trabalho. A formação proposta tem aplicações na atividade profissional, na elaboração de estudos de suscetibilidade, perigosidade e risco e respetiva mitigação/adaptação, contribuindo para a temática da gestão e ordenamento territorial.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Objectives: The aim of this course is to provide the fundamental concepts on susceptibility, hazard and risk analysis associated with several natural and environmental phenomena in the field of Geosciences. It complements the UC Geological Hazards of the BSc in Geology, addressing different phenomena of great importance at a global level.

Expected results/competences: It is intended that students apply the learned methodologies by solving practical exercises that portray real cases, in order to prepare them for their concrete application when inserted in the profession. The proposed training has applications in professional practice, namely in studies of susceptibility, hazard and risk and its mitigation/adaptation, contributing to the issue of management and land use.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Risco nos Instrumentos de Gestão Territorial e outra legislação. 1. Risco de erosão de solos. Relações empíricas, equação universal de perda de solo e aplicações práticas. 2. Risco de contaminação orgânica e inorgânica de solos e sedimentos. Contaminação, principais tipos de contaminantes. Risco para o ambiente e saúde humana. Fatores de enriquecimento, valores de referência. 3. Risco de erosão/inundação costeira, incluindo tsunamis. 4. Risco de contaminação e exploração de aquíferos: metodologias de avaliação da vulnerabilidade/risco de aquíferos; riscos de sobre-exploração, subsidência, intrusão salina; riscos ligados a alterações climáticas 5. Minerais reativos no betão. Normas internacionais para caracterização de agregados quanto à reatividade potencial aos álcalis. Diagnóstico das causas de deterioração do betão. 6. Riscos associados a radioatividade: Fundamentos; Decaimento natural das rochas; Consequências da radioatividade; Riscos associados a zonas de radioatividade natural.

4.4.5. Syllabus:

Risk in IGT and other legislation. 1. Risk of soil erosion. Empirical relationships, universal soil loss equation and practical applications. 2. Risk of soil and sediment contamination. Organic and inorganic contamination, main types of contaminants, legislation. Risk to the environment and human health. Enrichment factors, reference values. 3. Risk of coastal erosion/flooding, including tsunamis. 4. Risk of contamination and exploitation of aquifers: methodologies for assessing the vulnerability/risk of aquifers to contamination; risks of over-exploration, subsidence and saline intrusion; risk associated to climate changes. 5. Potentially alkali-reactive minerals in concrete. International standards for characterization of aggregates for potential reactivity to alkalis. Diagnosis of the causes of concrete deterioration. 6. Risks associated with radioactivity: Theoretical concepts; Natural decay in rocks; Consequences of radioactivity; Risks associated with natural radioactive zones.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Esta unidade curricular é lecionada no 2º Ciclo, na sequência de uma unidade curricular de 1º Ciclo, na qual são introduzidos os principais conceitos, e pretende complementar a tipologia de riscos com importância não só em território nacional, mas a nível global. Fornecerá as capacidades e competências necessárias para avaliação de perigosidade/risco úteis para a formação de investigadores, consultores e técnicos superiores com responsabilidades na gestão do risco. A identificação e discussão de exemplos em estudos de caso e o contacto com a realidade visitada no campo, contribui para melhor apreensão das matérias.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

This curricular unit is taught herein at a master level, following a previous BSc curricular unit, which introduces the main concepts, and intends to complement the risks typology that are important, not only in the national territory, but also at a global level. It will provide the necessary skills and competences for hazard/risk assessment, useful for training researchers, consultants and senior technicians with risk and management responsibilities. The identification and discussion of examples in case studies and contact with the reality visited in the field, contributes to a better understanding of the theoretical subjects.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As componentes T e PL são organizadas em sessões temáticas, nas quais se abordam conceitos teóricos e praticam, em sala de aula, exercícios de aplicação e se analisam estudos de caso. Sempre que oportuno, recorre-se a esquemas feitos no quadro ou a questionários interativos. A componente prática recorre a equipamentos de laboratório, softwares específicos e a ambiente GIS. Os alunos trabalham em pequenos grupos. A visita de campo programada pretende ilustrar diferentes situações de risco das tipologias abordadas nas aulas.

Avaliação: realização de trabalho de grupo (incluindo relatório e exposição oral) onde os conceitos teóricos são utilizados para resolver um estudo de caso (50%) e exame final (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures and PL classes are organized in thematic sessions, allowing for theoretical teaching and indoor resolution of exercises and discussion of case studies. The practical component uses laboratory equipment, specific software and GIS environment. Students work in small groups. The scheduled field visit intends to illustrate different risk situations of the types covered in the classes.

Grading and Evaluation: Group work assignment (including report and oral presentation) where theoretical concepts are used to solve a case study (50%), and final exam (50%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A diversidade de temáticas abordadas nesta unidade curricular obriga à aprendizagem de várias metodologias que contribuem para o sucesso da formação dos alunos. Envolve um conjunto de temáticas que refletem a diversidade da atividade potencial do geólogo/geocientista na sociedade de forma interventiva e que é relevante para a qualidade de vida das populações. O facto de os alunos trabalharem em grupo, desenvolve a argumentação e o espírito de equipa que são necessários nestas áreas interdisciplinares.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The diversity of topics covered in this curricular unit requires the learning of various methodologies that contribute to the success of student education. It involves a set of themes that reflect the diversity of the potential activity of the geologist/geoscientist in society in an intervening way and that is relevant to the quality of life. Students working in groups develop the argumentation and team-work spirit that are necessary in these interdisciplinary areas.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Lerche, I., Glaesser, W. (2006). Environmental Risk Assessment: Quantitative Measures, Anthropogenic Influences, Human Impact. Springer ebook.

Ranke, U. (2016). Natural Disaster Risk Management. Geosciences and Social Responsibility. Springer ebook.

Barbulescu, A. (2020). Assessing Groundwater Vulnerability: DRASTIC and DRASTIC-Like Methods: A Review. Water, 12, 1356; 22 pp; doi:10.3390/w12051356.

Llamas, R., Custodio, E. (2003). Intensive use of groundwater: Challenges and Opportunities. A.A. BALKEMA Publishers LISSE: 490 pp.

Nixon, P.J., Sims, I. (2016). RILEM Recommendations for the prevention of damage by alkali-aggregate reactions in new concrete structures. State-of-the-Art Report of the RILEM Technical Committee 219-ACS. RILEM State-of-the-Art Reports 17, pp. 176.

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Rochas e Minerais Industriais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Industrial Rocks and Minerals

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-21; TP-21; TC-7 Lecture-21; Lect.-Lab-21; Field work-7

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção Livre para as três Áreas de Especialização.

4.4.1.7. Observations:

Free option for the three Specialization Areas.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Jorge Manuel Verdilhão Figueiras –7h T + 14h TP

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

António Mateus – 3,5h T + 7h TC

Jorge Relvas- 3,5h T + 3,5h TP

Raul Santos Jorge –7h T + 3,5h TP

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

São objetivos a alcançar:

a) Adquirir uma perspetiva global das matérias primas não metálicas e não energéticas com utilização industrial na sociedade atual.

b) Adquirir sensibilidade à regulamentação legal da indústria extrativa, usando o ordenamento jurídico português como base.

c) Familiarizar-se com as características físicas e químicas das rochas e minerais exploráveis, que estão na base da sua utilização industrial e com os respetivos métodos de caracterização.

d) Adquirir uma perspetiva global dos métodos de prospeção adequados para as principais matérias-primas

e) Para as principais matérias primas, adquirir uma noção genérica dos contextos geológicos da sua ocorrência e da respetiva distribuição geográfica.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The main aims of this assignment are:

a) To obtain a broad overview of the non-metallic and non-energetic geological raw materials, used by the present-day industry

b) To gain sensibility to the legal regulations enforced on the mining and quarrying industries; the Portuguese regulations will be used as an example

c) To get acquainted with the physical and chemical characteristics of the main exploitable raw materials justifying their use by the industry.

d) To get acquainted with the exploration methods appropriate for the main industrial rocks and minerals

e) To acquire a general knowledge of the geological contexts in which they occur and of their geographical distribution

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Rochas e minerais industriais: importância social e económica, tonelagens anuais extraídas, variabilidade natural e certificação. Fluxos internacionais de rochas e minerais industriais, constrangimentos geo-estratégicos.

A regulação legal da indústria extrativa. Classificação legal de matérias primas e de explorações, requisitos legais para a prospeção e exploração, outras obrigações legais (impactos ambientais, inserção nas comunidades, recuperação das áreas exploradas). Interesses antagónicos: os instrumentos de ordenamento do território.

Características físicas e químicas úteis nas rochas e minerais industriais; ensaios de caracterização. O caso especial das rochas ornamentais e da pedra natural.

Métodos de prospeção de rochas e minerais industriais: cartografia geológica e estrutural, prospeção geo-elétrica, sísmica e gravimétrica, sondagens mecânicas. Cálculos de reservas.

Contextos geológicos e distribuição geográfica das principais rochas e minerais industriais.

4.4.5. Syllabus:

Industrial rocks and minerals: social and economic importance, annual exploitation rates, natural variability and certification. Industrial rocks and minerals flows, geostrategical constraints.

Mining and quarrying regulation. Legal classification of raw materials and exploitation units, legal requirements for exploration and exploitation, other legal obligations (environmental impacts, community insertion, mine and quarry remediation. Antagonistic interests: land management plans.

Useful physical and chemical characteristics of industrial rocks and minerals; characterization methods. The special case of natural stone.

Exploring for industrial rocks and minerals: geological and structural mapping, geo-electrical, seismic and gravimetric exploration, borehole coring. Reserve estimation.

Geological contexts and geographical distributions of the most important industrial rocks and minerals.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A disciplina não assume conhecimentos prévios sobre as matérias específicas lecionadas e tem, portanto, um programa de carácter introdutório. A sua justificação num curso de segundo ciclo está em se pôr a ênfase nas rochas e minerais industriais não como entidades geológicas, mas como materiais de ocorrência natural, explorados para tirar partido das características que os tornam úteis em variados processos industriais. O programa proposto dá relativa pouca atenção às rochas e minerais em si mesmas e concentra-se na sua caracterização com fins industriais, nos constrangimentos legais e sociais a que a exploração está sujeita, nos métodos usados para estabelecer a viabilidade de explorações novas ou para conduzir explorações já existentes.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

This assignment may be absolved without any previous knowledge of its core study object. Therefore, it is designed as an introductory course. Its inclusion in a second cycle program is justified because industrial rocks and minerals will be presented disregarding their geological identity and focussing on their physical and chemical characteristics, that makes them useful for a wide variety of industrial processes. Also, students will be shown the legal and regulatory constraints surrounding the opening and operation of mines and quarries, the methods which must be used to explore for these materials or to further develop ongoing exploitation endeavours.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O contacto com os estudantes far-se-á por meio de aulas expositivas, onde se tratarão os principais aspetos de carácter mais teórico, como enquadramentos jurídicos, principais indústrias utilizadoras de matéria prima mineral, características exigidas pela indústria aos materiais extraídos e modos de as obter por manipulação pré-industrial. Para as matérias menos teóricas, os estudantes serão colocados ante problemas que simulem situações presentes na indústria extrativa, em vez de resolverem meros exercícios.

A avaliação será composta por duas componentes, com peso semelhante: uma constituída pelos relatórios práticos e teórico-práticos, outra por monografias originais, a escolher de lista proposta, versando sobre indústrias específicas (com ênfase nas matérias primas utilizadas e nos requisitos a que estas têm de obedecer) ou sobre rochas ou minerais industriais específicos, mais uma vez com ênfase nas características que têm de apresentar para os seus diversos usos industriais.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

For the most theoretical topics (e.g. regulations, main industries based on geological raw materials, characteristics of the raw materials sought-off by the industry), magistral lessons will be imparted. Additionally, the students will be required to solve problems simulating the day to day professional problem solving in the industry. They will not solve any exercises. These activities will result in several reports on lab and paper work activities done along the term, which will be used to grade the students learning (c. 50%).

This grading will be completed (c. 50%) by a small series of short monographies on important industries or important industrial rocks and minerals, always focussing on the characteristics of the geological materials craved by the industry.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A disciplina está pensada para, tanto quanto possível, levar os alunos a abandonar uma lógica de trabalho de tipo académico escolar em favor de uma lógica profissional prática em contexto industrial. Em vez de exercícios para resolver nas aulas práticas ou teórico-práticas, são propostos enunciados problematizantes, formulados de tal modo que o estudante se veja na necessidade de conceber por si o procedimento que o levará à resposta da questão posta, deixando-o na "incerteza" típica da profissão de geólogo em vez de o "embalar" na certeza escolar de "ter chegado à resposta certa" que, na prática, não tem qualquer existência real. A diferença entre aulas práticas e teórico-práticas

está em que as segundas propõem questões resolúveis com pesquisa e processamento de informação, enquanto que as primeiras implicam o uso de instalações laboratoriais para criar a informação necessária à resposta procurada. A opção por aulas expositivas para a componente teórica é deliberada. No estado atual da interação entre tecnologia e sociedade, é perfeitamente concebível que os alunos possam por si procurar a informação de que necessitam e construir o conhecimento que os habilita ao cabal exercício futuro da profissão. Mas a experiência tem demonstrado que este processo é geralmente caótico, conduzindo de facto à aquisição de informação, mas impedindo a formação de conhecimento. Primeiro, porque procurar informação sobre matérias que não se dominam ou para as quais não há uma motivação muito forte, é um processo altamente ineficiente, sobretudo quando há quantidades descomuns de informação de qualidade muito variável. Para se fazer esta procura com eficiência e segurança é necessário, por um lado muito tempo, e por outro um guia que acompanhe de muito perto a pesquisa. As aulas expositivas constituem esse guia, a necessária prática de pesquisa autónoma é adquirida nas restantes componentes da disciplina. Em segundo lugar, porque disciplinas simultâneas entram em competição mútua pelo relativamente escasso tempo disponível e força o processo a tornar-se superficial. Acresce que a técnica de aquisição de informação usada pelos jovens parece conduzir a uma espécie de pensamento visual, no qual a palavra escrita, oral ou simplesmente pensada, não desempenha qualquer papel, impedindo de modo que se tem revelado drástico, o desenvolvimento da competência mínima para discutir e transmitir ideias e pensamentos. Quanto à componente de campo, privilegiar-se-ão visitas a instalações industriais, de extração e de processamento de matérias primas, ou, havendo indisponibilidade por parte das empresas, optar-se-á por visitas a afloramentos para determinação pelos estudantes, na medida do possível, dos prós e dos contras no uso industrial das rochas visitadas.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The general organization of the assignment is designed to foster the transition from a normal scholar academic logic of work to a practical professional way of working. There will be no exercises to solve in the normal sense, the students will be proposed, instead, problems formulated in such a way that they will have to devise the methods needed to find an answer, which will be one of several possible answers, leaving the students in the typical “uncertainty” of normal professional practice. In the case of lab activities, the students will be requested to create autonomously the data they will use to find an answer to the problem at hand.

The option for magistral lessons for the most theoretical topics is deliberate. At present, it is conceivable that the students will be able of searching by themselves for the information needed to acquire the knowledge required for professional practice. However, it has been shown that this endeavour is mostly chaotic and although it produces information, it does not lead to knowledge. This is due to the intrinsic inefficiency of looking for information in areas poorly known to the seeker in the face of huge amounts of readily accessible information of mixed quality. When properly done, these searches are time-consuming and need the constant presence of a guide to direct the search in the proper directions. Magistral lessons will take this role, the necessary proficiency in the use of computer tools for the gathering of information will be acquired during the execution of the practical questions mentioned above. Moreover, as the students have several simultaneous assignments, the available time for each one is quite limited, which tends to lend a superficial character to non-guided student work without clearly defined goals. Finally, the use of computer tools to search for information leads to a visual thinking in which no place is given to worded reasoning; drastically impairing, if unchecked, the ability of the students to discuss and transmit ideas and thoughts. As for field activities, they will consist of visits to industrial plants dedicated to mining or to processing of the mined materials; if this is not possible because of unavailability of suitable plants for visit, normal field trips will be undertaken, the students being requested, as far as possible, to determine the pro’s and con’s of the rock masses at hand for possible industrial uses.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Duggal, SK (2008) – Building materials. New Age International. ISBN 978-812-242-975-6
Kogel et al (eds) (2006) – Industrial minerals and rocks – commodities, markets and uses. Society for Mining, Metallurgy and Exploration. ISBN 978-087-335-233-8
LNEG – Rochas ornamentais portuguesas. Base de dados on-line. <https://rop.lneg.pt/rop/FormProduto.php>
Nikolaides, A (2015) – Highway engineering – pavements, materials and control of quality. CRC Press. ISBN 978-113-889-376-4
Sinton, SW (2006) – Raw materials for glass and ceramics- -sources, processes and quality control. John Wiley and Sons. ISBN 978-047-147-942-0
Velho, JL (2005) – Mineralogia Industrial – princípios e aplicações. Almedina. ISBN 978-972-757-331-8

Mapa IV - Sistemas de Informação Geológica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas de Informação Geológica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Geological Information System

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):*Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T-14; TP-35 Lecture-14; Lect.-Lab-35***4.4.1.6. Créditos ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Rui Pires de Matos Taborda - 7h T + 7h TP***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Ana Maria Almeida Nobre Silva – 3,5h T +14h TP**Fátima Cristina Gomes Ponte Lira – 3,5h T + 14h TP***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Consolidar e o aprofundar conhecimentos teóricos e práticos em Sistemas de Informação Geográfica aplicados às Ciências da Terra. Nesta unidade curricular pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos, competências e capacidades que permitam a conceção e implementação autónoma de projetos de gestão e análise de informação espacial para resolver problemas na área das Geociências.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Consolidate and deepen theoretical and practical knowledge in Geographic Information Systems applied to Earth Sciences. In this course students will acquire knowledge, skills and capabilities allowing them to autonomously design and implement geospatial projects in order to solve geoscience problems.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***I) Introdução aos Sistemas Informação Geológica: âmbito e objetivos. II) Técnicas de geo-processamento automático em ModelBuilder e Python. III) Modelos Digitais de Terreno: dados de alta resolução (LiDAR), geração de Modelos Digitais de Superfície e ortomosaicos com imagens adquiridas por UAV. IV) Análise espacial e introdução à geoestatística. V) Sistemas de Informação Geocientífica e técnicas de visualização e análise de dados 3D. VI) Detecção Remota. Sistemas de Observação da Terra. Processamento e análise de imagem: pré-processamento, correções. Classificação e filtros. Introdução à aprendizagem automática em ArcGIS. VIII) Técnicas de análise e visualização de dados espaço-temporais. IX) Tendências emergentes em análise de dados espaciais.***4.4.5. Syllabus:***I) Introduction to Geological Information Systems: scope and objectives. II) Automatic geo-processing techniques with ModelBuilder and Python. III) Digital Terrain Models: high resolution data (LiDAR), generation of Digital Surface Models and orthomosaic with images acquired by UAV. IV) Spatial analysis and introduction to geostatistics. V) Geoscientific Information Systems and techniques for viewing and analyzing 3D data. VI) Remote Sensing. Earth Observation Systems. Image processing and analysis: pre-processing, corrections. Classification and filters. Introduction to machine learning in ArcGIS. VIII) Techniques for analysis and visualization of space-time data. IX) Emerging topics in spatial data analysis.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os conteúdos programáticos procuram corresponder ao objetivo fundamental desta unidade curricular através da lecionação de um conjunto de temas que exploram a análise de dados espaciais suportados em casos reais e que tipificam os problemas com que os futuros profissionais poderão ser confrontados na sua vida profissional. As matérias lecionadas nesta unidade curricular exploram e desenvolvem conceitos de análise de informação geoespacial adquiridos no primeiro ciclo, complementando-o com tópicos avançados que são utilizados em contexto de trabalho real. Os conteúdos programáticos, em conjunto com os métodos de ensino, procuram desenvolver a capacidade de utilizar conhecimentos adquiridos para resolver situações novas, a capacidade de argumentação técnica e o espírito crítico, permitindo reforçar a autonomia do aluno e preparando-o para a conceção e implementação autónoma de projetos na área dos Sistemas de Informação Geográfica aplicados às Ciências da Terra.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus seeks to match the fundamental goal of this course through lecturing a set of themes that explore the georeferenced data analysis supported by real cases and that typify problems future professionals may face in their professional life. The subjects taught in this course explore and develop geospatial information analysis concepts acquired in the first cycle, complementing it with advanced topics that are used in real world context. The syllabus, together with the teaching methods, seeks to develop the ability to use knowledge to solve new situations, technical reasoning ability and critical thinking, allowing to strengthen the autonomy of the student and preparing it for the design and implementation of autonomous projects in the field of Geographic Information Systems applied to Earth Sciences.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas expositivas e aulas teórico práticas onde são resolvidos problemas práticos orientados para a resolução de problemas reais.

Avaliação: exame final (40%), avaliação contínua através da realização de questionários rápidos ao longo do semestre (10%) e trabalho prático (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Expositive theoretical classes and theoretical-practical classes where real-world problems are solved.

Evaluation: final examination (40%), continuous evaluation through rapid questionnaires throughout the semester (10%) and practical work (50%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino, orientadas para a exploração prática de casos reais, permitem que os alunos complementem a sua formação em Sistemas de Informação Geográfica, desenvolvendo a autonomia e adquirindo uma visão mais abrangente do tema. A realização de exercícios práticos são fundamentais para alicerçar e interligar os diferentes conceitos introduzidos e a realização de um trabalho final promove o estudo autónomo e a articulação entre novos conhecimentos e conhecimentos adquiridos nas aulas, fomentando o espírito crítico e a autonomia do aluno.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, oriented to the practical exploitation of real cases, allow students to complement their training in Geographic Information Systems, developing autonomy and acquiring a more comprehensive view of the theme. The performance of practical exercises is fundamental to support and interconnect the different concepts introduced and the realization of a final work promotes autonomous study and articulation between new knowledge and knowledge acquired in classes, fostering the critical spirit and autonomy of the student.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Longley, P., (2005). Geographic information systems and science. John Wiley and Sons.

Lira, C., Amorim, A., Silva, A. N. e Taborda, R., (2016). Sistemas de Informação Geográfica: Análise de Dados de Satélite. DGRM, Lisboa, Portugal. E-book disponível em www.sophia-mar.pt.

Silva, A. N.; Lira, C.; Taborda, R.; Dias, E., Catalão, J. e Amorim, A., (2016). Sistemas de Informação Geográfica: Análise Espacial. DGRM, Lisboa, Portugal. E-book disponível em www.sophia-mar.pt

Mapa IV - Tectonofísica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Tectonofísica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Tectonophysics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-28; TP-28 Lecture-28; Lect.-Lab-28

4.4.1.6. Créditos ECTS:

4.4.1.7. Observações:

Opção Nuclear para a Área de Especialização (AE) em Geodinâmica e Recursos Geológicos (os alunos escolhem, obrigatoriamente, 18 créditos de entre as opções nucleares da AE).

Opção Livre para as outras duas Áreas de Especialização (os alunos escolhem 12 créditos de entre as opções livres ou qualquer das opções nucleares das várias áreas de especialização).

4.4.1.7. Observations:

Nuclear option for the Specialization Area (SA) Geodynamics and Geological Resources (it is mandatory that the students choose 18 credits among the nuclear options of the SA).

Free option for the other two Specialization Areas (the students are allowed to choose 12 credits among the free options or any of the nuclear options of the three SA).

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Filipe Medeiros Rosas – 18h T+ 14h TP

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

João Casal Duarte – 6h T + 10h TP

Maria Carla Kullberg - 4hT+ 4hTP

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Aquisição de conhecimentos quantitativos fundamentais subjacentes à geodinâmica dos principais processos tectónicos do manto e da litosfera terrestres. No âmbito deste objetivo principal, favorece-se uma perspetiva de articulação estreita entre o formalismo quantitativo (subjacente à Física dos processos em causa) e uma abordagem mais Geológica, de base observacional. No mesmo contexto, é igualmente favorecida a perspetiva de uma abordagem prática/aplicada que incorpore, não só a possibilidade de visualização dos processos geofísicos/geodinâmicos tratados (através de métodos computacionais), mas também a validação de hipóteses ou conjeturas teóricas através de modelação numérica.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Acquisition of quantitative knowledge concerning the fundamental geodynamics governing the main tectonic processes on the Earth's mantle and lithosphere. Within the general framework of this main objective, a combined perspective between the quantitative formalism (ascribed to the physics of the processes at stake) and a more observational-based, geological approach, is strongly favored. An applied hands-on approach to all addressed topics is likewise to be implemented, through computational exploration/visualization of the addressed fundamental processes and through numerical modelling validation of different hypotheses or theoretical conjectures.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Abordagem teórica quantitativa aos conceitos de:

- *Gradiente Geotérmico. Equação da Temperatura e Transferência de calor na litosfera; Gradiente geotérmico estacionário e transiente.*
- *Isostasia. Movimentos verticais, energia potencial gravítica e força gravítica; consequências para a deformação da litosfera.*
- *Forças tectónicas. “Ridge push”, “Slab pull” e resistência devida à viscosidade.*
- *Reologia. Comportamento Elástico, Escoamento Plástico e Viscoso. Perfis resistência – profundidade.*
- *Deformação na litosfera. Colisão orogénica; Tectónica transcorrente; Tectónica extensional.*
- *Geodinâmica do Manto. Convecção mantélica; Número de Rayleigh; Fontes de calor mantélico e número de Rayleigh.*

Abordagem teórico-prática aplicada a:

- *Resolução de problemas geodinâmicos com recurso a programação em Python;*
- *Modelação numérica (Underworld) como instrumento de validação de conjeturas e parametrização reológica em diferentes cenários tectónicos. Zonas de subducção e rifting intra-continental.*

4.4.5. Syllabus:

Theoretical quantitative approach to the concepts of:

- *Earth's Geotherm. Heat equation and Heat transfer in the lithosphere; Steady geotherm and Transient geotherm.*
- *Isostasy. Elevation, gravitational potential energy and gravitational force; consequences for the deformation of the lithosphere.*
- *Tectonic Forces (sources of tectonic stress in nature). Ridge push, Slab pulls and viscous resistance.*
- *Introduction to Rheology. Elastic behaviour, Plastic and Viscous flows; Strength-Depth envelopes.*

- *Lithospheric deformation. Collisional tectonics; Transcurrent tectonics; Extensional tectonics.*
- *Mantle geodynamics. Mantle convection; Rayleigh number; Mantle heating and Rayleigh number.*

Applied (computational hands-on) approach to:

- *Geodynamic problem solving and exercises using Python.*
- *Numerical modelling test (validation) of general parametric/rheological assumptions, concerning different geodynamic/tectonic scenarios, using Underworld. Subduction zones and Continental rifting.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos selecionados (acima elencados), bem como a combinação entre uma abordagem eminentemente teórica com uma de índole mais prática aplicada, possibilitam uma permanente visualização e validação dos conceitos e equações sob estudo, através do uso de métodos computacionais (programação em Python e modelação numérica). Isto permite ao estudante desenvolver uma intuição mecânica acerca dos fenómenos em causa, facilitando o reconhecimento da ligação entre o formalismo das leis físicas que regulam os processos, com as suas manifestações geológicas naturais.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The approached subjects (referenced above), together with the adopted combined theoretical and applied approach to the concepts at stake, provide a constant validation of the governing (geo)physical laws (and respective equations) under scrutiny, by using computational problem solving and visualization (Python programming and numerical modelling). This conveys a mechanical physical intuition to the students, by allowing them to bridge the more abstract formulation of the phenomena under appreciation with their geological (observable) natural manifestations.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Métodos de Ensino:

- *Todos os conceitos serão abordados tendo sempre em conta a seguinte abordagem em 3 passos: 1) Aulas teóricas expositivas; 2) Discussão de artigos (discussão em sala de aulas de artigos de referência); 3) Resolução de exercícios (exercícios práticos sobre problemas geodinâmicos com recurso a programação em Python e modelação numérica em Underworld).*
- *Saída de campo de um dia centrada na observação de manifestações, geológicas/naturais, de diferentes exemplos dos problemas geodinâmicos abordados nas aulas teóricas.*

Avaliação:

Componente teórica: dois testes intercalares ou um exame final.

Componente teórico-prática:

Desempenho dos alunos ao longo do semestre com ênfase para a sua participação nos pontos 2) e 3) acima elencados e na saída de campo.

Relatório final: trabalho de modelação numérica em Underworld versando um tópico/problema Geodinâmico selecionado, tendo em consideração um seu congénere natural (exemplo geológico ou campo).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methods:

- *All subjects will be introduced to students through a three step approach, comprising: 1) Expositive lectures; 2) Discussion of papers (discussion of selected benchmark papers in class); 3) Problem solving exercises (solving practical geodynamic problems, using Python coding and Underworld numerical modelling).*
- *All students will also attend to one day field trip, during which they will be confronted with the observation of different geological manifestations of some examples pertaining the geodynamic processes approached in class.*

Evaluation:

Theoretical component: two mid-term tests or a final exam.

Theoretical-practical component:

Students' performance along the semester regarding their specific participation in points 2) and 3) above, and on the field trip.

Final report: Underworld numerical modelling of a chosen (geodynamic) problem/topic, referring it to a natural counterpart (i.e., to a natural geological/field example).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A articulação proposta, entre uma abordagem teórica-quantitativa e uma exploração de índole prática-aplicada recorrendo a técnicas computacionais e metodologias geológicas, serve o objetivo geral de proporcionar uma compreensão sólida dos fundamentos da física dos processos tectónicos. Neste contexto, a procura da resolução prática de problemas, através do uso proficiente de técnicas de computação, é intencionalmente articulada com o domínio (previamente adquirido) de técnicas de geologia de campo. Esta ligação, entre o formalismo da descrição teórica-quantitativa dos fenómenos em causa e o reconhecimento das suas diferentes manifestações naturais/geológicas, é a chave par uma compreensão robusta e abrangente dos processos Geodinâmicos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The proposed combination between a quantitative theoretical approach and a hands-on applied manipulation of computational and geological methods, complies with the general main objective of conveying a fundamental basis for the understanding of the physics of the tectonic processes. Within this general rationale, the applied problem-solving approach, comprising the proficient use of computational methods, is intentionally linked with the observational geological approach, implying the (previously acquired) mastering of field-geology techniques. Such a coupling, linking the quantitative formal description of the processes to the observation of their different natural manifestations, is the key to the development of a robust comprehensive understanding of Geodynamics.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Burden, R. L., & Faires, J. D., 2005. *Numerical analysis*. Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole.
- Davies, G.F. 1999. *Dynamic Earth*. Cambridge University Press.
- Gerald, C. F., & Wheatley, P. O. (2007). *Applied numerical analysis*. Boston, MA: Pearson, Addison Wesley.
- Gerya, T., 2019. *Introduction to Numerical Geodynamic Modelling*. Cambridge University Press.
- Moores, E. M., & Twiss, R. J., 2000. *Tectonics*. New York: Freeman.
- Ranalli, G., 1995. *Rheology of the Earth (second edition)*. Chaman & Hall.
- Rao, S. S., 2002. *Applied numerical methods for engineers and scientists*. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall.
- Ray, P.F. *Introduction to Tectonophysics*. <https://itunes.apple.com/us/book/id1439863788>
- Turcotte, D. L., Schubert, G., 2014. *Geodynamics*. Cambridge University Press.
- Park, G., 1997. *Geological structures and moving plates*. London: Chapman et Hall.

Mapa IV - Vulcanologia Física**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Vulcanologia Física

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Physical Volcanology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CTERRA

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-21; TP-21; TC-7 Lectures-21; Lect.-Lab-21; Field work-7

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção Livre para as três Áreas de Especialização.

4.4.1.7. Observations:

Free option for the three Specialization Areas.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

José Eduardo de Oliveira Madeira – 21h T+ 21h TP + 7h TC

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Pretende-se que os alunos conheçam os diferentes tipos de atividade eruptiva, relacionando-os com as propriedades reológicas dos magmas e o papel dos gases nos mecanismos de fragmentação magmática e hidromagmática, bem como os produtos eruptivos resultantes. Os alunos deverão ser capazes de reconhecer os diferentes tipos de produtos vulcânicos com base nas suas características estruturais e texturais e os estilos eruptivos expectáveis em

diferentes enquadramentos geodinâmicos. No que respeita a vulcanoestratigrafia pretende-se que adquiram competências necessárias para identificar e caracterizar depósitos de distintas erupções numa sequência vulcânica e reconhecer os processos eruptivos responsáveis por esses produtos. Essas competências serão utilizadas numa visita de campo a uma região vulcânica sobre a qual deverão redigir um relatório. A utilização de ferramentas digitais de análise tefrostratigráfica permitirá desenvolver competências na simulação de cenários eruptivos distintos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The students will acquire knowledge on the different types of eruptive activity, in relation with the rheologic properties of magmas and the role of volatiles on the mechanisms of magmatic and hydromagmatic fragmentation, as well as on the resulting eruptive products. With that knowledge the students should be able to recognize and characterize the different types of volcanic products based on their structural and textural characteristics, and the expected eruptive styles in different geodynamic settings. In what concerns volcano stratigraphy, we intend the students to acquire the skills needed to identify deposits of distinct eruptions within a volcanic sequence and recognize the eruptive processes that generated them. Those skills will be used in a field trip to a volcanic area about which they must prepare a report. The use of tephrostratigraphic digital tools will allow the development of skills in the simulation of different eruptive scenarios.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Propriedades e comportamento físico dos magmas 2. Estilos eruptivos; o papel dos gases e da água; fragmentação vulcânica; colunas eruptivas; erupções magmáticas e hidrovulcânicas 3. Produtos eruptivos 3.1. Produtos efusivos: derrames lávicos simples e compostos; morfologia e estrutura de derrames subaéreos; Morfologia e estrutura de derrames subaquáticos: hialoclastitos, pillow lavas, brechas de pillows e mantos de lava 3.2. Produtos de actividade explosiva: piroclastos: dimensão e natureza; lapilli acrecionário; geometria, distribuição e mecanismos de formação de depósitos piroclásticos de queda e de fluxo. 4. Centros eruptivos: cones monogenéticos; edifícios poligenéticos; crateras, crateras-poço e caldeiras; Génese de caldeiras e caldeiras ressurgentes 5. Fundamentos de vulcanoestratigrafia; 6. Efeitos de grandes erupções no clima. Prática: Utilização de ferramentas de análise tefrostratigráfica; Trabalho de campo: relatório sobre observações em região vulcânica.

4.4.5. Syllabus:

1. Properties and physical behaviour of magmas 2. Eruptive styles; the role of gases and water; volcanic fragmentation; magmatic and hydrovolcanic eruptive columns 3. Eruptive products 3.1. Effusive products: subaerial simple and compound lava flows; morphology and internal structure of subaerial flows; Morphology and structure of subaquatic lava flows: hyaloclastites, pillow lavas, pillows breccias, and sheet flows 3.2. Products of explosive activity: pyroclasts: size and nature; accretionary lapilli; geometry, distribution and formation mechanisms of pyroclastic fall and flow deposits. 4. Eruptive centres: monogenetic cones; polygenetic edifices; craters, pit-craters, and calderas; Generation of calderas and resurgent calderas 5. Principles of volcano stratigraphy 6. Effects of large eruptions in climate. Lab: application of tephrostratigraphic tools. Field work; production of a report on a volcanic region.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Com o presente programa pretende-se que os alunos adquiram os conhecimentos básicos sobre os processos eruptivos, os produtos vulcânicos resultantes e os mecanismos de deposição desses produtos. A apresentação teórica dos temas é complementada com exercícios práticos de aplicação dos conceitos aprendidos na componente teórica quer em gabinete (aulas teórico-práticas) quer no campo, com ênfase para a interpretação de sequências vulcânicas quer no que respeita a natureza dos produtos como dos processos que lhes deram origem. Pretende-se que a formação e as competências adquiridas lhes permitam no futuro desenvolver as suas competências e aprofundar o seu conhecimento caso venham a enveredar por um trabalho na área da vulcanologia, quer em ambiente de empresa quer em investigação.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The proposed syllabus will allow the students to acquire the basic knowledge on the eruptive processes, the resulting volcanic products, and their emplacement mechanisms. The lectures will be complemented with exercises applying the theoretical concepts both in the lab and in the field, with emphasis on the interpretation of volcanic sequences in what regards the nature of the eruptive products as well as the processes that originated them. It is intended that the acquired knowledge and competences will allow developing their skills and increase their knowledge should they follow a future professional activity in the field of volcanology.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino constará de aulas teóricas expositivas complementadas com a leitura de artigos, capítulos de livros e textos preparados pelo docente relacionados com os temas expostos. Nas aulas teórico-práticas serão efetuados exercícios de vulcano-estratigrafia e de aplicação de software para simular diferentes cenários eruptivos. No campo serão efetuadas observações de sequências vulcânicas para identificação e descrição de produtos eruptivos e dedução os processos associados; as observações e conclusões serão apresentadas num relatório da saída de campo.

A avaliação constará de dois exames parciais e/ou um exame escrito final sobre a componente teórica e a componente prática será avaliada com base nos exercícios e no relatório de campo. Cada componente será valorizada na mesma proporção.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching will be composed of theoretical lectures complemented with the reading of papers, book chapters and documents prepared by the teacher related to the subjects of the lectures. Theoretical-Laboratorial classes will include exercises on volcanostratigraphical problems and the application of volcanological software to simulate different eruptive scenarios. In the field the students will observe volcanic sequences to identify and describe its products and to deduce the eruptive processes that produced them; the observations and conclusions will be presented in a field report.

The students will be graded according to two partial exams and/or a final written exam on the lectured subjects and the practical component will be graded based on the exercises and field report. Both components will be valued in the same proportion.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A aquisição pelos alunos dos conhecimentos teóricos e práticos necessários à compreensão dos processos e produtos vulcânicos é assegurada através de: (i) exposição oral de conceitos teóricos, com incentivo à participação dos alunos na sala de aula; (ii) indicação de bibliografia apropriada e disponibilização de documentos preparados pelo docente que permitirão aprofundar o conhecimento sobre os temas lecionados; (iii) aplicação dos conhecimentos adquiridos em exercícios baseados em situações reais ou fictícias realizada nas aulas teórico-práticas, incluindo a observação de uma coleção de amostras de materiais vulcânicos criada pelo docente; iv) aulas de campo onde os alunos contactarão com sequências vulcânicas reais treinando-os na identificação e descrição dos produtos eruptivos e na dedução dos processos vulcânicos que lhes deram origem.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The acquisition by the students of the theoretical and practical knowledge required for the understanding of the volcanic processes and products is ensured through: (i) oral presentation of theoretical concepts, encouraging the participation of students in the classroom; (ii) indication of appropriate bibliography and documents prepared by the teacher, which will allow deepening the knowledge on the subjects taught in the lectures; (iii) application of the acquired knowledge to exercises based in real and fictitious situations in the theoretical-laboratorial classes, including the observation of a collection of samples of volcanic materials created by the teacher; iv) field work, where the students will contact with real volcanic sequences allowing their training in the identification and description of volcanic products and in inferring the processes that produced them.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Cas, R.A.F. & Wright, J. V. (1987) Volcanic successions: Modern and ancient. Allen & Unwin, Londres: 528 p.
Francis P. & Oppenheimer, C. (2004) Volcanoes: a planetary perspective. Oxford University Press, New York: 521 p.
Schmincke, H.-U. (2004) Volcanism. Springer.
Sigurdsson, H.; Houghton, B.; McNutt, S.R.; Rymer, H. & Stixx, J. (eds) (2015) Encyclopedia of Volcanoes. 2nd edition, Elsevier. ISBN:9780123859389*

4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem

4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:

As metodologias de ensino usadas nas UCs que compõem o plano de estudos privilegiam a articulação de abordagens teóricas com forte componente prática (e.g. experimental/analítica, microscopia, campo) que orientam a aprendizagem para o desenvolvimento consolidado de competências cognitivas e proficiência no uso de ferramentas de representação e análise de dados 3D. O processo de ensino-aprendizagem delineado beneficia do encadeamento dos conteúdos em níveis crescentes de complexidade conceptual e treino funcional (processamento numérico, trabalho de laboratório e de campo). Durante o percurso, que culmina com Dissertação/Estágio, esperam-se ainda ganhos de autonomia e comunicação, para além de aptidões para realização de trabalho em equipa. Esta orientação geral é coerente com os propósitos definidos, de aprofundar conhecimentos indispensáveis à aquisição de proficiência transversal para o exercício da profissão, complementados por conteúdos dirigidos a nichos específicos de atividade.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

The teaching methodologies used in the UCs (curricular units) that compose the study plan aim especially at linking theoretical approaches to strong practical components (e.g. experimental/analytical, microscopy, field) that direct learning towards robust development of cognitive skills and proficiency in using 3D data representation and analysis tools. The teaching-learning process benefits from the sequential address of matters of increasingly conceptual complexity and functional training (numerical processing, laboratorial and field work). Along the envisaged pathway of the Course, which culminates with the Dissertação/Estágio (Dissertation/Internship), it is expected that the student gains autonomy, communication and team work skills. This general orientation is consistent with the defined objectives, namely of deepening essential knowledge to transversal proficiency acquisition in order to exercise the profession, complemented by topics designed to specific activity niches.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao

estimado em créditos ECTS:

A organização dos cursos é semestral, cabendo 30 ECTS a cada semestre. Por decisão do Senado da ULisboa, 1 ECTS corresponde a 28h de trabalho de um estudante. Deste modo, 1 ano de trabalho (60 ECTS) equivale a 1680h. A monitorização da carga média de trabalho por UC compete aos docentes e discentes, num quadro de corresponsabilidade mútua pelo processo de ensino-aprendizagem em que estão envolvidos. A coordenação do curso acompanha a monitorização e, havendo necessidade, intervém no sentido de repor em devido tempo o balanço desejável entre a carga média de trabalho exigida e a estimada em ECTS. Anualmente ocorrem vários momentos de apreciação no âmbito das coordenações dos CE do Departamento e das comissões pedagógicas, bem como inquéritos aos estudantes, que facilitam a identificação de casos de dessintonia da carga de trabalho necessária para atingir os objetivos estabelecidos para cada UC. Este assunto é também cuidadosamente analisado no âmbito do processo de auto-avaliação.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS credits:

The Course structure is semester-based, with 30 ECTS for each semester. By decision of the Senado da ULisboa, 1 ECTS corresponds to 28h of student work. Therefore, one working year (60 ECTS) corresponds to 1680h. The monitoring of the average work burden by UC is a mutual co-responsibility of both teachers and students, considering the reciprocal teaching-learning process in which they are engaged. The coordination of the Course follows this monitoring and, if needed, takes action in order to a timely correction of the desirable balance between the average ECTS estimated and demanded work burden. Over the year there are several consideration moments within the scope of the Department Courses coordination and the pedagogical commissions, as well as student enquiries that makes it easy identifying possible cases of unbalanced work burden necessary to achieve the goals defined by each UC. This issue is also carefully addressed in the self-assessment process.

4.5.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As formas e normas de avaliação são decididas e definidas pelos professores responsáveis pelas unidades curriculares, que as explanam e disponibilizam por escrito aos alunos no início das aulas, ficando arquivadas na plataforma académica da FCUL (Moodle). A coordenação do ciclo de estudos acompanha os formatos de avaliação escolhidos e pondera a sua adequação, promovendo o contacto regular com os responsáveis das UC e com os alunos das comissões pedagógicas e garantindo que a mencionada adequação se verifica.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

The methods and rules of evaluation are decided by the teachers responsible for the UCs, who explain them and make them available in a written way to the students at the beginning of the semester classes. These methods and rules are archived in the FCUL academic platform (Moodle). The Course coordination follows the chosen evaluation methods and considers its suitability, promoting the regular contact with the UC responsible and with the students of the pedagogical commissions, assuring that the mentioned suitability is verified.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

O ciclo de estudos integra uma unidade curricular com 9 créditos ECTS (Projeto de Campo e Experimental) direcionada para a iniciação à prática científica e incentivo ao envolvimento em atividades científicas. Aqui se incluem, por exemplo, a utilização de dados de investigação prévia e/ou em curso, na realização de trabalhos pelos alunos ou contribuição destes para investigação em curso. Esta UC, complementada pela UC Estudo Orientado (6 créditos), insere-se numa evolução formativa sequencial que visa incrementar o nível de proficiência na prática científica e o interesse por estas atividades científicas, que culmina com a UC Dissertação/Estágio. Encoraja-se ainda a participação de estudantes em encontros científicos direcionados para jovens investigadores ou outros, tal como a sua integração em equipas de projetos de I&D, nomeadamente no âmbito da UC Dissertação, privilegiando-se o desenvolvimento da autonomia e a sua inclusão como co-autores de artigos científicos.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

The Course includes one UC with 9 ECTS (Projeto de Campo e Experimental/Experimental and Field Project) directed to scientific practice initiation and to stimulate involvement in research activities. This includes, for instance, using previous/ongoing research data in works to be made by the students, or contribution form them to ongoing research. This UC, complemented by the UC Estudo Orientado/Supervised Study (6 ECTS), makes part of a sequential education evolution that aims at increasing the proficiency level in scientific practice and the interest in such scientific activities, culminating with the UC Dissertação/Estágio (Dissertation/Internship). The participation of students in scientific meetings is encouraged, namely in young researchers meetings and other, as well as their integration in I&D research project teams, namely within the scope of the Dissertation. The development of autonomy and inclusion as co-authors of scientific papers is given privilege.

4.6. Fundamentação do número total de créditos ECTS do ciclo de estudos**4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL-74/2006, na redação dada pelo DL-65/2018:**

De acordo com o DL n.º 74/2006, alterado e republicado no DL n.º 65/2018, o número total de ECTS de um CE conducente ao grau de mestre varia entre 90 e 120, com duração de 3 a 4 semestres. No presente CE optou-se por 120 créditos ECTS e 4 semestres, pelas seguintes razões: formação científica sólida, alicerçada em forte componente prática experimental (laboratorial e de campo) equilibradamente repartida no tempo; enquadramento geral definido na FCUL; comparabilidade com outras instituições de referência de ensino universitário em Portugal e na UE; e objetivos formativos e linhas gerais explicitadas para o CE, nomeadamente: organização semestral (4x30 créditos ECTS); componente curricular de 75 créditos ECTS, dada a necessidade de, simultaneamente, aprofundar formação de 1º ciclo transversal e concretizar abordagens específicas associadas a cada AE; Dissertação/Estágio perfazendo 45 créditos e assegurando níveis de autonomia e literacia consistentes com um ciclo de Mestrado.

4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018:

According to law DL n.º 74/2006, modified and republished in DL n.º 65/2018, the total number of ECTS of a MSc Course ranges from 90 to 120, with 3 to 4 semesters. In the present MSc Course the choice was 120 ECTS and 4 semesters, for the following reasons: solid scientific education, rooted on strong practical/experimental component (laboratory and field), well balanced over time; general framework defined at FCUL; comparability with other reference institutions in Portugal and EU; and general goals and lines defined for the Course, namely: semestral organization (4x30 ECTS); a 75 ECTS component for the non-dissertation UCs, in face of the need to deepen the graduation transversal formation and, at the same time, to include more specific approaches related to each SA; Dissertation/Internship of 45 ECTS, assuring autonomy and literacy levels consistent with a Masters Degree.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

Todos os docentes do Departamento de Geologia foram envolvidos na definição dos objetivos e conteúdos das novas UCs, assim como na definição dos objetivos gerais e específicos do plano de estudos que suporta o CE. Perante os programas perspetivados pelos docentes associados às áreas de especialização afins das UCs e tendo em conta a necessária harmonização das horas de trabalho dos estudantes para cada UC (168 horas para UC de 6 ECTS e 252 h para 9 ECTS), foi sugerido pela coordenação um intervalo de carga horária letiva ajustado ao CE, à sua harmonização e às normas da FCUL; os docentes associados às UCs ajustaram o número de horas de contato, evitando sobrecarga letiva, atendendo a horas dedicadas ao estudo e à realização de projetos, trabalhos práticos e avaliação e estimulando a autonomia dos alunos. A divisão por tipologia de aulas foi indicada pelos docentes responsáveis, considerando programa e objetivos de cada unidade curricular.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

All the teachers of the Geology Department were involved in the definition of the objectives and essential topics of the new UCs, and in the definition of the general and specific goals of the study plan that supports this MSc Course. Considering the core syllabus proposed by each group of teachers associated to specialization areas close to the UCs, and paying attention to the necessary harmony of the student working hours for each UC (168h for a 6 ECTS UC and 252h for 9 ECTS), the coordination suggested a range of teaching hours adequate for the Course, its harmony and the FCUL general rules. The teachers associated to the UCs adjusted the contact hours, avoiding over-contact, considering time for study, project making, practical work and assessment, and also encouraging student autonomy. The distribution of class type was suggested by the UC responsible, in accordance to the syllabus and aims of each UC.

4.7. Observações

4.7. Observações:

O plano de estudos proposto prevê a possibilidade do estudante selecionar um grupo de UCs em função dos seus interesses específicos e/ou de complementos de formação orientados para alguns domínios de aplicação do conhecimento geocientífico. Das 4 UCs nucleares de cada uma das três Área de Especialização (AE), os estudantes escolhem obrigatoriamente 3 UC da AE em que se inscreveram. Todas as restantes UCs podem ser escolhidas como opcionais, tal como qualquer das UCs do grupo comum de opções livres. Deste último grupo, serão fixadas anualmente pela FCUL, sob proposta do Departamento, as que estarão em condições de funcionar, tendo em conta a distribuição de serviço docente e as preferências identificadas, em cada ano, pelos candidatos/alunos do Curso. A unidade curricular Estágio prevê a possibilidade de os alunos realizarem parte ou a totalidade do trabalho final em entidades exteriores à Faculdade, sob supervisão conjunta de um professor do DG e de um orientador da instituição externa. Para além de zelarem pelo cumprimento de um plano de trabalhos previamente acordado e de acompanhamento do estudante, garante-se o cumprimento das normas e procedimentos previstos no Regulamento dos Estudos Pós-Graduados e salvaguarda-se na íntegra as questões quanto aos tópicos a abordar e orientação das atividades a desenvolver. Nestas circunstâncias, à semelhança do que tem acontecido em anos transatos, cada Estágio é objeto de protocolo específico celebrado entre a FCUL e a entidade externa, clarificando as atividades a realizar e a forma como as mesmas serão conduzidas, financiadas e orientadas, assim como as matérias inerentes à propriedade intelectual e à confidencialidade.

Observação adicional:

Tendo havido alteração na ficha curricular do docente no que diz respeito ao serviço docente (passando a existir uma única tabela para este fim), e não tendo havido resposta da A3ES sobre qual o serviço pretendido na referida tabela, a

FCUL decidiu enviar o serviço docente de 2021/22. Na ficha da unidade curricular consta a informação sobre os docentes que estão previstos lecionar no novo ciclo de estudos e respetivas horas.

4.7. Observations:

The study plan foresees the possibility that the students may chose a group of UCs according to their specific interests and/or complementary training directed to certain domains of geoscientific knowledge. From the 4 core UCs in each of the 3 Specialization Area (SA), it is mandatory for the students to chose 3 UCs belonging to the SA in which they have applied. All the remaining UCs may be chosen as optional, as well as any of the UCs in the free option group. In the latter group, FCUL, following Department proposal, will determine every year those that will open, considering teaching service distribution and the preferences identified each year among the students of the Course.

The UC Estágio/Internship foresees the possibility that the students undertake all or a part of their final work in external entities, under joint supervision of a DG teacher and a supervisor from that entity. Besides following the student and assuring that the previously arranged working plan is met, it is assured that the rules and procedures defined in the Regulamento dos Estudos Pós-Graduados is respected. In addition, it is assured that the relevant issues and topics are fully addressed and the activities undertaken by the student are guided. Under these circumstances and in similarity to previous situations, a specific protocol between FCUL and the external entity is defined for each specific Internship, which clarifies the activities to be carried out and the way they are directed, funded and supervised, as well as the issues dealing with intellectual property and confidentiality.

Additional note:

As there was a change in the teacher's curricular form with regard to the teaching service (there is now a single table for this purpose), and there was no response from A3ES on which service is intended in the table, FCUL decided to send the 2021/22 teaching service. The course sheet contains information about the professors who will teach in the new cycle of studies and their respective hours.

5. Corpo Docente

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

*Ana Cristina Costa Neves dos Santos Azerêdo
Professora Catedrática, em regime de dedicação exclusiva*

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

5.3. Equipa docente do ciclo de estudos / Study programme's teaching staff

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Vínculo/ Link	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Ana Cristina Costa Neves dos Santos Azeredo	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia, Especialidade em Paleontologia e Estratigrafia	100	Ficha submetida
Ana Maria Almeida Nobre Silva	Investigador	Doutor	Outro	Não	Geologia	100	Ficha submetida
António Manuel Nunes Mateus	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia	100	Ficha submetida
António Pedro Valério Brum da Silveira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia - Geodinâmica Interna	100	Ficha submetida
Carlos Alberto Pires Fernandes Marques Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia. Paleontologia e Estratigrafia	100	Ficha submetida
César Augusto Canêlhas Freire de Andrade	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia	100	Ficha submetida
Elisabete Fernandes de Almeida Malafaia	Investigador	Doutor	Outro	Não	Geologia	100	Ficha submetida

Fátima Cristina Gomes Ponte Lira	Investigador	Doutor	Outro	Não	Georrecurso	100	Ficha submetida
Fernando Manuel Silva da Fonseca Marques	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia	100	Ficha submetida
Filipe Medeiros Rosas	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia	100	Ficha submetida
Francisco Manuel Falcão Fatela	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Oceanographie Paleooceanographie (Geologia Marinha)	100	Ficha submetida
Isabel Maria Silveira Ribeiro da Costa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia (Cristalografia e Mineralogia)	100	Ficha submetida
João Daniel Casal Duarte	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia	100	Ficha submetida
João Manuel Lima da Silva Mata	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia-especialidade Geoquímica	100	Ficha submetida
João Pedro Veiga Ribeiro Cascalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia (Sedimentologia)	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Rodrigues de Sancho Relvas	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia (Metalogenia)	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Verdilhão Figueiras	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia	100	Ficha submetida
José Eduardo de Oliveira Madeira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia	100	Ficha submetida
Luis Miguel Guerreiro Galla Gaspar	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Economic Geology	100	Ficha submetida
Maria Carla Ribeiro Kullberg	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia	100	Ficha submetida
Maria Catarina Rosalino da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia	100	Ficha submetida
Maria Cristina de Sousa Cabral	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia	100	Ficha submetida
Maria da Conceição Pombo de Freitas	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia	100	Ficha submetida
Maria do Rosário da Encarnação de Carvalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia Hidrogeologia	100	Ficha submetida
Maria Isabel Gonçalves Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia	100	Ficha submetida
Mário Abel Carreira Gonçalves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia	100	Ficha submetida
Mário Albino Pio Cachão	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia	100	Ficha submetida
Nuno Lamas de	Professor	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º,	Não	GEOLOGIA	100	Ficha

Almeida Pimentel	Auxiliar ou equivalente		alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)					submetida
Paulo Emanuel Talhadas Ferreira da Fonseca	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia - Geodinâmica Interna - Geologia Estrutural e Tectónica	100		Ficha submetida
Pedro Antonio Gancedo Terrinha	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Outro	Não	Geologia	5		Ficha submetida
Pedro Daniel Mocho Lopes	Investigador	Doutor	Outro	Não	Biología e Ciencias de la Alimentación	100		Ficha submetida
Raul Carlos Godinho Santos Jorge	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia, Especialidade em Metalogenia	100		Ficha submetida
Rui Jorge Fernandes Baptista	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Mestre	Outro	Não	GEOLOGIA DE ENGENHARIA	25		Ficha submetida
Rui Pires de Matos Taborda	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia	100		Ficha submetida
Telmo Manuel Bento dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Geologia - Especialidade Geoquímica	100		Ficha submetida
Vanda Arlete Faria dos Santos	Investigador	Doutor	Investigador de Carreira (Art. 3º, alínea l) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Paleontologia	100		Ficha submetida
Susana Inês da Silva Custódio	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Ciências Geológicas	100		Ficha submetida
							3530	

<sem resposta>

5.4. Dados quantitativos relativos à equipa docente do ciclo de estudos.

5.4.1. Total de docentes do ciclo de estudos (nº e ETI)

5.4.1.1. Número total de docentes.

37

5.4.1.2. Número total de ETI.

35.3

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos integrados na carreira docente ou de investigação (art.º 3 DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018).

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos integrados na carreira docente ou de investigação (art.º 3 DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018).* / "Career teaching staff" – teachers of the study programme integrated in the teaching or research career.*

Vínculo com a IES / Link with HEI	% em relação ao total de ETI / % of the total of FTE	
Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	84.985835694051	100
Outro	12.181303116147	100
Investigador de Carreira (Art. 3º, alínea l) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	2.8328611898017	100

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor* / "Academically qualified teaching staff" – staff holding a PhD*

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	35.05	99.29178470255

5.4.4. Corpo docente especializado

5.4.4. Corpo docente especializado / Specialised teaching staff.

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Doutorados especializados na(s) área(s) fundamental(is) do CE (% total ETI) / PhDs specialised in the fundamental area(s) of the study programme (% total FTE)	35.05	99.29178470255
Não doutorados, especializados nas áreas fundamentais do CE (% total ETI) / Staff specialised in the fundamental areas of the study programme not holding PhDs in these areas (% total FTE)	0.25	0.70821529745042
Não doutorados na(s) área(s) fundamental(is) do CE, com Título de Especialista (DL 206/2009) nesta(s) área(s) (% total ETI) / Specialists not holding a PhD, but with a Specialist Title (DL 206/2009) in the fundamental area(s) of the study programme (% total FTE)	0	0
% do corpo docente especializado na(s) área(s) fundamental(is) (% total ETI)		100
% do corpo docente doutorado especializado na(s) área(s) fundamental(is) (% docentes especializados)		99.29178470255

5.4.5. Corpo Docente integrado em Unidades de Investigação da Instituição, suas subsidiárias ou polos nela integrados (art.º 29.º DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)

5.4.5. Corpo Docente integrado em Unidades de Investigação da Instituição, suas subsidiárias ou polos nela integrados (art.º 29.º DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018) / Teaching Staff integrated in Research Units of the Institution, its subsidiaries or integrated centers (article 29, DL no. 74/2006, as written in the DL no. 65/2018)

Descrição	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Corpo Docente integrado em Unidades de Investigação da Instituição, suas subsidiárias ou polos nela integrados / Teaching Staff integrated in Research Units of the Institution, its subsidiaries or integrated centers	33.05	93.626062322946

5.4.6. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.

5.4.6. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente. / Stability and development dynamics of the teaching staff

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos de carreira com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Career teaching staff of the study programme with a link to the institution for over 3 years	31	87.818696883853 35.3
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0	0 35.3

Pergunta 5.5. e 5.6.

5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

A avaliação do desempenho dos docentes (ADD) é um elemento central do processo de permanente avaliação institucional de qualidade na FCUL. Em conformidade com o regulamento aprovado pelo Despacho 12292/2014, de 26 de Setembro de 2014, publicado no DR, 2ª Série, nº 192, de 6 de Outubro de 2014, alterado pelo Despacho nº 1033/2019 (DR, 2ª Série, nº 20, de 29 de Janeiro de 2019), o objetivo da ADD é o de reconhecer e valorizar o mérito, e fornecer a cada docente indicadores que lhe permitam aperfeiçoar o seu desempenho e promover melhorias no funcionamento da instituição. A ADD considera as 4 vertentes do trabalho universitário: Ensino, Investigação, Extensão Universitária, Divulgação Cultural e Científica e Valorização Económica e Social do Conhecimento e Gestão Universitária. A atualização do corpo docente decorre da sua investigação, escrutinada pela publicação científica e pela procura de colaboração em áreas específicas do Saber por parte de entidades externas.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The assessment of teaching staff performance (ADD) is a central element of the institutional permanent assessment process quality at FCUL. In accordance with regulations, Despacho 12292/2014, 26 de Setembro de 2014, published in DR, 2ª Série, nº 192, 6 de Outubro de 2014, modified by Despacho nº 1033/2019 (DR, 2ª Série, nº 20, de 29 de Janeiro de 2019), the objective of ADD is to recognize and value the merit, and to give each teacher a set of indicators that will enable him to improve his performance, and promote improvements in the functioning of the institution. The ADD takes into account the four aspects of university work: Teaching, Research, University Extension, Cultural and Scientific Disclosure and Economic and Social Valorization of Knowledge, and University Management. The updating of the teaching staff results from their own research, scrutinized by scientific publication and seek for collaboration from external entities in specific Knowledge areas.

5.6. Observações:

O corpo docente afeto à presente proposta de CE é maioritariamente constituído (>80 %) por pessoal de carreira com larga experiência pedagógica e comprovada atividade científica e, em parte dos casos, também profissional com forte ligação a sectores industriais. Este corpo docente tem ainda capacidade para assegurar com elevada proficiência os processos de ensino-aprendizagem delineados para o programa de mestrado proposto nas suas diferentes vertentes, tornando-o atrativo e competitivo a nível nacional e internacional. Os inquéritos preenchidos pelos estudantes nos últimos cinco anos revelaram apreciação média positiva e muito positiva dos vários indicadores que monitorizam a forma como se desenrolaram os processos de ensino-aprendizagem nos ciclos de estudo sob responsabilidade do Departamento de Geologia. As exceções à média global foram analisadas em devido tempo e corrigidas, não se esperando alterações substantivas no futuro.

Também nos exercícios de avaliação de desempenho, todos os docentes afetos à presente proposta foram positivamente classificados: 65% (excelente), 35% (muito bom).

Os docentes são, na quase totalidade, membros integrados do Instituto Dom Luiz, Laboratório Associado, avaliado com Excelente no último exercício de avaliação promovido pela FCT. Esta unidade de investigação revalidou também recentemente o seu estatuto de Laboratório Associado.

Não obstante estes indicadores globais positivos há um aspeto relevante que importa destacar e que se prende com a deficiente taxa de rejuvenescimento do corpo docente que, todos esperamos, aumente de forma considerável no futuro.

5.6. Observations:

The teaching staff assigned to this MSc Course proposal is dominantly composed of (> 80 %) permanent FCUL staff with a long pedagogical experience and recognized scientific activity, in some cases also professional experience related to industry. This teaching staff has also the ability to ensure at high proficiency level the teaching-learning processes defined for the proposed Masters plan in its several branches, making it attractive and competitive at national and international level. The enquiries to students over the last five years reveal an average positive to very positive appreciation of the several indicators that monitor the way teaching-learning processes run, in the study cycles for which the Departamento de Geologia is responsible. The exceptions to the average appreciation were analyzed and revised in due time, and it is not expected that significant changes occur in the near future.

In addition, the teachers associated to this proposal were all positively classified in the performance assessment exercises: 65% (excellent), 35% (very good). The teachers are almost all integrated members of Instituto Dom Luiz, Laboratório Associado, evaluated as Excellent in the last assessment promoted by FCT. This research unit has recently revalidated its status of Laboratório Associado (Associated Laboratory).

Notwithstanding these global positive indicators, there is one relevant aspect to be highlighted: it is the deficient refreshing rate of the teaching staff, which we all expect to see strongly increasing in the future.

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à leção do ciclo de estudos.

Na FCUL os funcionários não docentes não estão afetos a um curso em particular, mas sim a toda a oferta formativa existente. Assim, consideram-se afetos a este ciclo de estudos (10+3+3) funcionários em regime de tempo integral, parcialmente dedicados ao mesmo: 10 funcionários nas Unidades de Serviços da FCUL (Área de Estudos Pós-Graduados, Área de Mobilidade e Apoio ao Aluno e Direção de Serviços Informáticos); 3 funcionários do Departamento de Geologia (3 Técnicos Superiores afetos a laboratórios/equipamentos analíticos e ligação ao Centro CV Lousal); 1 Técnica Superior da Biblioteca Central, especial apoio à biblioteca do DG; 2 do Núcleo de Apoio administrativo do C6, em especial 1 Técnica superior (Assessoria do Presidente do DG).

Observações: crucial alargar o quadro técnico de apoio em pelo menos + 2. O sub-financiamento crónico da FCUL via OE tem conduzido a sobre-esforço para manter atividades de campo/ laboratório, insuficiente para manutenção/atualização dos equipamentos.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

At FCUL non-academic staff are not concerned with a particular Course, but with the entire existing educational offer. Thus, (10+3+3) full-time employees are affected to this Course, partially dedicated to it: 10 in FCUL Service Units (Área

de Estudos Pós-Graduados, Área de Mobilidade e Apoio ao Aluno e Direção de Serviços Informáticos); and 3 from Department of Geology (3 Técnicos Superiores affected to laboratories/ analytical equipment and link to Centro CV Lousal) ; 1 Técnica Superior of Biblioteca (Library) Central, special support to DG library ; 2 of Núcleo de Apoio administrativo do C6 (administrative support) core, especially 1 Técnica superior (Assessoria do Presidente do DG).

Observations: it is critical to enlarge the supporting technical staff by at least 2 more. The permanent FCUL sub-funding through OE has led to over-effort to keep field and laboratory activities, insufficient for equipment maintenance/updating.

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

Funcionários das Unidades de Serviço: 2 Mestres, 7 Licenciados, 1 com 12.º ano de escolaridade

Funcionários dos Departamentos/Núcleos: 1 Doutor, 3 Mestres, 2 Licenciadas

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

Service Units non-academic staff: 2 Master, 7 Bachelor, 1 with 12th grade

Department/Cores: 1 PhD, 3 Master, 2 Bachelor

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

Na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL) é aplicado o Sistema Integrado de Gestão e Avaliação do Desempenho na Administração Pública (SIADAP), nomeadamente o SIADAP 3, regulamentado pela Lei n.º 66-B/2007, de 28/12, na sua redação atual.

O Núcleo de Formação e Avaliação do Departamento de Recursos Humanos dos Serviços Centrais da ULisboa (NFA) tem a seu cargo a promoção da formação profissional para a Universidade de Lisboa (ULisboa), permitindo aos seus colaboradores a atualização e aquisição de competências imprescindíveis ao desempenho das suas funções. O NFA coopera com as estruturas internas ou externas à ULisboa, estabelecendo parcerias com diversas entidades formadoras, procurando, igualmente, constituir a sua própria equipa formativa, constituída por recursos humanos da ULisboa. Os trabalhadores da FCUL frequentam também ações de formação em entidades externas, solicitadas por iniciativa do próprio ou do respetivo dirigente, como por exemplo, no INA.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

In the Faculty of Sciences of University of Lisbon (FCUL), the “Sistema Integrado de Gestão e Avaliação do Desempenho na Administração Pública (SIADAP)” is applied, namely SIADAP 3, regulated by Law n. 66-B / 2007, December 28th, in its current version.

The Núcleo de Formação e Avaliação do Departamento de Recursos Humanos dos Serviços Centrais da ULisboa (NFA) is responsible for the promotion of vocational training to the University of Lisbon (ULisboa), allowing employees to update and acquire skills essential to the performance of their duties. The NAF cooperates with the internal and external structures of ULisboa establishing partnerships with several training providers and also looking for establishing its own training team made up of ULisboa human resources. FCUL employees also attend training sessions in outside entities, for example, the INA, either by their own initiative or by their direct responsible initiative.

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

O Campus da FCUL disponibiliza infraestruturas essenciais à lecionação do CE que incluem salas de aulas e anfiteatros equipados com data-show e retroprojetores, salas de computadores, salas de microscopia, salas com coleções de rochas, minerais e fósseis e laboratórios diversos. Para estudo e realização de trabalhos/projetos, os alunos do Mestrado em Geologia utilizam e são apoiados pela existência de: bibliotecas (central e do DG); salas de computadores e de trabalho, de acesso livre para pós-graduados, que possuem microscópios, lupas, equipamento fotográfico digital e de computação; laboratórios de investigação (e.g. Geotecnia, Análise de Águas, Mineralogia, Metalogenia, Geoquímica, Tectónica Experimental, Processamento de Sondagens, Sedimentologia, Estratigrafia, Micropaleontologia, Nanofósseis, Paleontologia); e espaços/laboratórios de apoio transversal (arquivo de amostras, corte e partição de rochas, pulverização, separação de minerais, lâminas delgadas e superfícies polidas).

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

The FCUL Campus offers a set of essential infrastructures for the MSc Course teaching, including classrooms and amphitheatres equipped with data-show and transparency projectors, computer rooms, microscopy rooms, rooms with rock, mineral and fossil collections and several laboratories. To support study and making of works/projects, the MSc

students use and are supported by: libraries (FCUL central and DG); working and computer rooms, which are of open access to postgraduate students and have microscopes, binocular microscopes, digital photographic and computing equipment; research laboratories (e.g. Geotechnics, Water Analysis, Mineralogy, Metallogeny, Geochemistry, Experimental Tectonics, Borehole Processing, Sedimentology, Stratigraphy, Micropalaeontology, Nannofossils, Palaeontology); and rooms/laboratories of transversal support (sample archive, rock sawing and cutting, pulverization, mineral separation, thin-sections and polished surfaces).

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

Entre outros:

- 1) Computadores, “software” e “clusters” para cálculo
- 2) Equipamento de estereoscopia e de microscopia (lupas binoculares, microscópios de luz transmitida, refletida, inclusões fluidas)
- 3) Equipamentos para corte, moagem e pulverização de rochas e execução de lâminas delgadas e polidas
- 4) Microssonda eletrónica, Espectrofotómetro de Absorção Atómica, Espectrómetro de FRX, Espectrómetro de Massa, Difractómetro de RX
- 5) Agitadores, analisador de partículas (sistema Malvern), balanças de precisão, centrifugadoras, colunas de peneiros, estufas, hottes
- 6) Sonda para extração de amostras e equipamento de abertura de sondagens
- 7) Sondas para medição de parâmetros em águas
- 9) Equipamentos para ensaios geotécnicos (limites, expansibilidade, prensas)
- 10) Coleções de: fósseis e microfósseis; minerais e rochas; lâminas delgadas; modelos cristalográficos; cartas topográficas e geológicas; fotografias aéreas
- 11) Conjunto laboratorial para modelação análoga
- 12) Acervo da biblioteca

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

Among others:

- 1) Computers, “software” and computation “clusters”
- 2) Stereoscopy and microscopy equipment (binocular microscopes, transmitted and reflected light and fluid inclusions microscopes)
- 3) Equipment for rock sawing, grinding (different grain-sizes), and thin and polished sections production
- 4) Electron microprobe, Atomic absorption Spectrometer, FRX Spectrometer, Mass Spectrometer, RX Diffractometer
- 5) Sieve shaker, Particle analyzer (Malvern system), precision balances, centrifuges, sieve columns, greenhouses, and fume hoods
- 6) Sample extraction probe and borehole opening equipment
- 7) Water-parameter probes
- 9) Equipment for Geotechnical tests (limits, expandability, presses)
- 10) Collections of: fossils and microfossils; minerals and rocks; thin-sections; crystallographic models; geologic and topographic maps; aerial photographs
- 11) Laboratorial set for analogue modelling
- 12) Library collection

8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.

Pergunta 8.1. a 8.4.

8.1. Unidade(s) de investigação, no ramo de conhecimento ou especialidade do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/research-centers/formId/c54f62d2-0150-5458-1120-613786c1c1d0>

8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/c54f62d2-0150-5458-1120-613786c1c1d0>

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/c54f62d2-0150-5458-1120-613786c1c1d0>

8.4. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as atividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos.

Principais 2015-2021:

Projetos

NewOres – Development of New models for the genesis of Rare Metal (W, Nb, Ta, Li) Ore deposits from the European Variscan Belt and valorization of low grade and fine grained ore and mine tailings. ERA-MIN Call. Grant Number: info:eu-repo/grantAgreement/FCT/3599-PPCDT/146947/PT (2015-2017)

MINATURA2020 – Developing a concept for a European minerals deposit framework. Horizon 2020 - European

Commission. Grant Number: info:eu-repo/grantAgreement/EC/H2020/642139/EU (2015-2018)

Atributtes and Seismic Inversion Analysis for interpretation and characterization of Pre-Salt Reservoirs/Análise de Atributos e Inversão Sísmica para a Interpretação e Caracterização de Reservatórios do Pré-Sal. Universidade Federal Fluminense (UFF), Brasil, funded by Agência Nacional do Petróleo-Brasil, collab. Petrogal-Brasil (2016-2018)

INOVMINERAL4.0 – Tecnologias avançadas e software para os recursos minerais. Agência Nacional de Inovação SA. Grant Number: 46083 (2020-2023)

MOSTMEG - Predictive models for strategic metal rich, granite-related ore systems based on mineral and geochemical fingerprints and footprints. ERA-MIN Call. Grant Number: ID53 (2020-2023)

ECOEXA - Avaliação e monitorização das comunidades bentónicas em manchas de empréstimo. Caracterização do impacte da extração de areias e avaliação da taxa de recuperação do ecossistema Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA, I.P.), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (até 31 de dezembro/2021).

SandTrack, PTDC/CTA-GEO/31779/2017 -Alimentação artificial das praias: uma metodologia integrada de suporte à gestão litoral Universidade de Aveiro, FCIÊNCIAS.ID – Associação para a Investigação e Desenvolvimento de Ciências e Instituto Hidrográfico (até 28 de fevereiro/2022).

OnOff, PTDC/CTA-GEO/28941/2017- Conjugação do registo sedimentar onshore e offshore de tsunamis. FCIÊNCIAS.ID – Associação para a Investigação e Desenvolvimento de Ciências, Instituto Hidrográfico e Universidade do Algarve (até 28 de fevereiro/2022)

Parcerias internacionais (em curso desde 2020)

*Instituto de Geociências da USP, Brasil
CNR - GeoRessouces, Nancy, France
Universidade de Portsmouth, Reino Unido
Museu de História Natural de Dresden, Alemanha
Universidade de Clérmont-Ferrand, França
Universidade de Toulouse Paul Sabatier, França
Universidade de Vermont, EUA
Universidade de São Paulo, Brasil
Universidade de Brasília, Brasil
Universidade de Federal do Pará, Brasil
Universidade Técnica de Féz, Marrocos
Universidade de Marraquexe, Marrocos
Instituto Geológico e Minero de España, Espanha
Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum, Frankfurt am Main, Alemanha*

Parcerias nacionais (em curso desde 2020)

*FCUP
LNEG
Lab Hércules - Univ. Évora
FCT-UC
IST
AGEO_Aspiring Geoparque Oeste*

Parcerias industriais (em curso desde 2020)

ALMINA, SOMINCOR, EDM, MATSA, ESAN, BERALT-TIN

8.4. List of main projects and/or national and international partnerships underpinning the scientific, technologic, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme.

Main 2015-2021:

Projects

NewOres – Development of New models for the genesis of Rare Metal (W, Nb, Ta, Li) Ore deposits from the European Variscan Belt and valorization of low grade and fine grained ore and mine tailings. ERA-MIN Call. Grant Number: info:eu-repo/grantAgreement/FCT/3599-PPCDT/146947/PT (2015-2017)

MINATURA2020 – Developing a concept for a European minerals deposit framework. Horizon 2020 - European Commission. Grant Number: info:eu-repo/grantAgreement/EC/H2020/642139/EU (2015-2018)

Atributtes and Seismic Inversion Analysis for interpretation and characterization of Pre-Salt Reservoirs/Análise de Atributos e Inversão Sísmica para a Interpretação e Caracterização de Reservatórios do Pré-Sal. Universidade Federal Fluminense (UFF), Brasil, funded by Agência Nacional do Petróleo-Brasil, collab. Petrogal-Brasil (2016-2018)

INOVMINERAL4.0 – Tecnologias avançadas e software para os recursos minerais. Agência Nacional de Inovação SA.

Grant Number: 46083 (2020-2023)

MOSTMEG - Predictive models for strategic metal rich, granite-related ore systems based on mineral and geochemical fingerprints and footprints. ERA-MIN Call. Grant Number: ID53 (2020-2023)

ECOEXA - Avaliação e monitorização das comunidades bentónicas em manchas de empréstimo. Caracterização do impacte da extração de areias e avaliação da taxa de recuperação do ecossistema Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA, I.P.), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (até 31 de dezembro/2021).

SandTrack, PTDC/CTA-GEO/31779/2017 -Alimentação artificial das praias: uma metodologia integrada de suporte à gestão litoral Universidade de Aveiro, FCIÊNCIAS.ID – Associação para a Investigação e Desenvolvimento de Ciências e Instituto Hidrográfico (até 28 de fevereiro/2022).

OnOff, PTDC/CTA-GEO/28941/2017- Conjugação do registo sedimentar onshore e offshore de tsunamis. FCIÊNCIAS.ID – Associação para a Investigação e Desenvolvimento de Ciências, Instituto Hidrográfico e Universidade do Algarve (até 28 de fevereiro/2022)

International partnerships (ongoing since 2020)

*Instituto de Geociências da USP, Brasil
CNR - GeoResources, Nancy, France
Universidade de Portsmouth, Reino Unido
Museu de História Natural de Dresden, Alemanha
Universidade de Clérmont-Ferrand, França
Universidade de Toulouse Paul Sabatier, França
Universidade de Vermont, EUA
Universidade de São Paulo, Brasil
Universidade de Brasília, Brasil
Universidade de Federal do Pará, Brasil
Universidade Técnica de Féz, Marrocos
Universidade de Marraquexe, Marrocos
Instituto Geológico e Minero de España, Espanha
Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum, Frankfurt am Main, Alemanha*

National partnerships (ongoing since 2020)

*FCUP
LNEG
Lab Hércules - Univ. Évora
FCT-UC
IST
AGEO_Aspiring Geoparque Oeste*

Industrial partnerships (ongoing since 2020)

ALMINA, SOMINCOR, EDM, MATSA, ESAN, BERALT-TIN

9. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

9.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclo de estudos similares com base em dados oficiais:

Os dados agregados do último relatório da UL (2019) sobre empregabilidade dos seus diplomados mostram, para a área de estudos Ciências Físicas e da Terra: 79% empregados, dos quais 58% na área de formação. A informação disponível a nível interno do DG, sobre colocação dos pós-graduados dos vários Cursos (mestrados e PG), indica um número significativo de empregados na área de Geologia, quer em Portugal quer no estrangeiro (Europa e fora da Europa), em empresas dos sectores mineiro, de hidrocarbonetos, de geotecnia, autarquias, entidades ligadas ao Ambiente, ao Património Natural, etc. O acompanhamento regular dos dados oficiais disponibilizados pelo Instituto de Emprego e Formação Profissional na sua página web (<http://porcurso.pt/desemprego/#home>) revela forte consistência com as indicações gerais acima fornecidas, sugerindo índices de empregabilidade bastante positivos para os diplomados em Geologia, não obstante a forte vulnerabilidade demonstrada em relação aos ciclos económicos.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

The aggregated data in the last UL report (2019) on its graduates employability show, for the study area Physical and Earth Sciences: 79% employees, from which 58% in their educational area. The information available within the DG on the job situation of the graduates from the several MSc and Pos-Graduation Courses, indicates that a significant number is employed in Geology, either in Portugal or abroad (Europe and outside Europe), in mining, hydrocarbon and geotechnical industry, municipalities in the Environment and Natural Heritage areas, etc. The regular follow-up of the official data delivered by the Instituto de Emprego e Formação Profissional in its web page

(<http://porcurso.pt/desemprego/#home>) shows a clear consistency with the above mentioned general signs, suggesting rather positive employ rate for graduates in Geology, in spite of the strong vulnerability in what concerns the economic cycles.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

Nos últimos 5-6 anos a procura do Curso de Geologia (1º Ciclo) tem-se mantido, com tendência para gradual aumento da nota mínima de entrada (<https://infocursos.mec.pt/>). Este registo refere-se a um 1º CE de 4 anos, diferente de outras ofertas formativas em instituições congéneres do país. No renovado desenho de CE de 3+2 anos, comparável com os restantes, acredita-se que a tendência será de manter a procura do 1º CE e de, gradualmente, aumentar a do 2º CE, a médio prazo atingindo o número máximo de admissões. O novo 2º CE substitui 4 Cursos de Mestrado do DG, com objetivos e naturezas diversas, pelo que é difícil uma comparação direta e projetar a procura. Contudo, poder-se-á usar como referência possível para o nº inferior esperado no novo CE o somatório da procura média nos últimos 5-6 anos para aqueles 4 cursos: 33 (acrescidos dos ingressos em 2 pós-graduações não conferentes de grau que funcionaram em alguns anos). Tal representa uma base plausível para o que se espera alcançar.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

Over the last 5-6 years the search for the Geology Course (Graduation) remained uniform, with a gradual trend to increasing the lowest accessing mark (<https://infocursos.mec.pt/>). This record refers to a 4 years Course, differing from other study offers in similar national institutions. In the renewed 3+2 years structure, it is believed that the trend will be to keep search rate for the graduation and to gradually increase it for the MSc, attaining at a medium term the maximal admission number. The new MSc replaces 4 MSc Courses at DG, which had distinct nature and goals, so it is difficult to make a direct comparison and to foresee the search for the new Course. However, it is possible to use as a reference guide for the minimal expected number of candidates the average numbers in the last 5-6 years for those 4 Courses: 33 (plus the numbers of 2 non-degree post-graduations that run in some years). Overall, this represents a reasonable estimate for what is expected to reach.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

N/A

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

N/A

10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:

A generalidade dos CE conferentes do grau MSc em universidades europeias (e.g. na Alemanha) corresponde a 2 anos; em Espanha existem também Cursos de 60 créditos. No Reino Unido existem estruturas integradas de 4 anos. A estrutura proposta é original face à dos CE em áreas afins em Portugal e no espaço europeu. Embora seja frequente a existência de algumas UC comuns no 1º semestre e diferenciação em especializações, com obrigatórias e opcionais (e.g. UC, UM, UA), distanciam-se da proposta presente: um tronco comum forte (um semestre, 30 créditos) transversal e 3 AE com UC nucleares, permitindo ainda que o percurso curricular seja completado de modo versátil e inter-disciplinar, pela possibilidade de escolha do aluno entre UC das 3 AE e de um grupo de opcionais comum. Destaca-se, ainda, que, no seu conjunto, o CE abarca grande parte das áreas da Geologia, enquanto noutros Cursos no país e na Europa as temáticas são em geral menos abrangentes, são dirigidos para tópicos específicos.

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

Most Master Courses in European universities (e.g. Germany) corresponds to 2 years; in Spain there are also 60 ECTS Courses. In the UK there are integrated structures of 4 years. The proposed structure is original concerning the study cycles in similar areas in Portugal and in European space. Though it is usual to have some UCs in common in the 1st semester and specialized differentiation, with mandatory and optional UCs (e.g. UC, UM, UA), they are distant from the current proposal: a strong, common transversal body of UCs (1 semester, 30 ECTS) and 3 SA with core UCs, still allowing the curricular pathway to be completed in a versatile and interdisciplinary manner, by allowing the student to chose among UCs of the 3 SA and of a free optional group. It is also worth highlighting the fact that the Course encompasses a major part of the Geology areas, whereas in other Courses in Portugal and in Europe the themes are usually less wide, being focused in specific topics.

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Em termos gerais, os CE análogos no Espaço Europeu de Ensino Superior têm objetivos equiparáveis aos enunciados para o CE proposto: aprofundar conhecimentos indispensáveis à aquisição de proficiência transversal para o exercício da profissão, complementados ou mais acentuados (consoante os Cursos) por conteúdos mais específicos, formando profissionais de Geologia capacitados para ajustar a sua ação à evolução do conhecimento, das tecnologias

e das necessidades da Sociedade. A preparação para enfrentar e resolver autonomamente problemas novos é também desiderato comum. O CE proposto partilha com outros planos curriculares congéneres a possibilidade de oferecer formação complementar em tópicos orientados para desafios emergentes, potenciando o desenvolvimento de competências transversais e, sobretudo, abrindo perspetivas à mobilização do conhecimento geocientífico (e/ou de metodologias específicas) para a resolução de questões de âmbito inter- e transdisciplinar.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

In general terms, the analogue Courses in the Higher-Education European Space have similar objectives to those defined for the Course proposed here: to deepen essential knowledge leading to acquisition of transversal proficiency for profession exercise, complemented or enhanced by more specific issues, training Geology professionals able to adjust their action to knowledge, technologies and Society needs evolution. The education towards gaining skills to face and solve new problems is a common desideratum too.

The proposed MSc shares with other similar curricular plans the chance to develop complementary training in topics directed to emerging challenges, boosting the development of transversal skills and, mainly, opening perspectives to mobilize geoscientific knowledge (and/or specific methodologies) to solve inter-transdisciplinary issues.

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<sem resposta>

11.2. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

<sem resposta>

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

<no answer>

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution Name	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
---	---	---	---

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

Configuração curricular flexível permitindo a construção de perfis diferenciados, mas interligados por base comum coerente.
Currículo orientado para aquisição de proficiência transversal para o exercício da profissão, complementada por formação dirigida a nichos específicos.
Experiência longa e bem-sucedida na formação de geólogos em diferentes áreas de especialização. Reconhecimento e reputação dos diplomados e dos Cursos.
Docentes qualificados, com experiência pedagógica e reconhecida intervenção em diversas áreas do conhecimento geológico e suas aplicações.
Maioria dos docentes integrada em UI-LA com classificação de excelente e apresentando portfólio extenso e diverso de publicações, projetos I&D e prestações de serviço à sociedade.
Ensino com forte componente experimental, laboratorial e de campo, articulado com linhas de investigação ativas.
Infraestruturas e equipamentos base de bom nível.
Colaborações de investigadores jovens e profissionais externos ao corpo permanente do DG.

12.1. Strengths:

Flexible curricular structure allowing elaboration of differentiated profiles, though interlinked by a consistent common basis.
Curriculum directed to acquisition of transversal proficiency for profession exercise, complemented by training aiming at specific niches.
Long and successful experience in geologist education in several specialization areas. Reconnaissance and reputation of both graduates and Courses.
Qualified teachers, with pedagogical experience and recognized intervention in a range of geological areas and its applications.
Most teachers integrated in RU-IDL rated excellent and presenting extensive and diverse portfolio of publications, R&D projects and contracted service provision.
Teaching with strong experimental, laboratorial and field component, connected with active research lines. Good level of infrastructures and equipments.
Collaboration of young researchers and professionals external to the permanent DG staff.

12.2. Pontos fracos:

Média etária elevada do atual corpo docente e deficiente taxa de rejuvenescimento.
Aposentação de parte substancial do corpo docente a curto/médio prazo, colocando potencialmente em risco a sustentação de áreas científicas críticas.
Insuficiente número de técnicos de apoio a atividades laboratoriais.
Dificuldades em garantir substituição atempada de equipamentos analíticos ou outros cuja vida útil terminou ou está em vias de ser atingida, o que conduz a interrupções frequentes de atividades em alguns laboratórios para efetuar reparações e/ou encontrar vias alternativas para ultrapassar os contratempos que se vão adensando no tempo.
Dificuldades de suporte financeiro estável para expandir atividades complementares ao ensino formal, úteis à formação do Geólogo e sua intervenção extra-muros da Universidade.

12.2. Weaknesses:

High average age of current teaching staff and insufficient rate of teaching staff renewal.
Retirement of a significant part of teaching staff in short/medium term, potentially jeopardizing the sustainability of critical scientific areas.
Insufficient number of laboratory technicians.

Difficulty in renewal of analytical equipment or other, for which useful life ended or is almost ending, leading to frequent interruptions of laboratorial activities to allow repairs and/or find alternative ways to overcome problems becoming worse with time.

Difficulties of stable fund support to expand complementary activities to formal teaching, useful to geologist education and intervention outside the University.

12.3. Oportunidades:

*Aumento expectável do número de estudantes de pós-graduação a nível nacional e internacional.
Acréscimo da relevância do ensino e da investigação em Geologia para intervenção em temas estratégicos: Água, Ambiente, Alterações Climáticas, Mar, Riscos Naturais, Matérias-Primas Minerais, Geoenergia, Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ONU), do Novo Pacto Ecológico Europeu (ECOXXI – Green Deal) ou da Economia Azul. Desenvolvimento de competências metodológicas que proporcionam respostas rápidas e adequadas a problemas colocados pela gestão de “Big Data”, inovações e aplicações do tipo “Machine Learning”, para além de desenvolvimentos ao nível da “Indústria 4.0”.
Potencial para estimular a interdisciplinaridade e a cooperação com outras áreas científicas no seio da FCUL, UL e/ou envolvendo outras instituições universitárias congéneres e ligações com laboratórios de estado, que promovam a inserção profissional.
Potencial incorporação de jovens investigadores.*

12.3. Opportunities:

*Expected increase of postgraduate student number at national and international level.
Increasing relevance of Geology teaching and research for intervention in strategic themes: Water, Environment, Climate change, Ocean, Natural Resources, Mineral Raw-Materials, Geoenergy, Objectives of Sustainable Development (UN), New European Ecologic Deal (ECOXXI – Green Deal) or Blue Economy.
Development of methodological skills that enable fast and appropriate answers to the problems posed by “Big Data” management, innovations and applications like “Machine Learning”, besides developments within the “4.0 Industry”.
Potential to stimulate interdisciplinarity and cooperation with other scientific areas in FCUL, UL and/or involving other universities in similar domains, and relationships with State Laboratories that promote professional integration.
Potential incorporation of young researchers.*

12.4. Constrangimentos:

*As Ciências da Terra não figuram na lista das principais prioridades dos candidatos ao ensino superior em Portugal e na Europa em geral.
Perceção deficiente do valor das Ciências da Terra por parte dos decisores políticos e da sociedade em geral.
Perda gradual de competitividade em áreas de intervenção onde o DG construiu reputação devido à dificuldade de rejuvenescimento dos seus quadros e de alguns equipamentos.
Sector industrial nacional com visão redutora e circunstancial da utilidade em estabelecer protocolos com as universidades.
Incerteza na definição de critérios de financiamento de projetos de I&D e irregularidade de prazos de concursos.
Inexistência de bolsas (outros apoios e/ou incentivos) e conseqüente dificuldade de captação de alunos de outras universidades nacionais e estrangeiras.
Elevado custo de vida na capital, limitando a atração de estudantes de outras regiões do país.*

12.4. Threats:

*Earth Sciences are not at highest priority for students’ choice in Portugal, like in Europe in general.
Biased perception of Earth Sciences value from politician decision makers and the society in general.
Gradual loss of competitiveness in intervention areas where DG built reputation due to the difficult renewal of its staff and of some equipments.
National industry with a narrow and circumstantial view on the need to establish protocols with universities.
Uncertainty concerning funding criteria for R&D projects and lack of regular timing of the calls.
Lack of grants (other supports and/or incentives) and consequently difficulty in attracting students from other national and foreigner universities.
High life cost in the capital, limiting attraction of students from other regions in the country.*

12.5. Conclusões:

*O novo Mestrado em Geologia traduz uma mudança substantiva de orientação quanto aos princípios que regularam a oferta de 2º ciclo anterior, a qual se estendia por 4 programas específicos com duração de 1,5 anos, oferecidos de forma alternada, geralmente de dois em dois anos. O modelo anterior foi bem-sucedido durante cerca de uma década, mas acusou decréscimo de atratividade nos últimos anos e perdeu alguma dinâmica mercê de sucessivas dificuldades relacionadas com a operacionalidade de vários equipamentos (não raras vezes trabalhando para além do seu tempo de vida útil). A transformação proposta é significativa, conduzindo a um único programa de mestrado formulado em harmonia com a correspondente alteração do 1º Ciclo, mas não totalmente desconexa dos principais alicerces que guiaram a oferta curricular anterior. Com efeito, mantêm-se as fortes articulações com a investigação e a sólida experiência apresentada pelo corpo docente capaz de abarcar a maioria das áreas de especialidade da Geologia. O primado do ensino-investigação representa uma das principais mais-valias da FCUL e o Departamento de Geologia está fortemente comprometido com este desiderato.
A nova estrutura do CE procura responder de forma adequada às mudanças de paradigma na Ciência e na Sociedade. O plano de estudos proposto incorpora soluções curriculares competitivas, simultaneamente coerentes e flexíveis, que configuram percursos de ensino-aprendizagem equilibrados, conjugando: i) componentes nucleares transversais que complementam o 1º CE e conferem a formação-base que habilita ao exercício da profissão de geólogo em contextos abrangentes e competitivos de mercado de trabalho; ii) abordagens avançadas específicas que diferenciam opções especializadas e projetam potenciais vocações científicas e profissionais; e iii) análises que valorizam perspetivas e/ou metodologias inovadoras em diferentes domínios da Geologia e/ou interfaces inter-transdisciplinares, abrindo novas fronteiras do Conhecimento. Para estes objetivos, delimitou-se um tronco comum de 30 créditos, seguido de três percursos de natureza mais específica (áreas de especialização, AE) definindo-se para cada AE quatro unidades curriculares nucleares, das quais o estudante escolhe pelo menos três (18 créditos); o restante elenco curricular é constituído por conjunto diversificado de opções, aberto às três AE. A base comum dará preparação polivalente ao formando, permitindo responder a oportunidades e desafios profissionais não marcadamente*

vocacionais. A diferenciação dirigida para objetivos de maior especialização será conseguida pelas unidades curriculares nucleares de cada AE, para além de Estudo Orientado, de Projeto de Campo e Experimental e da Dissertação/Estágio.

A aprendizagem orienta-se para o desenvolvimento gradual de competências cognitivas e funcionais (processamento numérico, trabalho de laboratório e de campo), perspetivando ganhos crescentes de autonomia, comunicação e trabalho de equipa.

12.5. Conclusions:

The new Master Course in Geology reflects a substantial change of major guidelines relative to previous Masters offer, which spread in 4 specific programs with 1.5 year duration, opening in alternate, usually 2 year-period mode. The previous model was successful for around a decade, but suffered from decreasing attractiveness in latest years and lost some of its dynamics, due to successive difficulties related to equipment (often working beyond its useful lifetime). The proposed change is significant, leading to a single Masters program designed in harmony with the corresponding restructuring of graduation Course, but not totally disconnected from main basis that directed previous curricular offer. In fact, the marked links with research and the solid experience of the teaching staff, able to approach most specialization areas in Geology, are kept. The primacy teaching-research represents one of the added values of FCUL and the geology Department is clearly committed to this desiderato.

The new structure of the Course seeks to properly respond to the changing paradigm in Sciences and in the Society. The proposed study plan includes competitive curricular solutions, at the same time consistent and flexible, which create well balanced teaching-learning pathways, coupling: i) transversal nuclear components, complementing basic graduation formation that gives ability to exercise the profession in overarching and competitive job market contexts, ii) specific advanced approaches that open distinct specialized options and project potential scientific and professional vocations; and iii) analyses that value innovative perspectives and/or methodologies in different geological knowledge domains and/or inter-transdisciplinary interfaces, opening new Knowledge frontiers. In order to achieve these goals, the designed structure has a common UC body of 30 ECTS, followed by three more specific pathways (specialization areas, SA); for each SA four core UCs are defined, among which the student must chose at least three (18 ECTS) and the remaining curricular units compose a versatile range of options, open to the three SA. The common base will give the student a polyvalent preparation, that allows addressing professional opportunities and challenges that are not clearly vocational. The differentiation directed to higher specialization objectives will be achieved through the core curricular units of each SA, besides Supervised Study, Experimental and field project and Dissertation/Internship.

The teaching- learning process is oriented towards the gradual acquisition of cognitive and functional skills (numerical processing, laboratorial and field work), aiming at increasing autonomy, communication and team work capacity gains.