

# NCE/15/00111 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

---

## Apresentação do pedido

### Perguntas A1 a A4

---

**A1. Instituição de ensino superior / Entidade instituidora:**

*Universidade Do Porto*

**A1.a. Outras Instituições de ensino superior / Entidades instituidoras:**

*Universidade De Coimbra*

**A2. Unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.):**

*Faculdade De Engenharia (UP)*

*Faculdade De Ciências E Tecnologia (UC)*

**A3. Designação do ciclo de estudos:**

*Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica*

**A3. Study programme name:**

*Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*

**A4. Grau:**

*Mestre*

### Perguntas A5 a A10

---

**A5. Área científica predominante do ciclo de estudos:**

*Construção Civil e Engenharia Civil*

**A5. Main scientific area of the study programme:**

*Civil Construction and Civil Engineering*

**A6.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF):**

*582*

**A6.2. Classificação da área secundária do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:**

*N/a*

**A6.3. Classificação de outra área secundária do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:**

*N/a*

**A7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:**

*90*

**A8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL-74/2006, de 26 de Março):**

*3 semestres*

**A8. Duration of the study programme (art.º 3 DL-74/2006, March 26th):**

**3 semesters**

**A9. Número de vagas proposto:**

**25**

**A10. Condições específicas de ingresso:**

**Podem candidatar-se ao Mestrado:**

- **Titulares do grau de licenciado ou equivalente legal em Engenharia Civil, Engenharia Geológica, Engenharia de Minas ou áreas afins**
- **Titulares de um grau académico superior estrangeiro conferido na sequência de um 1.º ciclo de estudos em área adequada (em Engenharia Civil, Engenharia Geológica, Engenharia de Minas ou áreas afins) organizado de acordo com o Processo de Bolonha por um Estado aderente a este Processo.**
- **Titulares de um grau académico superior estrangeiro em área adequada (em Engenharia Civil, Engenharia Geológica, Engenharia de Minas ou áreas afins) que seja reconhecido como satisfazendo os objetivos do grau de licenciado pelo órgão científico estatutariamente competente;**
- **Detentores de um currículo escolar, científico ou profissional que seja reconhecido como atestando capacidade para realização deste ciclo de estudos pelo órgão científico estatutariamente competente.**

**A10. Specific entry requirements:**

**The following may apply to the Master's degree:**

- **Holders of a degree or legal equivalent in Civil Engineering, Geological Engineering, Mining Engineering or similar area.**
- **Holders of a foreign degree from a 1st stage study cycle in a suitable area (Civil Engineering, Geological Engineering, Mining Engineering or similar area), organised according to the Bologna Process by a State subscribing to this Process.**
- **Holders of a foreign degree in a suitable area (Civil Engineering, Geological Engineering, Mining Engineering or similar area) which is recognised as meeting the aims of a degree by the legally competent scientific body;**
- **Holders of a scientific or professional academic curriculum which is recognised as showing the ability to undertake this course by the legally competent scientific body.**

## **Pergunta A11**

---

**Pergunta A11**

**A11. Percursos alternativos como ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):**

**Não**

**A11.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento (se aplicável)**

**A11.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento, em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches, options, specialization areas of the master or specialities of the PhD (if applicable)**

---

<b>Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento:</b>	<b>Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD:</b>
---	--

**<sem resposta>**

## **A12. Estrutura curricular**

---

**Mapa I - Não aplicável**

**A12.1. Ciclo de Estudos:**

**Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica**

**A12.1. Study Programme:**

**Soil Mechanics and Geotechnical Engineering**

**A12.2. Grau:****Mestre****A12.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):****Não aplicável****A12.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):****<no answer>****A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained for the awarding of the degree**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos* / Minimum Optional ECTS*
Construção Civil e Engenharia Civil// Civil Construction and civil engineering	CONSTC-EC	60	24
Qualquer área científica / Any scientific área	QAC		6
(2 Items)		60	30

**Perguntas A13 e A16****A13. Regime de funcionamento:****Diurno****A13.1. Se outro, especifique:****Não aplicável****A13.1. If other, specify:****Not applicable****A14. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:****Em anos alternados no Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e no Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.****A14. Premises where the study programme will be lectured:****Alternate years in the Civil Engineering department of the Engineering Faculty of the University of Porto and the Faculty of Science and Technology, University of Coimbra****A15. Regulamento de creditação de formação e experiência profissional (PDF, máx. 500kB):****[A15\\_Regulamento creditação formação experiência profissional UC UP.pdf](#)****A16. Observações:****O ciclo de estudos proposto surge de uma colaboração entre a Universidade do Porto e a Universidade de Coimbra, cujos termos são estabelecidos num Acordo de Cooperação celebrado pelas duas instituições, tendo em consideração que ambas têm grupos fortes com reconhecimento nacional e internacional na área de Geotecnia que permitem uma oferta formativa com interesse muito atual e de elevada qualidade.****O ciclo de estudos, a decorrer em anos alternados em cada uma das duas instituições proponentes, apresenta uma parte escolar, com um peso de 60 ECTS, e uma dissertação, com um peso de 30 ECTS. A conclusão do ciclo de estudos implica a aprovação em cinco unidades curriculares obrigatórias e cinco optativas, conforme definido no plano curricular, e a elaboração e defesa pública da dissertação. Concluído o ciclo de estudos, a UP e a UC atribuirão aos estudantes o grau e o diploma conjunto de Mestre em Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica.****As unidades curriculares obrigatórias, correspondentes ao primeiro semestre do ciclo de estudos, garantem a formação de base, que prepara o estudante para uma abordagem fundamentada dos vários problemas em Geotecnia. No segundo semestre do ciclo de estudos procura-se cobrir os principais tipos de obras geotécnicas, podendo o estudante escolher as unidades curriculares que pretende frequentar, em função do seu perfil. Caso entenda relevante para a sua formação a escolha de uma unidade curricular fora da área específica do ciclo de mestrado pode fazê-lo, desde que fornecida nas instituições que conferem o grau. Eventualmente, procurar-se-á contar com a colaboração pontual de especialistas estrangeiros, nomeadamente de brasileiros, com quem os corpos docentes da área da Geotecnia das duas universidades têm há muito relações profissionais e académicas profícuas e que possam acrescentar elevado valor em algumas unidades curriculares, quer pelo seu prestígio, quer pela sua especialização.**

*O estudante que termine a parte escolar poderá pedir um diploma de curso de mestrado em Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (não conferente de grau).*

*O orientador da dissertação será sempre um professor da FEUP ou da FCTUC, podendo existir coorientadores externos a estas duas instituições.*

#### **A16. Observations:**

*The proposed course arises from a collaboration between the Universities of Porto and Coimbra, under terms established in a Cooperation Agreement signed by both institutions, considering that both have strong nationally and internationally recognised staff in the Geotechnical area which provide training of topical interest and high quality.*

*The course, delivered in alternate years in each applicant institution, covers an academic part, with an award of 60 ECTS, and a dissertation, worth 30 ECTS. Completion of the course requires approval in five mandatory and five optional modules, as defined in the study programme, and the preparation and public defence of the dissertation. On completion of the course, UP and UC will award the students the degree and the joint certificate of Masters in Soil Mechanics and Geotechnical Engineering.*

*The mandatory modules, corresponding to the first semester of the course, provide basic training which prepares students for a well-founded approach to the various Geotechnical issues. In the second semester of the course, the main types of geotechnical works will be covered, and students may choose which modules they wish to take, according to their profile. Should they deem it relevant to their training to choose a modules outside the specific area of the Master's degree course, they may do so as long as it is delivered by the institutions awarding the degree. We will eventually seek to enlist foreign specialists for occasional collaboration, notably from Brazil, with whom the Geotechnical teaching staff of both universities have long had fruitful professional and academic relationships which can add high value to certain modules, both for their prestige and their specialisation. Students who complete only the academic part may request a Masters course certificate in Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (a degree will not be awarding).*

*The dissertation supervisor will always be a teacher from FEUP or FCTUC, with the possibility of co-supervisors external to either institution.*

## **Instrução do pedido**

### **1. Formalização do pedido**

---

#### **1.1. Deliberações**

**Mapa II - Conselho Científico da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**

##### **1.1.1. Órgão ouvido:**

*Conselho Científico da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*

##### **1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):**

[1.1.2.\\_MMSEG CC FEUP.pdf](#)

**Mapa II - Conselho Pedagógico da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**

##### **1.1.1. Órgão ouvido:**

*Conselho Pedagógico da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*

##### **1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):**

[1.1.2.\\_MMSEG CP FEUP.pdf](#)

**Mapa II - Reitor da Universidade do Porto**

##### **1.1.1. Órgão ouvido:**

*Reitor da Universidade do Porto*

##### **1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):**

[1.1.2.\\_DespachoReitoralCriacao\\_2C\\_MecanicadosSolosEngenhariaGeotecnica.pdf](#)

**Mapa II - Conselho Científico da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra**

##### **1.1.1. Órgão ouvido:**

**Conselho Científico da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra**

- 1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):  
[1.1.2.\\_Parecer CC FCTUC MMSEG.pdf](#)

**Mapa II - Conselho Pedagógico da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra**

- 1.1.1. Órgão ouvido:  
*Conselho Pedagógico da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra*

- 1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):  
[1.1.2.\\_Parecer CP FCTUC MMSEG.pdf](#)

**Mapa II - Reitor da Universidade de Coimbra**

- 1.1.1. Órgão ouvido:  
*Reitor da Universidade de Coimbra*

- 1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):  
[1.1.2.\\_Despacho Reitoral UC MMSEG.pdf](#)

**1.2. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos**

- 1.2. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos  
 A(s) respectiva(s) ficha(s) curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa V.  
*Os Codiretores António Milton Topa Gomes (UP) e Jorge Nuno Veiga de Almeida e Sousa (UC).*

**2. Plano de estudos**

---

**Mapa III - - 1º ano - 1º Semestre**

- 2.1. Ciclo de Estudos:  
*Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica*

- 2.1. Study Programme:  
*Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*

- 2.2. Grau:  
*Mestre*

- 2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):  
*<sem resposta>*

- 2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):  
*<no answer>*

- 2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:  
*1º ano - 1º Semestre*

- 2.4. Curricular year/semester/trimester:  
*1st year – 1st semester*

**2.5. 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	Observações / Observations (5)
Mecânica dos Solos Avançada/ Advanced Soil Mechanics	CONSTC-EC	Semestral	162	48 TP	6	Obrigatória

Mecânica das Rochas em Obras Geotécnicas / Rock Mechanics in Geotechnical Engineering	CONSTC-EC	Semestral	162	48 TP	6	Obrigatória
Modelação Numérica de Obras Geotécnicas / Numerical Modelling in Geotechnical Engineering	CONSTC-EC	Semestral	162	48 TP	6	Obrigatória
Dinâmica dos Solos e Engenharia Sísmica / Soil Dynamics and Earthquake Engineering	CONSTC-EC	Semestral	162	48 TP	6	Obrigatória
Risco e Segurança em Obras Geotécnicas / Risk and safety in Geotechnical Engineering	CONSTC-EC	Semestral	162	48 TP	6	Obrigatória

(5 Items)

### Mapa III - - 1º ano - 2º Semestre

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica*

#### 2.1. Study Programme:

*Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*

#### 2.2. Grau:

*Mestre*

#### 2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

*<sem resposta>*

#### 2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

*<no answer>*

#### 2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

*1º ano - 2º Semestre*

#### 2.4. Curricular year/semester/trimester:

*1st year – 2nd semester*

#### 2.5. 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	Observações / Observations (5)
Geotecnia Ambiental e Sustentabilidade / Environmental Geotechnics and Sustainability	CONSTC-EC	Semestral	162	48 TP	6	Opcional Grupo 30 ECTS Optativos
Estabilidade e Estabilização de Taludes / Slope Stability and Reinforcement	CONSTC-EC	Semestral	162	48 TP	6	Opcional Grupo 30 ECTS Optativos
Projeto de Túneis / Tunnels project	CONSTC-EC	Semestral	162	48 TP	6	Opcional Grupo 30 ECTS Optativos
Escavações Urbanas / Deep Excavations	CONSTC-EC	Semestral	162	48 TP	6	Opcional Grupo 30 ECTS Optativos
Dimensionamento e Reforço de Fundações / Design and Reinforcement of Foundations	CONSTC-EC	Semestral	162	48 TP	6	Opcional Grupo 30 ECTS Optativos
Geotecnia em Obras Viárias / Geotechnics in Roadworks	CONSTC-EC	Semestral	162	48 TP	6	Opcional Grupo 30 ECTS Optativos
Geotecnia em Obras Hidráulicas / Geotechnics in Hydraulic works	CONSTC-EC	Semestral	162	48 TP	6	Opcional Grupo 30 ECTS Optativos
Técnicas Laboratoriais e de campo em Geotecnia / Laboratory and in situ Geotechnical Testing	CONSTC-EC	Semestral	162	24 T – 24 PL	6	Opcional Grupo 30 ECTS Optativos

Qualquer unidade curricular de 2º ciclo das Universidades Participantes / any curricular unit of the second cycle from the participant universities

QAC

Semestral

162

Depende da UC escolhida 6

Opcional Grupo 30 ECTS Optativos

(9 Items)

### Mapa III - - 2º ano - 1º Semestre

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica*

#### 2.1. Study Programme:

*Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*

#### 2.2. Grau:

*Mestre*

#### 2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

*<sem resposta>*

#### 2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

*<no answer>*

#### 2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

*2º ano - 1º Semestre*

#### 2.4. Curricular year/semester/trimester:

*2nd year – 1st semester*

#### 2.5. 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	Observações / Observations (5)
Dissertação / Dissertation (1 Item)	CONSTC-EC	Semestral	810	OT:14	30	Obrigatória

### 3. Descrição e fundamentação dos objectivos, sua adequação ao projecto educativo, científico e cultural da instituição, e unidades curriculares

#### 3.1. Dos objectivos do ciclo de estudos

##### 3.1.1. Objectivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

*O Ciclo de Estudos proposto pretende criar uma oferta formativa avançada na área da especialização da Geotecnia para Eng. Cívís, Eng. Geólogos e Eng. de Minas, respondendo a uma lacuna formativa do mercado português, já que mestrados de formação avançada nesta área não existem, e às grandes necessidades de países de expressão portuguesa, onde a demanda e a exigência do mercado geotécnico são grandes.*

*Definindo-se como um projeto de excelência ao nível do 2º ciclo de Bolonha, o ciclo de estudos proposto é vocacionado para a transmissão de conhecimentos avançados nos domínios específicos da Geotecnia, pretendendo que os estudantes adquiram uma sólida formação de base e competências diversas nessa área, ganhando, aqueles que ainda não estejam inseridos, uma importante vantagem competitiva para a inserção no mercado de trabalho, nacional e internacional, e, os outros, valorizando os seus conhecimentos e potenciando a sua própria competitividade na área específica de atuação.*

##### 3.1.1. Generic objectives defined for the study programme:

*The aim of the proposed course is to create an advanced training provision in Geotechnical specialisation for Civil Engineers, Geological Engineers and Mining Engineers, thereby addressing a training gap in the Portuguese*

*market, where there are no advanced Masters courses in this area, and the major needs felt in Portuguese-speaking countries where there is great demand for geotechnical specialists.*

*Emerging as a project of excellence at the Bologna 2nd cycle level, the proposed course is aimed at imparting advanced knowledge in the specific domains of Geotechnics, so that students acquire a sound basic training and various skills in this area, together with a significant competitive edge, for those not yet working, in the domestic and the foreign labour markets, and for those already active, improved knowledge and enhanced competitiveness in their specific field of work.*

**3.1.2. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes:**

*Pretende-se que, no fim do ciclo de estudos, os estudantes tenham adquirido conhecimentos teóricos fundamentais, que lhes possibilitem fortalecer a capacidade de compreensão e análise de obras geotécnicas de diversa índole, e desenvolvido competências que lhes permitam:*

- *Reconhecer, identificar e caracterizar os maciços naturais interessados pelas obras;*
- *Definir estratégias e técnicas de intervenção que, em caso de necessidade, possibilitem o melhoramento ou reforço dos maciços;*
- *Conceber, dimensionar e construir diversos tipos de obras geotécnicas;*
- *Instrumentar, observar e interpretar o comportamento dos maciços e de estruturas geotécnicas;*
- *Avaliar e propor soluções para problemas Geotécnicos de cariz ambiental, interagindo com profissionais de áreas afins;*
- *Avaliar a eficácia das soluções geotécnicas à luz dos conceitos de sustentabilidade, análise de ciclo de vida e economia circular;*
- *Desenvolver a capacidade de investigação e de pesquisa no domínio da Geotecnia.*

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

*On completion of the course, students should have acquired core theoretical knowledge enabling them to strengthen their ability to understand and analyse various types of geotechnical works, and to have developed skills for:*

- *Recognising, identifying and characterising natural rock masses concerned by the works;*
- *Defining intervention strategies and techniques enabling rock masses to be reinforced or improved, as needed;*
- *Designing, sizing and building various types of geotechnical works;*
- *Measuring, observing and interpreting the behaviour of rock masses and geotechnical structures;*
- *Evaluating and proposing solutions for environmental geotechnical problems, interacting with professionals from related areas;*
- *Evaluating the effectiveness of geotechnical solutions in the light of sustainability, lifecycle analysis and circular economy concepts;*
- *Developing the ability to investigate and research in the field of Geotechnics.*

**3.1.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa face à missão da instituição:**

*A Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto define como sua missão a “criação, transmissão e difusão do conhecimento, da tecnologia e da cultura na área da engenharia, e tem, como componente relevante, a preparação de jovens para o exercício da profissão de engenheiro a um nível internacional, sustentada em Investigação e Desenvolvimento de excelência, contemplando as vertentes científica, técnica, ética e cultural”. Por sua vez, a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra define-se como “uma instituição de criação, análise, crítica e disseminação do conhecimento científico, tecnológico, de engenharia e cultural, contribuindo para o desenvolvimento de Portugal e do mundo através da investigação, do ensino e da prestação de serviços à comunidade em ambiente de liberdade intelectual e sem discriminação de nenhum tipo”.*

*Neste âmbito, a transferência de conhecimento para a Sociedade, através da formação avançada de técnicos, é um dos aspetos essenciais dessas missões, e no qual o presente ciclo de estudo se enquadra. A Geotecnia é uma área de elevada especialização tecnológica fundamental para a Sociedade, pelo que a criação de um mestrado que permita a formação de técnicos nesta área com elevada qualificação e que possam exercer a sua atividade com base num conhecimento sólido e avançado, constitui uma contribuição importante para o desenvolvimento económico e sustentabilidade das comunidades em que se insiram.*

*A Universidade de Coimbra, no artigo segundo dos seus estatutos, visa ainda a “promoção da mobilidade efetiva dos docentes e investigadores, estudantes e diplomados, tanto a nível nacional como internacional, designadamente no espaço europeu de ensino superior e no espaço das Comunidades dos Países de língua Portuguesa.” Esta missão é também comum à Universidade do Porto e articula-se de forma perfeita com os objetivos do ciclo de estudos ora proposto, uma vez que este pretende atrair, preferencialmente, estudantes das Comunidades de língua Portuguesa, promovendo a inserção de técnicos qualificados nestas, contribuindo para o seu desenvolvimento.*

**3.1.3. Insertion of the study programme in the institutional training offer strategy against the mission of the institution:**

*The mission of the Faculty of Engineering of the University of Porto is “to create, impart and disseminate knowledge, technology and culture in the field of engineering, and one of its relevant components is the preparation of young people for the engineering profession at an international level, supported by Research & Development of excellence in the scientific, technical, ethical and cultural domains”. In turn, the Faculty of Science*

*and Technology of the University of Coimbra is “an institution for the creation, analysis, critique and dissemination of scientific, technological, engineering and cultural knowledge, contributing to the development of Portugal and the world through research, teaching and the provision of services to the community within an environment of intellectual freedom without any kind of discrimination whatsoever”.*

*In this context, the transfer of knowledge to society, through the advanced training of engineers, is a key aspect of these missions which underlies this course. Geotechnics is an area of high technological specialisation, of paramount importance to society, so the creation of a Masters degree for highly qualified engineers in this area who can perform their activity on the basis of sound, advanced knowledge, is a significant contribution to the economic development and the sustainability of the communities in which they work.*

*The University of Coimbra also states in article 2 of its Memorandum of Association that it aims at the “promotion of effective mobility of teachers and researchers, students and degree holders, both nationally and internationally, notably within the European higher education space and the space of Portuguese-speaking communities.” This mission is shared by the University of Porto and links perfectly to the course now proposed, since this seeks to preferentially attract students from Portuguese-speaking countries, by promoting the integration of qualified engineers therein and contributing to their development.*

### 3.2. Adequação ao projeto educativo, científico e cultural da Instituição

#### 3.2.1. Projeto educativo, científico e cultural da Instituição:

*A Universidade de Coimbra e a Universidade do Porto assumem-se como Universidades de largo espectro educativo, contemplando as principais áreas do saber, desde as ciências exatas, às tecnologias, ciências da vida, ciências humanas e artes, com formação preponderante, durante muitos anos, ao nível da graduação e progressivamente com uma aposta reforçada nos estudos avançados. Além dos 3 pilares tradicionais da missão universitária (ensino, investigação e transferência de saber) ambas as Universidades definiram um quarto pilar da sua missão: a internacionalização, que se reflete, também de forma significativa, na vertente ensino, sobretudo no que diz respeito à intensidade dos programas de intercâmbio, em particular com a Europa, o Brasil e a África de expressão portuguesa.*

*O projeto científico das duas Universidades tem como fio condutor a afirmação consolidada das Instituições, dos seus Centros de Investigação e dos seus Docentes e Investigadores num quadro de referência mundial, com a valorização do reconhecimento da investigação e da sua divulgação nas Revistas Científicas de maior prestígio, mas também o incentivo ao trabalho interdisciplinar e ao empreendedorismo de base tecnológica através de unidades e institutos especializados.*

*O projeto cultural das Universidades do Porto e de Coimbra radica no seu papel de centro de produção e difusão da cultura e do conhecimento desde há muitos séculos, também determinante na criação e afirmação da Língua Portuguesa.*

#### 3.2.1. Institution’s educational, scientific and cultural project:

*The University of Coimbra and the University of Porto are universities with a wide educational range, covering the main areas of knowledge from exact sciences to technologies, life sciences, human sciences and the arts, with predominant training for many years at degree level, and progressively focusing on advanced studies. In addition to the 3 traditional pillars of university remit (teaching, research and knowledge transfer), both universities have defined a fourth pillar in their mission: internationalisation, which is also significantly reflected in the teaching component, especially with regard to intensive exchange programmes, particularly with Europe, Brazil and Portuguese-speaking Africa.*

*The scientific project of both universities shares the strengthened position of the Institutions, their Research Centres and their Teachers and Researchers, within a world-class framework, where research and its dissemination in prestigious scientific Journals are valued and recognised, and technology-based interdisciplinary work and entrepreneurship are encouraged through specialist units and institutes.*

*The cultural project of the Universities of Porto and Coimbra stems from their centuries-old role as hubs for the production and dissemination of culture and knowledge, which was also instrumental for the creation and affirmation of the Portuguese language.*

#### 3.2.2. Demonstração de que os objetivos definidos para o ciclo de estudos são compatíveis com o projeto educativo, científico e cultural da Instituição:

*Ao definir como principais objetivos para o ciclo de estudos a formação avançada numa área de elevada especialização tecnológica, a captação de estudantes de países de expressão portuguesa, onde a oferta de uma formação avançada e de qualidade em geotecnia é nula ou reduzida, e, de forma conjugada, a perspetiva da investigação e da sua transferência para a sociedade, aproximam-se, de forma inequívoca e intensa, o ciclo de estudo e o projeto educativo, científico e cultural das Universidades envolvidas, de onde se realçam – como já referido – as seguintes tendências: forte aposta na oferta pós-graduada, reforço da transferência de saber para a sociedade de forma sustentável e, ainda, a internacionalização. Tais objetivos contribuirão ainda para o incremento dos ingressos na FEUP e na FCTUC, quer de estudantes nacionais quer de estudantes internacionais, contrariando a diminuição da procura que se tem sentido nas formações clássicas de engenharia civil, recentemente.*

#### 3.2.2. Demonstration that the study programme's objectives are compatible with the Institution's educational, scientific and cultural project:

*In defining advanced training in a field of high technological specialisation as the main aim for the study cycle, the recruitment of students from Portuguese-speaking countries where the provision of advanced, quality training in geotechnics is limited or non-existent, and concomitantly the prospect of research and its transfer to society combine, in a categorical and intense manner, the study cycle and the educational, scientific and cultural project of the universities involved, with a focus, as mentioned earlier, on the following trends: a strong commitment to post-graduate training, increased sustainable knowledge transfer to society, and internationalisation. These goals will also contribute to an increase in FEUP and FCTUC admissions of both Portuguese and foreign students, countering the recent decrease in demand that has been felt in classic civil engineering training.*

### 3.3. Unidades Curriculares

#### Mapa IV - Dimensionamento e Reforço de Fundações / Design and Reinforcement of Foundations

##### 3.3.1. Unidade curricular:

*Dimensionamento e Reforço de Fundações / Design and Reinforcement of Foundations*

##### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*Paulo Miguel Cunha Matos Lopes Pinto TP-24h*

##### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*António Joaquim Pereira Viana da Fonseca TP-24h*

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

*Esta unidade curricular tem como objetivo dotar os estudantes de conhecimentos nas áreas da conceção e dimensionamento de novas fundações, bem como no reforço de fundações existentes com particular ênfase na sua aplicação à reabilitação de estruturas de edifícios, pontes e outras estruturas especiais.*

*A unidade curricular deverá conduzir à consolidação de conhecimentos, já adquiridos noutros ciclos de estudos, sobre o dimensionamento de fundações correntes. Os estudantes deverão adquirir conhecimentos sobre técnicas de avaliação do comportamento de fundações, bem como da escolha de soluções apropriadas às condições do terreno existente, das solicitações e do tipo de estrutura.*

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

*The aim of this module is to provide students with knowledge of the design of new foundations, and the strengthening of existing foundations, with particular emphasis on its application to the structural rehabilitation of buildings, bridges and other special structures.*

*The module will lead to the consolidation of knowledge previously acquired in other study cycles on the design of regular foundations. The students will acquire knowledge on the techniques to evaluate the performance of foundations and also on the criteria for selecting the most suitable solutions for the existing ground conditions, loading and type of structure.*

##### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*1 - Revisão dos métodos de dimensionamento de fundações superficiais*

*Capacidade de carga. Assentamentos. Verificação da segurança através dos eurocódigos.*

*2 - Dimensionamento, execução e controlo de qualidade de fundações profundas*

*Métodos de execução. Comportamento de fundações profundas sob carga axial e transversal. Ensaios de carga e integridade.*

*3 - Reforço de fundações*

*3.1 - Caracterização de fundações de estruturas existentes*

*Tipos de fundação e materiais constituintes*

*3.2 – Condicionantes*

*Assentamentos e capacidade de carga requerida*

*3.3 – Principais patologias das estruturas de fundação*

*Apresentação das patologias mais frequentes. Causas. Consequências. Diagnóstico.*

*3.4 – Principais técnicas de reforço e reabilitação de fundações*

*Apresentação das técnicas. Vantagens, inconvenientes e âmbito de eficácia. Conceção e projeto da intervenção. Execução dos reforços.*

##### 3.3.5. Syllabus:

*1 - Revision of shallow foundation design methods*

*Bearing capacity. Settlement. Safety verification using the eurocodes.*

*2 - Design, construction and quality control of deep foundations*

*Construction methods. Behaviour of deep foundations under axial and lateral loading. Load and integrity testing.*

*3 - Strengthening of foundations*

**3.1 - Characterizations of foundations of existing structures****Types of foundation and materials****3.2 - Controlling factors****Settlement and required bearing capacity****3.3 - Foundation pathologies****Presentation of the most frequent pathologies. Causes. Consequences. Diagnosis.****3.4 - Foundation strengthening and rehabilitation techniques****Presentation of the technique. Advantages, limitations and range of efficiency. Analysis and design of the intervention. Reinforcement construction.****3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os conteúdos programáticos foram desenvolvidos de modo a que, numa fase inicial, sejam revistos e consolidados conhecimentos já adquiridos noutros ciclos de estudos sobre o dimensionamento de fundações correntes.**Posteriormente são apresentadas técnicas construtivas, métodos de dimensionamento e controlo de qualidade de fundações profundas, dotando os estudantes de conhecimentos necessários para a tomada de decisão sobre a solução adequada e seu desenvolvimento e construção.**Relativamente ao módulo sobre o reforço de fundações, a transmissão de conhecimentos incide fundamentalmente numa das áreas definidas como prioritária para esta unidade curricular, designadamente na identificação de patologias nas fundações e definição das correspondentes técnicas de reforço. Desta forma será possível dotar os estudantes das competências e conhecimentos relevantes para esta área de intervenção.***3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The syllabus was developed so that, at the beginning of the semester, concepts learned in previous study cycles regarding the design of common foundations are reviewed and consolidated. Subsequently, the following topics are presented: construction techniques, design methods and quality control of deep foundations, providing students with the knowledge required for decision making on the most suitable solution, its development and implementation.**Regarding to the topic of foundation strengthening, the information will be provided in an area deemed to be a priority for this module. It will focus on the identification of foundation pathologies and definition of suitable strengthening techniques. This will enable students to acquire the skills and knowledge deemed relevant for this area of intervention.***3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Aulas teórico-práticas permitem a exposição detalhada dos conceitos, princípios e teorias fundamentais relacionadas com o dimensionamento e reforço de fundações bem como a apresentação e resolução de problemas enquadrados na matéria exposta.**Nestas aulas pretende-se ainda que os estudantes, com a orientação do docente, resolvam alguns dos exercícios que constam das fichas da unidade curricular.**As aulas teórico-práticas incluem a elaboração de um trabalho de síntese com acompanhamento tutorial do docente.**Métodos de avaliação:**- Projeto (40%) ; Exame (60%).***3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):***Theoretical and practical classes allow detailed explanation of concepts, principles and theories related to the design and strengthening of foundations, and the presentation and solution of problems.**In these classes, the aim is for the students, under the guidance of teachers, to solve some of the exercises contained in the module records.**The classes include a synthesis assignment, supported by tutor monitoring through tutorials.**Assessment**-Project (40%); Exam (60%)***3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***A metodologia de ensino adotada consiste numa mistura equilibrada entre a apresentação de conceitos e técnicas de dimensionamento e reforço, o trabalho individual de resolução de problemas e a elaboração de um trabalho de síntese sobre os conhecimentos adquiridos. Deste modo os estudantes serão capazes de utilizar os conhecimentos na resolução de problemas complexos e de integrar equipas multidisciplinares para a elaboração de projetos de fundações especiais, bem como orientar a sua execução.***3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The teaching methodology adopted consists of a balanced mixture of presentation of foundation design and strengthening concepts, individual work on problem solving and the production of a synthesis work on the acquired knowledge. This will enable the students to use their acquired knowledge to solve complex problems and*



**3.3.5. Syllabus:**

1. *Introduction*
2. *Wave propagation in soils*
3. *Evaluation and modelling of cyclic and dynamic soil behavior.*
4. *Earthquakes and seismic hazards*
5. *Local amplification*
6. *Soil-structure seismic interaction*
7. *Soil liquefaction*
8. *Ground improvement and strengthening to mitigate earthquake effects*
9. *Vibrations induced by human activities*

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

*O programa engloba todos os tópicos mais importantes nos campos da dinâmica dos solos e da engenharia sísmica, sobretudo na vertente geotécnica, oferecendo em simultâneo uma formação base sólida que permite uma compreensão dos problemas do ponto de vista fundamental, mas também apresentando um conjunto de princípios e ferramentas que permitem resolver problemas de diferente complexidade envolvendo acções dinâmicas, sobretudo mas não só de origem sísmica, com os quais os profissionais e os investigadores nesta área se deparam.*

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

*The syllabus covers the key aspects of soil dynamics and geotechnical earthquake engineering. A strong theoretical background is achieved, allowing a deeper understanding of the problems, but a set of principles and tools is also presented that enables students to solve problems of different complexity involving dynamic loads, especially but not only of seismic origin, that professionals and researchers in this area are facing.*

**3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

- *Aulas Teórico-Práticas*
- *Realização de trabalho prático*
- *Realização de trabalho numérico de modelação do comportamento de obras geotécnicas*

*Avaliação: Exame Final:60%  
Trabalhos práticos:40%*

**3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

- *Theoretical and Practical classes*
- *Laboratory assignments with teacher's guidance*
- *Numerical coursework: modelling of the dynamic behaviour of geotechnical structures*

*Assessment: Final Exam:60%  
Coursework:40%*

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

*A necessidade de aprofundar o conhecimento numa determinada matéria, utilizando ferramentas adequadas, mas mantendo uma visão global dos temas revistos, é assegurada pelas aulas de exposição teórica com introdução de aspetos mais polémicos ou mal esclarecidos que incentivem a busca de soluções específicas e com aplicações práticas que demonstrem a aplicação de soluções a alguns casos. O espírito crítico na análise de textos científicos neste campo e a capacidade para relacionar, comentar e questionar resultados publicados são fomentados durante e na preparação para as aulas de debate. Serão propostos trabalhos para discussão e resolução por parte dos estudantes, visando a utilização de diferentes metodologias tais como a análise numérica ou a realização de ensaios.*

*As componentes da avaliação procuram refletir os objetivos estabelecidos e a metodologia adotada.*

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The need to deepen students' knowledge of a particular material, using appropriate tools, while maintaining an overview of the topics revised, is ensured by lectures with the introduction of more controversial or poorly understood topics to encourage the search for specific solutions, and practical aspects demonstrating the application of solutions in certain cases. The critical spirit in the analysis of scientific texts in this field and the ability to link, comment and question published results are fostered during and in preparation for class discussions. Works will be proposed for discussion and resolution by the students, targeting the use of different methodologies such as numerical analysis or tests.*

*Assessment takes into account the objectives and teaching methodologies adopted for the module*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Apontamentos das aulas / Lecture notes (2015)*

*Towhata, I., Geotechnical Earthquake Engineering. 2008, Springer.*

*Kramer, S., Geotechnical earthquake engineering. 1996, New Jersey: Prentice-Hall.*

**Mapa IV - Dissertação / Dissertation****3.3.1. Unidade curricular:**

*Dissertação / Dissertation*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*António Milton Topa Gomes – OT-14h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Docentes deste ciclo de estudo e a definir posteriormente de acordo com o tema da Dissertação.*

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

*A dissertação consiste num trabalho de investigação científica, supervisionado por um docente doutorado da UP ou da UC, que aborde um assunto relevante na área temática do ciclo de estudos e que revele competências de investigação por parte do estudante. Este objetivo encontra-se perfeitamente alinhado com a finalidade do ciclo de estudos de desenvolver competências de investigação e reflexão crítica nos estudantes. A Dissertação deve ser defendida em provas públicas pelo estudante.*

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

*The Dissertation consists of a scientific research paper, supervised by a UP or UC faculty member, which addresses an issue relevant to the subject area of the course, and which demonstrates the students' research skills. This aim is perfectly aligned with the purpose of the course to develop research skills and critical thinking in students. The Dissertation will be defended by the student in a public examination.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Não há matéria curricular específica, pois os estudantes da Dissertação irão debruçar-se sobre múltiplos temas, cobrindo os mais variados domínios do conhecimento respeitantes ao ciclo de estudos.*

**3.3.5. Syllabus:**

*There is no specific syllabus, because dissertation students will investigate a number of topics covering various fields of knowledge relating to the course.*

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

*Não existem conteúdos programáticos específicos, dada a natureza da unidade curricular. Os temas abordados pelos estudantes e os respetivos trabalhos desenvolvidos serão, naturalmente, escolhidos de acordo com os objetivos de aplicação de conhecimentos, competências e atitudes adquiridos ao longo do ciclo de estudos*

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

*There are no specific syllabus given the nature of the course. The topics addressed by the students and the respective work done will of course be chosen according to the application of knowledge objectives, skills and attitudes acquired during the course.*

**3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Trabalho individual de investigação e desenvolvimento, podendo ser realizado em ambiente académico ou académico/empresarial. O desenvolvimento do trabalho terá um acompanhamento tutorial por parte do(s) orientador(es), sendo a classificação final atribuída nas provas de defesa pública de dissertação, por um júri com o mínimo de 3 elementos.*

**3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Individual research and/or development work that can be undertaken in an academic or academic/business environment. The development work will be monitored in tutorials with the supervisor(s), and the final mark will be allocated by a panel comprising at least three members, in the public defence of the dissertation.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade**

**curricular:**

*A dissertação pressupõe por parte do estudante uma capacidade de pesquisa e desenvolvimento, individual, embora com o acompanhamento e aconselhamento de um orientador. Nessa perspetiva, o acompanhamento tutorial individual é o formato adequado para o desenvolvimento de uma dissertação*

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**  
*The dissertation assumes a capacity for individual research and development on the part of the student, albeit monitored and guided by a supervisor. From this point of view, the tutorial is the most suitable format for the development of a dissertation.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Bibliografia a fornecer de acordo com o tema da dissertação.*

**Mapa IV - Escavações Urbanas / Deep Excavations****3.3.1. Unidade curricular:**

*Escavações Urbanas / Deep Excavations*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Manuel António de Matos Fernandes 24h TP*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*António Manuel Gonçalves Pedro 24h TP*

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

*Conhecimento: Descrever o comportamento das estruturas de suporte de terras flexíveis. Compreensão: Identificar os métodos de análise e dimensionamento e selecionar as soluções construtivas mais adequadas. Aplicação: Desenvolver soluções estruturais para diferentes cenários. Análise: Comparar soluções estruturais atendendo aos condicionamentos de projeto. Síntese: Propor soluções alternativas com base em critérios de qualidade e sustentabilidade. Avaliação: Criticar soluções e recomendar novas propostas com vantagens face a elas. PROJECTO EM ENGENHARIA Elaboração de projetos envolvendo a escolha das soluções, incluindo o faseamento construtivo e o plano de observação. INVESTIGAÇÃO EM ENGENHARIA Aplicação de métodos avançados de análise, discussão da sua aplicação face aos atuais regulamentos e confrontação com os resultados de métodos clássicos. PRÁTICA EM ENGENHARIA Aprendizagem da organização dos processos relacionados com o projeto de estruturas de suporte de terras flexíveis.*

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

*Knowledge: To describe the behaviour of flexible earth retaining structures. Comprehension: To identify the methods of analysis and design and to select the most suitable constructive solutions. Application: To develop structural solutions for different scenarios. Analysis: To compare different structural solutions, taking into account the site constraints. Synthesis: To formulate solutions on the basis of quality and sustainability criteria. Evaluation: To criticise solutions and to recommend new, more advantageous proposals. CIVIL ENGINEERING PROJECT Design retaining structures, involving the choice of the solutions and technologies, including the definition of the sequence of construction and the monitoring plan. RESEARCH IN CIVIL ENGINEERING Application of advanced methods of analysis and confrontation of the results with those from classic methods. CIVIL ENGINEERING PRACTICE To learn the elaboration and the organisation of the design of flexible earth retaining structures.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Conceito de estrutura de suporte de terras flexível. Interação solo-estrutura. Efeito de arco em solos. Exemplos de estruturas de suporte de terras. 2. Cortinas autoportantes (cantilever). 3. Cortinas dotadas de um apoio estrutural junto do topo. 4. Cortinas associadas a vários níveis de escoras. 5. Cortinas associadas a vários níveis de ancoragens pré-esforçadas. 6. Soluções construtivas. Cortinas de estacas-pranchas, de estacas, de paredes moldadas, "tipo Berlim" e poços de grande diâmetro com escavação sequencial. Soluções com tratamento do solo (jet-grouting, cutter-soil-mixing, etc.). 7. Instabilidade do fundo de origem hidráulica. Instabilidade de fundo em escavações em solos argilosos moles. 8. Estabilidade de cortinas ancoradas sob ações verticais. Estabilidade global. 9. Ancoragens pré-esforçadas. 10. Escavações pregadas. 11. Observação de escavações. 12. Movimentos associados a escavações e métodos para o seu controlo.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Concept of flexible earth retaining structure. Soil-structure interaction. Soil-arch effect. Examples of earth retaining*

**structures. 2. Cantilever retaining walls. 3. Single propped retaining walls. 4. Multi-propped retaining walls. 5. Multi-anchored retaining walls. 6. Constructive solutions. Sheet pile walls, concrete piled walls, Berlin-type walls and large-diameter elliptical shafts built by the sequential excavation-concreting method. Solutions for soil treatment (jet-grouting, cutter-soil-mixing, etc). 7. Hydraulic Instability. Bearing capacity (heave) analysis in soft soils. 8. Vertical stability of anchored walls. Global stability analysis. 9. Ground anchors. 10. Nailed excavations. 11. Monitoring of excavations. 12. Movements induced by excavations and their control.**

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

*Os conteúdos programáticos constituem uma resposta estruturada aos objectivos da unidade curricular, uma vez que incluem a informação e a formação em relação aos diversos aspectos relevantes no âmbito das Escavações Urbanas, nomeadamente os referentes à conceção das soluções, aos métodos construtivos e ao dimensionamento. Ficam, assim, os estudantes dotados de conhecimentos profundos e competências técnicas, que lhes permitirão intervir de forma fundamentada e sustentável neste domínio.*

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

*The syllabus covers the topics necessary to attain the objectives of the module, since it includes information and training on the various topics relevant to the construction of deep excavations, including those related to conception of the solutions, the construction and design methods. By the end of the course, students will have acquired the solid knowledge and technical skills that will enable them to act with a strong background in this field.*

**3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas de carácter teórico-prático com exposição das teorias e métodos com referência frequente a casos de obra. Em complemento são propostos trabalhos de dimensionamento de alguns tipos de estruturas de suporte. Visitas a obras. Exame final versando essencialmente sobre questões teóricas e e de concepção de soluções.*

**3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Lectures expounding the theories and methods of analysis and design of flexible earth retaining structures, with frequent reference to construction works. Some practical classes are also proposed on the design of certain types of flexible retaining structures. Visits to construction sites. Final exam focused on theoretical matters and on the conception of solutions.*

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

*O modelo teórico-prático com desenvolvimento de pequenos trabalhos práticos que servirão para a avaliação e sua ampla discussão, garante a transmissão dos conhecimentos e o incentivo à sua exploração, aprofundamento e análise crítica. Acresce que o leque de trabalhos práticos proposto cobre os tipos de estruturas suporte de escavações urbanas mais relevantes, permitindo ao estudante ganhar competências no que respeita à conceção das soluções, à seleção dos métodos construtivos, bem como aos métodos de análise e dimensionamento.*

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The theoretical-practical model, together with the small assignments undertaken by the student that are included in the assessment but also contribute to an extensive discussion of different cases, ensures the transmission of knowledge and the motivation of the students, contributing to the skills acquired for students to conduct a critical analysis.*

*The range of coursework encompasses the most relevant types of retaining structures of deep excavations, enabling students to gain the skills required for the conception of solutions, the selection of construction methods, and the methods for analysis and design.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*M. Matos Fernandes; Estruturas de Suporte de Terras, FEUP, 1990.*

*Malcolm Puller; Deep Excavations - A Practical Manual, Thomas Telford, 1996.*

*Matos Fernandes, M. . Deep urban excavations in Portugal: practice, design, research and perspectives. Soils & Rocks, Vol. 33, nº 3, pp. 115-142, 2010.*

**Mapa IV - Estabilidade e Estabilização de Taludes / Slope Stability and Reinforcement**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Estabilidade e Estabilização de Taludes / Slope Stability and Reinforcement*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

**António Alberto Santos Correia (TP-24h)**

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

**António José de Magalhães Silva Cardoso (TP-24h)**

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

*Pretende-se que o estudante adquira um conjunto de conhecimentos e ferramentas que lhe permitam, por um lado, compreender os processos de instabilização dos taludes naturais e feitos pelo homem e, por outro lado, tomar decisões técnicas fundamentadas relativas à conceção, dimensionamento e projeto de medidas de estabilização.*

*No final da unidade curricular o estudante deverá ser capaz de:*

- *planear campanhas de caracterização geológico/geotécnica para estudo da estabilidade de taludes;*
- *compreender as fenomenologias de instabilização de taludes naturais e construídos;*
- *avaliar, conceber e calcular soluções de estabilização*
- *desenvolver e/ou aplicar modelos analíticos e numéricos para de cálculo;*
- *comparar soluções de estabilização, contemplado sempre que ajustado e possível uma perspetiva de sustentabilidade;*
- *proceder à avaliação de riscos.*

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

*The aim is that students acquire a set of knowledge and tools that allow them to understand the instability processes of natural and man-made slopes, and to take technical decisions on the choice and design of reinforcement solutions. At the end of the module, students should be able to:*

- *Plan geological/geotechnical campaigns on the study of the slope;*
- *Understand the phenomenology regarding the failure of natural and constructed embankments;*
- *Evaluate, design and calculate stabilisation solutions*
- *Develop and/or apply analytical and numerical models for calculation;*
- *Compare stabilisation solutions, bearing in mind the concept of sustainability;*
- *Evaluate risks.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

**1. Tipos de taludes: naturais, construídos pelo homem; terrosos e rochosos**

**2. Tipos de instabilidade em taludes**

**3. Caracterização de taludes**

**4. Métodos de análise da estabilidade de taludes em maciços terrosos:**

**4.1 Noção de factor de segurança. Análise da estabilidade, métodos de cálculo. Técnicas de retroanálise**

**4.2 O caso de taludes infinitos e escavações verticais**

**4.3 Condições a curto, médio e longo prazo**

**4.4 Medidas de estabilização: alterações de geometria, drenagens, vegetação, controlo da erosão, obras de suporte, ancoragens, pregagens**

**4.5 Casos históricos. Exemplos portugueses**

**5. Métodos de análise da estabilidade de taludes em maciços rochosos**

**5.1 Importância das descontinuidades e orientações**

**5.2 Parâmetros resistentes. Condições hidrogeológicas. Estado de tensão in situ**

**5.3 Avaliação das roturas potenciais**

**5.4 Métodos numéricos aplicados a taludes rochosos. Modelos físicos**

**5.5 Técnicas de reforço, estabilização e proteção para taludes rochosos**

**3.3.5. Syllabus:**

**1. Types of slope: natural, man-made; earth and rock**

**2. Types of instability on slopes**

**3. Characterisation of slopes**

**4. Methods of analysis of slope stability in soil masses:**

**4.1 Definition of safety factor. Stability analysis, calculation methods. Back-analysis techniques**

**4.2 The case of infinite slopes and vertical excavations**

**4.3 Stability conditions in the short, medium and long term**

**4.4 Stabilisation measures: geometry changes, drainage, vegetation, erosion control, support works, anchoring, nailing**

**4.5 Historical cases. Portuguese examples**

**5. Slope stability analysis methods in rock masses**

**5.1 Importance of discontinuities and orientation**

**5.2 Strength parameters. Hydrogeological conditions. In situ stress**

**5.3 Evaluation of potential failures**

**5.4 Numerical methods applied to rock slopes. Physical models**

**5.5 Reinforcement techniques, stabilisation and protection for rocky slopes**

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

*Os conteúdos programáticos constituem uma resposta estruturada aos objetivos da unidade curricular, uma vez que incluem a informação e a formação adequadas em relação aos diversos aspetos relevantes no âmbito da estabilidade e estabilização de taludes naturais e construídos, nomeadamente os referentes à caracterização dos maciços, aos métodos construtivos e ao dimensionamento. Ficam, assim, os estudantes dotados de conhecimentos profundos e competências técnicas, que lhes permitirão intervir de forma fundamentada e sustentável neste domínio.*

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

*The contents are a structured response to the objectives of the module, as they include the information and appropriate training for the various relevant aspects in relation to the stability and stabilisation of natural and man-made slopes, including those related to the ground characterisation, construction methods and design. At the end of the course, students will have acquired the solid knowledge and technical skills that will enable them to act with a strong background in this field.*

**3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Modelo de ensino fundamentalmente teórico-prático, procurando conciliar, de forma equilibrada, exposições teóricas dos conceitos e das teorias correspondentes às matérias a estudar, apresentação e discussão de casos práticos, e, ainda, o contacto com projectos relevantes, quer através de palestrantes convidados, quer através de visitas a obras.*

*Os estudantes serão ainda incentivados a realizar pequenos trabalhos práticos que permitam a implementação dos conhecimentos adquiridos num ambiente de simulação de casos.*

*Métodos de avaliação:*

*- Trabalhos desenvolvidos no decurso do período letivo (30%) Exame (70%).*

**3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The teaching model is based on theoretical and practical classes, combining in a balanced way theoretical explanations of concepts and theories related to the topics with the presentation and discussion of case studies, and also contact with relevant projects, either through invited experts or through visits to construction sites. Students will also be encouraged to undertake small practical coursework assignments to implement the knowledge acquired, simulating simplified real cases.*

*Assessment:*

*- Coursework (30%); Exam (70%).*

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

*O modelo teórico-prático com desenvolvimento de pequenos projetos que servirão para a avaliação e sua ampla discussão, garante a transmissão dos conhecimentos e o incentivo à sua exploração, aprofundamento e análise crítica.*

*Acréscimo que o leque de capítulos coberto garante que o estudante possa adquirir competências concernentes a todos os aspetos de um problema de estabilidade e estabilização de taludes.*

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The theoretical-practical model, together with the small assignments undertaken by the student that are included in the assessment but also contribute to an extensive discussion of different cases, ensures the transmission of knowledge and the motivation of the students, contributing to the skills acquired for students to conduct a critical analysis.*

*The range of topics covered also enables students to gain skills in all aspects of slope stability analysis and reinforcement.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*- Elementos a fornecer nas aulas pelos docentes (2015).*

*- Lee W. Abramson, Thomas S. Lee, Sunil Sharma (2001). "Slope Stability and Stabilization Methods", 2nd edition.*

*- Lacasse S. (2013) "8th Terzaghi Oration: Protecting society from landslides – the role of the geotechnical engineer". Proceedings of the 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Paris 2013.*

**Mapa IV - Geotecnia Ambiental e Sustentabilidade /Environmental Geotechnics and Sustainability**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Geotecnia Ambiental e Sustentabilidade /Environmental Geotechnics and Sustainability*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Maria de Lurdes da Costa Lopes – TP-18h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Castorina Fernanda da Silva Vieira – TP-18h*

*Maria Isabel Moita Pinto – TP-12h*

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

*Com esta UC pretende-se, por um lado, alertar o estudante para a importância da sustentabilidade ambiental e para o papel da Geotecnia no desenvolvimento sustentável e, por outro lado, que o estudante adquira conhecimentos e ferramentas que lhe permitam tomar decisões técnicas, devidamente fundamentadas, no que se refere à concepção, dimensionamento e monitorização do comportamento de aterros de resíduos, à valorização de resíduos em obras geotécnicas e a técnicas de deteção e tratamento de solos contaminados.*

*No final da UC o estudante deverá ser capaz de:*

- *tomar decisões técnicas que promovam a sustentabilidade das construções;*
- *dimensionar sistemas de impermeabilização e d drenagem de aterros de resíduos;*
- *avaliar a estabilidade de aterros de resíduos;*
- *compreender a fenomenologia da bioquímica dos aterros*
- *conhecer alternativas de valorização de resíduos em obras geotécnicas*
- *avaliar situações de potencial contaminação do solo*
- *conhecer técnicas de tratamento de solos*

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

*The aims of this module are, firstly, to alert students to the importance of environmental sustainability and the role of Geotechnical sustainable development and, secondly, to enable students to acquire the knowledge and tools necessary to make appropriate technical decisions on the design, sizing and monitoring of waste landfills, on the recovery of construction waste for geotechnical purposes and on techniques for the detection and treatment of contaminated soils.*

*At the end of module, students should be able to:*

- *Make technical decisions that promote the sustainability of buildings;*
- *Design the waterproofing and drainage system for waste landfills;*
- *Evaluate the stability of waste landfills;*
- *Understand the phenomenology of biochemistry from landfills*
- *Evaluate waste recovery alternatives in geotechnical works*
- *Assess potential soil contamination situations*
- *Evaluate soil treatment techniques*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

**1 A Geotecnia e o ambiente**

**1.1 Construção e impactos ambientais**

**1.2 Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável**

**2 Aterros de resíduos solos urbanos**

**2.1 Seleção e gestão do local**

**2.2 Sistemas de impermeabilização e d drenagem**

**2.3 Caracterização física, mecânica e hidráulica dos resíduos**

**2.4 Estabilização e deposição**

**2.5 Estabilidade global**

**2.6 Monitorização e controlo do comportamento**

**2.7 Bioquímica dos aterros de resíduos**

**2.8 Controlo da poluição dos lixiviados**

**2.9 Reabilitação de aterros de resíduos**

**3 Valorização de resíduos em Geotecnia**

**3.1 Situação atual da valorização de resíduos em Portugal**

**3.2 Enquadramento legislativo e normativo da valorização de resíduos na construção**

**3.3 Resíduos de exploração de pedreiras**

**3.4 Escórias de aciaria**

**3.5 Resíduos de Construção e Demolição**

**3.6 Escórias de incineração de resíduos sólidos urbanos**

**3.7 Resíduos da indústria mineira**

**3.8 Outros resíduos**

**4 Solos contaminados**

**4.1 Fontes de contaminação**

**4.2 Avaliação**

**4.3 Processos de descontaminação**

**3.3.5. Syllabus:**

- 1 Geotechnis and the environment**
  - 1.1 Environmental impact from construction**
  - 1.2 Sustainability and sustainable development**
- 2 Waste disposal (landfills)**
  - 2.1 Selection and site management**
  - 2.2 Liner and drainage systems**
  - 2.3 Physical, mechanical and hydraulic characterization of waste**
  - 2.4 Stabilization and deposition**
  - 2.5 Overall stability**
  - 2.6 Monitoring and control of behaviour**
  - 2.7 Landfill biochemistry**
  - 2.8 Leachate pollution control**
  - 2.9 Landfill rehabilitation**
- 3 Waste re-use in Geotechnics**
  - 3.1 Current situation of re-use of waste in Portugal**
  - 3.2 Legislative and normative framework for re-use of waste in Geotechnics**
  - 3.3 Waste from quarrying**
    - 3.4 Steel slag**
    - 3.5 Construction and Demolition Wastes**
    - 3.6 Bottom ashes from incineration of municipal solid waste**
    - 3.7 Tailings**
    - 3.8 Wastes from other sources**
- 4 Contaminated soils**
  - 4.1 Contamination sources**
  - 4.2 Assessment**
  - 4.3 Treatment methodologies**

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

*A sustentabilidade ambiental e a promoção de uma construção sustentável tornam imprescindível o adequado armazenamento dos resíduos não valorizáveis, a valorização de diferentes tipos de resíduos na construção e medidas de mitigação preventivas, minimizadoras ou compensatórias dos efeitos contaminantes sobre os solos e os aquíferos subterrâneos. Assim, é fundamental dotar os estudantes de conhecimento sobre as propriedades fundamentais dos resíduos, sobre metodologias de dimensionamento de aterros de resíduos e sobre o acompanhamento e previsão do seu comportamento ao longo do tempo. A valorização de resíduos na construção, e em particular em obras geotécnicas, constituiu um tema da maior atualidade e interesse em termos de sustentabilidade ambiental. Por outro lado, a contaminação dos solos e dos aquíferos subterrâneos é também um dos principais problemas ambientais da atualidade.*

*Os conteúdos programáticos constituem uma resposta estruturada aos objectivos da Unidade Curricular, uma vez que incluem a informação e a formação em relação aos diversos aspectos relevantes no âmbito da sustentabilidade e da geotecnia ambiental. Os conteúdos programáticos permitirão dotar os estudantes de conhecimentos e competências técnicas, que lhes permitirão intervir de forma fundamentada no domínio da Geotecnia Ambiental, nomeadamente, no projeto e acompanhamento de aterros de resíduos, na promoção da valorização de diversos tipos de resíduos no projeto e em obra, na avaliação e no tratamento da contaminação dos solos.*

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

*Environmental sustainability and the promotion of sustainable construction make the proper storage of non-recoverable waste, the re-use of different types of construction waste and demolition residues and the use of preventive and mitigation measures essential, to alleviate or compensate for the effects of contaminants on soil and groundwater. It is therefore crucial to provide students with knowledge of the fundamental properties of urban residues for waste landfill, bearing in mind design methodologies and the monitoring and prediction of their behaviour over time. The re-use of construction waste, particularly in geotechnical works, is an issue of major importance and interest in terms of environmental sustainability. On the other hand, contamination of soil and underground aquifers is also currently one of the main environmental problems.*

*The contents are structured in order to achieve the objectives of the course, since they include relevant information and training on the various aspects of sustainability and environmental geotechnics. The syllabus provide students with knowledge and skills that will enable them to act in a balanced manner in the field of Environmental Geotechnics, in particular in the design and monitoring of waste landfills, promoting the re-use of different types of waste in the design and construction phases, and on the assessment and treatment of soil contamination.*

**3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*O modelo de ensino da Unidade Curricular contemplará aulas teórico-práticas com aulas de abordagem mais teórica, em que serão abordados os conhecimentos de base fundamentais e transmitidos conhecimentos teóricos relevantes. Nas aulas mais práticas procurar-se-á conciliar exposições teóricas dos conceitos e das metodologias correspondentes aos assuntos a estudar, apresentação e discussão de casos práticos que representem boas práticas ou situações a evitar no âmbito da sustentabilidade ambiental e, ainda, promover o contacto com projectos relevantes através de palestrantes convidados e(ou) visitas a obras.*

**A avaliação contemplará a realização de um trabalho prático que permita a aplicação dos conhecimentos adquiridos e um exame final.**

**- Exame Final (75%); Trabalhos práticos (25%)**

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*The teaching model for the Module will include practical classes and lectures with a more theoretical approach, in which the fundamental knowledge will be addressed. In the more practical classes, the theoretical explanations of the concepts and their practical applications will be combined, presenting and discussing case studies that represent best practices or situations to avoid in environmental sustainability and also promoting contact with relevant projects through guest speakers and/or site visits.*

*Assessment will include practical assignments that enable the knowledge acquired to be applied, and a final exam.*

**- Final Exam (75%); Practical work (25%)**

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

*O modelo de aulas teórico-práticas permite, por um lado, dotar o estudante de conhecimentos relevantes no âmbito da sustentabilidade e da geotecnia ambiental (conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável; conceção, dimensionamento, monitorização e controlo do comportamento de aterros de resíduos; legislação e estado de arte da valorização de diversos tipos de resíduos; métodos de avaliação e tratamento de solos contaminados), e por outro lado, incentivar ao seu aprofundamento e aplicação no projeto e em obra.*

*A metodologia de ensino permitirá consciencializar o estudante para a importância da sustentabilidade ambiental e para o papel da Geotecnia no desenvolvimento sustentável. Serão transmitidos ao estudante conhecimentos e ferramentas que lhe permitam tomar decisões técnicas, devidamente fundamentadas, no que se refere à conceção, dimensionamento e monitorização do comportamento de aterros de resíduos, à valorização de resíduos em obras geotécnicas e a técnicas de deteção e tratamento de solos contaminados.*

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The model of theoretical and practical classes allows students to be provided with relevant expertise in the area of sustainability and environmental geotechnics (concepts of sustainability and sustainable development, design, monitoring and control of waste landfill behaviour; legislation and the state of the art concerning the re-use of various types of waste, methods of assessment and treatment of contaminated soil); and secondly, it encourages a deepening of that knowledge in design and construction.*

*The teaching methodology will makes students aware of the importance of environmental sustainability and the role of Geotechnical sustainable development. These concepts will be achieved by the student along with tools enabling them to make duly justified technical decisions, on the design, sizing and monitoring of waste landfill behaviour, the re-use of waste in geotechnical works and techniques for detecting and treating contaminated soil.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Apontamentos preparados no âmbito das apresentações das aulas teóricas da UC (2015).*

*Sarsby, R.W. (2013). Environmental Geotechnics, 2nd Edition, ICE Publishing.*

*Qian, X.; Koerner, R.M. and Gray, D.H. (2001). Geotechnical Aspects of Landfill Design and Construction, PEARSON EDUCATION (US), ISBN: 9780130125064*

*Robertson, M. (2014). Sustainability Principles and Practice, Routledge – Taylor and Francis Group, 1st Edition, ISBN-13: 978-0415840187.*

*Mulligan, M. (2014). An Introduction to Sustainability: Environmental, Social and Personal Perspectives, Routledge – Taylor and Francis Group.*

## Mapa IV - Geotecnia em Obras Hidráulicas / Geotechnics in Hydraulic works

### 3.3.1. Unidade curricular:

***Geotecnia em Obras Hidráulicas / Geotechnics in Hydraulic works***

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

***Paulo José da Venda Oliveira - TP-24h***

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

***Celso Manuel Relva Martins de Lima - TP-24h***

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

***Com esta unidade curricular pretende-se que o estudante adquira um conjunto de conhecimentos e ferramentas essenciais para o processo de decisão e respetiva fundamentação técnica, no contexto da conceção,***

**dimensionamento, construção e observação de barragens. No final da unidade curricular o estudante deverá ser capaz de planear, executar e controlar a execução de barragens de aterro (nomeadamente aterros, drenos e filtros), barragens de betão e outras obras hidráulicas.**

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

***The aim of this module is that students acquire the relevant knowledge and tools to enable them to take technical decisions in terms of conception, design, construction and observation of dams. At the end of the course, students should be able to design and control the construction of earth dams (namely earthworks, drains and filters), concrete dams and other hydraulic works.***

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

#### ***I) Seleção do tipo de barragem***

***Classificação do tipo. Fatores físicos condicionantes do tipo***

#### ***II) Fundação e materiais de construção***

***Objetivo das investigações. Recolha de dados e fontes de informação. Classificação e caracterização (solos e rochas). Reconhecimento e trabalhos de caracterização (prospecção mecânica e geofísica)***

#### ***III) Barragens de aterro (terras e enrocamento)***

***Experiência portuguesa na construção de barragens de aterro. Tipos de Barragens de aterro. Aspectos condicionantes da escolha da solução. Tratamento das fundações e encontros. Dimensionamento dos órgãos de drenagem. Dimensionamento de Barragens de aterro. Estudo da percolação. Análise da estabilidade. Análise de casos de obra.***

#### ***IV) Barragens de betão***

***Tipos. Ações e verificações de estabilidade. Fundações e tratamentos***

#### ***V) Estabilidade das encostas***

#### ***VI) Observação e segurança da obra***

#### ***VII) Estratégia de construção e obras de derivação provisória***

### 3.3.5. Syllabus:

#### ***I) Selection of the dam type***

***Classification of the type. Physical factors which control the dam selection.***

#### ***II) Foundation and construction materials***

***Objective of the investigations. Collection of data and sources of information. Classification and characterisation (soils and rocks). Characterisation of works (mechanical and geophysical survey)***

#### ***III) Rock-fill and earth dams.***

***Portuguese experience review. Types of dams. Matters which affect the dam selection. Design of drainage devices. Study of water flow. Treatment of foundations and abutments. Stability analysis. Observation of the behaviour. Instrumentation. Legislation. Practical cases.***

#### ***II) Concrete dams.***

***Types. Actions and analysis of the stability. Foundations and treatments.***

#### ***V) Slope stability.***

#### ***VI) Observation and security of works***

#### ***VII) Building strategy and works of provisional derivation.***

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

***A inclusão no programa da unidade curricular de assuntos relacionados com a execução, controlo, dimensionamento e observação de barragens, principalmente no que respeita aos aspetos geotécnicos visa dotar os estudantes de instrumentos teóricos e práticos utilizados no projeto, conceção e observação de obras para fins hidráulicos.***

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

***The inclusion in the syllabus of issues related to the execution, control, design and observation of dams, mainly in terms of geotechnical aspects, is intended to give students the main tools used in the design, conception and***

*observation of works for hydraulic use.*

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

#### I) Aulas teóricas práticas

*Exposição dos conceitos, princípios e teorias fundamentais, com recurso a meios audiovisuais. Demonstração das matérias leccionadas com a resolução de alguns problemas de aplicação. Utilização dos programas Plaxis e Slide para análise tensão-deformação, estudo da percolação e da estabilidade de barragens de aterro. Visita técnica a uma barragem em construção.*

#### II) Avaliação

*Trabalho em grupo – 20% (estudo da percolação e estabilidade de uma barragem de aterro utilizando ferramentas numéricas)*

*Exame final – 80%*

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

#### I) Practical classes

*Audiovisual means will be used to explain the main theories and principals of the subjects. The resolution of certain topics will also be demonstrated to better explain the subjects studied. The Plaxis and Slide programs will be used to make a stress-strain analysis and the study of the percolation of the water and stability of earth dams. Technical visit to one dam under construction.*

#### II) Assessment

*Group work – 20% (Study of the percolation and stability of an earth dam, using numerical tools)*

*Final exam – 80%*

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

*O recurso a meios audiovisuais, com visualização de fotos e filmes, bem como a visita a algumas barragens em construção, pretende complementar a lecionação das matérias teóricas, a resolução de problemas práticos e a realização de trabalhos de grupo. Esta interação de metodologias visa dotar os estudantes de instrumentos teóricos e práticos, utilizados no projeto, conceção e observação de barragens de aterro, de betão e outras obras hidráulicas.*

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*Audiovisual support, using photos and videos associated with the visit to certain some earth dams, is intended to complement the theoretical subjects, the resolution of practical problems and the execution of group assignments. The aim of this interaction of methodologies is to give to the students the main tools used in the design, conception and observation of earth and concrete dams and other types of hydraulic works.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Edições McGraw-Hill Book Company, New York, 1959. Becerril, E., 'Hidromecânica'.*

*Chow, V.T., 'Open-Channel Hydraulics',. Comolet,R., 'Mécanique Expérimentale des Fluide', Edições Masson er Cie, Paris, 1961.*

*Seminário 249 do LNEC: Controle da Construção de Obras de Terra, Lisboa, (Guedes de Melo: Compactação de barragens de terra, Novais Ferreira: Acerca da compactação em estradas), 1981.*

*Pinto, Pedro S., Observação de Barragens de Aterro, LNEC, seminário 281, Lisboa, 1982.*

*Barbosa, J.N., 'Mecânica dos Fluidos e Hidráulica Geral', Volumes 1 e 2 , Edição Porto Editora, Lda, Porto, 1985.*

*Rico Rodriguez, A.; del Castilho, H. & Sowers, G. F., Soil Mechanics in Highway Engineering, Trans Tech Publications, Clausthal, Zellerfeld, Alemanha, 1988.*

*American Society of Civil Engineers, 'Civil Engineering Guidelines for Planning and Designing Hydroelectric Developments', Volumes 1,2,3,4 e 5, New York, 1989*

*Ferreira Lemos,J.M., Observação de Pequenas Obras de Retenção, FEUP, Porto, 1993.*

## Mapa IV - Geotecnia em Obras Viárias / Geotechnics in Roadworks

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Geotecnia em Obras Viárias / Geotechnics in Roadworks*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*Paulo José da Venda Oliveira – TP-24 horas*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

**Eduardo Manuel Cabrita Fortunato – TP-24 horas**

- 3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
*Com esta unidade curricular pretende-se que o estudante adquira um conjunto de conhecimentos e ferramentas essenciais para o processo de decisão e respetiva fundamentação técnica, no contexto da conceção, dimensionamento, construção e observação de obras geotécnicas para fins viários. No final da unidade curricular o estudante deverá ser capaz de planear e controlar a execução de terraplenagens, bem como dimensionar aterros sobre solos muito problemáticos (como solos moles).*
- 3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**  
*The aim of this module is that students acquire the relevant expertise and tools to enable them to take technical decisions in terms of conception, design, construction and observation of geotechnical works. At the end of the course, students should be able to control the construction of earthworks and to design embankments built on problematic soils (such as soft soils).*
- 3.3.5. Conteúdos programáticos:**
- I) Terraplenagens- Controlo/execução.**  
*Ensaio laboratoriais base. Controlo da execução de terraplenagens. Ensaio de controlo. Métodos baseado no desempenho associados à experiência. Adição de ligantes em terraplenagens. Equipamentos utilizados em terraplenagens. Classificação LCPC/SETRA. Avanços recentes no controlo e execução de aterros (rolos poligonais, compactação inteligente, etc)*
- II) Aterros sobre solos moles.**  
*Dimensionamento. Determinação das deformações verticais e horizontais. Estudo do comportamento típico de um aterro sobre solos moles. Reforço destes aterros com banquetas, drenos verticais, construção faseada, pré-carga, estacas de brita, estacas de betão, colunas de “deep mixing”, substituição de solos, geossintéticos, utilização de materiais leves, etc. Observação de obras geotécnicas (tipo de equipamento, fiabilidade, utilização, etc).*
- 3.3.5. Syllabus:**
- I) Execution/control of earthworks**  
*Reference laboratory tests. Execution control. Control tests. Methods based on the performance associated to the experience. Use of binders to stabilise the embankments. Equipment. LCPC/SETRA Classification. Recent advances in the execution and control of earthworks (such as polygonal drum rollers, intelligent compaction, etc).*
- II) Embankments built on soft soils.**  
*Design. Evaluation of settlement and horizontal displacement. Typical behaviour of embankments built on soft soils. Construction techniques: lateral berms, vertical drains, staged construction, preloading, sand columns, concrete piles, deep mixing columns, use of geosynthetics, use of light materials. Field observation of geotechnical works (equipment, reliability, use, etc)*
- 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*O programa da unidade curricular aborda os assuntos relacionados com a execução/controlo de aterros, permitindo aos estudantes adquirir competências relativamente ao projeto e acompanhamento deste tipo de obras. Constitui também parte relevante dos conteúdos o dimensionamento de aterros sobre solos moles, visando dotar os estudantes de instrumentos teóricos e práticos utilizados no projeto, conceção e observação de obras de aterro de infraestruturas de transportes.*
- 3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit’s intended learning outcomes:**  
*The syllabus deals with issues related to the execution/control of earthworks, which will enable students to acquire skills in the design and follow up of this type of work. Since the syllabus also covers the design of embankments built on soft soils, the students will be able to design, control and monitor earthworks for transport infrastructures, which are an important part of geotechnical works.*
- 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**
- I) Aulas teóricas práticas**  
*Exposição dos conceitos, princípios e teorias fundamentais, com recurso a meios audiovisuais. Demonstração das matérias leccionadas com a resolução de alguns problemas de aplicação. Utilização dos programas Plaxis e Slide para resolução de problemas geotécnicos. Aulas de laboratório e de campo para demonstração de diversos equipamentos de ensaio. Visita a obras de aterro de infraestruturas de transportes.*
- II) Avaliação**  
*Trabalho em grupo – 30%*

**Exame final – 70%**

**3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

**I) Practical classes**

*Audiovisual means will be used to explain the main theories and principals of the subjects. The resolution of certain topics will also be demonstrated to better explain the subjects studied. The Plaxis and Slide programs will be used to solve geotechnical problems. Field and laboratory classes will demonstrate various pieces of testing equipment. Visits to some transport infrastructure earthworks.*

**II) Assessment**

**Group work – 30%**

**Final exam – 70%**

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

*O recurso a meios audiovisuais, com visualização de fotos e filmes, bem como a visita a obras geotécnicas, pretende complementar a lecionação das matérias teóricas, a resolução de problemas práticos e a realização de trabalhos de grupo. Esta interação de metodologias visa dotar os estudantes de instrumentos teóricos e práticos, utilizados no projeto, conceção e observação de obras de aterro.*

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*Audiovisual support, using photos and videos associated with the visit to certain geotechnical works, is intended to complement the theoretical subjects, the resolution of practical problems and the execution of group assignments. The aim of this interaction of methodologies is to give students the main tools used in the design, conception and observation of earthworks.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Ground Improvement Case Histories (2005), Edited by Buddhima Indraratna and Jian Chu, Nanyang, Elsevier.*

*Balasubramaniam, A. S. (1985)- Recent developments in ground improvement techniques: proceedings of the international symposium held at Asian Institute of Technology, Bangkok.*

*Hight, D. W., Jardine, R. J., and Gens, A. (1987). "Embankments on soft clays." Bulletin of the Public Works Research Center, Chap. 2, The Public Works Research Center of Greece, Athens, Greece.*

*Leroueil, S., Magnan, J. P., and Tavenas, F. (1990). Embankments on soft clays, Ellis Horwood, England.*

*Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques - Application à la réalisation des remblais et des couches de forme , SETRA/LCPC, 2000. ISBN: ISBN: 2-7208-3810-1.*

*Réalisation de remblais et des couches de forme. Fascicules I et II, LCPC-SETRA, 2000.*

*Puppala, A.J. (2008) NCHRP synthesis 382: Estimating Stiffness of Subgrade and Unbound Materials for Pavement Design; Washington, D.C.: T.R.B.*

**Mapa IV - Mecânica das Rochas em Obras Geotécnicas /Rock Mechanics in Geotechnical Engineering**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Mecânica das Rochas em Obras Geotécnicas /Rock Mechanics in Geotechnical Engineering*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Paulo Miguel Cunha Matos Lopes Pinto (TP-48 horas)*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Não aplicável 1000 caracteres*

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

*Esta unidade curricular visa transmitir os conceitos fundamentais da Mecânica das Rochas, assim como a aplicação de conhecimentos na resolução de problemas práticos.*

*Ao nível das competências genéricas, pretende-se que os estudantes desenvolvam competências nos conhecimentos de informática relativos ao âmbito da unidade curricular; na resolução de problemas; capacidade de decisão; adaptabilidade a novas situações e competência em aplicar conhecimentos teóricos na prática. São também consideradas relevantes as competência de gestão da informação, raciocínio crítico; em entender a linguagem de outros especialistas, de aprendizagem autónoma e em planear e gerir.*

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

*The aim of this module is to transmit the fundamental concepts of Rock Mechanics, and the application of that knowledge in the solution of practical problems.*

*Regarding generic skills, the aim of the module is that students develop computer skills related to the topics covered; problem solving skills; decision making skills; adaptability to new situations and the ability to use theoretical concepts in practical situations. Besides these, data management skills; critical thinking; understanding the language of other specialists and self-learning are also pursued, together with autonomous thought, planning and management.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

#### 1. Conceitos gerais

*Campos de aplicação da Mecânica das Rochas e sua relação com outras unidades curriculares.*

#### 2. Rochas e maciços rochosos

*Principais tipos estruturais.*

*Características físicas das rochas; propriedades índice das rochas.*

#### 3. Comportamento mecânico das rochas

*Resistência e deformabilidade; modelos de comportamento; caracterização experimental.*

#### 4. Descrição do maciço rochoso

*Quantificação e apresentação dos dados estruturais.*

#### 5. Comportamento mecânico das descontinuidades

*Modelos de comportamento; ensaios específicos de juntas rochosas.*

#### 6. Classificação das rochas e dos maciços rochosos

#### 7. Propriedades mecânicas dos maciços rochosos

*Modelos de comportamento; resistência e deformabilidade de maciços compartimentados.*

#### 8. Comportamento hidráulico e hidromecânico das rochas e dos maciços rochosos

*Caracterização experimental.*

#### 9. Estado de tensão in-situ

*Fatores que influenciam o estado de tensão in situ e sua determinação; experiências existentes com medição d tensões e deslocamentos.*

### 3.3.5. Syllabus:

#### 1. General concepts

*Fields of application of Rock Mechanics and its relationship with other subjects.*

#### 2. Rock matrix and rock mass

*Main structural types.*

*Physical characteristics of rocks, index properties of rocks.*

#### 3. Mechanical behaviour of rocks

*Strength and deformability; behaviour models; experimental characterisation.*

#### 4. Rock mass description

*Quantification and presentation of structural data.*

#### 5. Mechanical behaviour of discontinuities

*Behaviour models; specific tests of rock joints.*

#### 6. Rock and rock mass classification.

#### 7. Mechanical properties of rock masses

*Behaviour models; strength and deformability of fragmented rock masses.*

#### 8. Hydraulic and hydromechanic behaviour of rocks and rock masses

*Experimental characterisation.*

#### 9. In situ stress state

*Factors influencing the in situ stress state and its evaluation, existing tests with measurement of stress and displacements.*

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

*Os conteúdos programáticos escolhidos cobrem os conhecimentos fundamentais da Mecânica das Rochas. Foram selecionados de modo a serem abrangentes e a permitir que os estudantes se apercebam do vasto leque de aplicações que esta área do conhecimento abarca. Parte substancial do programa é dedicada à caracterização física, geológica e geotécnica da matriz e dos maciços rochosos.*

*Relativamente ao desenvolvimento de competências genéricas, o conteúdo programático escolhido e o método de ensino adotado permitem o aperfeiçoamento destas competências, que naturalmente já deverão existir em estudantes na fase do 2º ciclo de estudos.*

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

*The syllabus was chosen so that the fundamental concepts of Rock Mechanics are covered. The subjects selected cover a wide range of topics, thus allowing students to realise the variety of applications that this area of knowledge embraces. A substantial part of the programme is dedicated to the physical, geological and geotechnical characterisation of rock and rock masses.*

*Regarding the development of generic skills, the syllabus and teaching methods adopted allow these skills to be*

*developed and students are expected to already have mastered them by the 2nd cycle phase of their studies.*

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teórico-práticas, com exposição detalhada dos conceitos, princípios e teorias fundamentais relacionadas com o comportamento de maciços rochosos e nas quais são propostos problemas enquadrados na matéria exposta que serão resolvidos pelos os estudantes, com a orientação do docente. Esta resolução envolve frequentemente a utilização de software técnico comercial, o que permite ilustrar a matéria dada bem como expor os estudantes a ferramentas de cálculo que encontrarão na sua vida profissional.*

*As aulas teórico-práticas incluem a elaboração de um trabalho de síntese com acompanhamento tutorial do docente.*

*Métodos de avaliação:*

*- Projeto (40%) ; Exame(60%).*

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Theoretical and practical classes in which the concepts, principles and fundamental theories related to the behaviour of rock masses are presented in detail and in which the students solve exercises related to the topics covered, with guidance from the teacher. This solution involves the frequent use of professional software as a learning aid and this also has the advantage of exposing the students to design tools that they will encounter in their professional practice. These classes include the preparation of a project, with tutorial guidance by the teacher.*

*Assessment*

*- Project (40%); Exam (60%).*

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

*As aulas teórico-práticas permitem a explanação das matérias constantes nos conteúdos programáticos. O modo de leccionação permite a interacção com os estudantes, explicando-se os principais conceitos teóricos associados à mecânica das rochas e intercalando-os com a resolução de problemas práticos, nomeadamente os relativos às principais aplicações de mecânica das rochas bem como o respetivo dimensionamento. Estas aulas permitem também a resolução de problemas pelos estudantes, possibilitando que eles reforcem as suas competências genéricas enumeradas.*

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The theoretical and practical classes are used to present the topics indicated in the syllabus. The teaching method allows interaction with students, explaining the main theoretical concepts associated with rock mechanics and interspersing them with solving practical problems, including those covering the main rock mechanics applications as well as the respective design. During the theoretical and practical classes, the students solve problems under the guidance of the teacher. These classes reinforce the generic skills listed.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Goodman, R. E. (1989), Introduction to Rock Mechanics, 2nd ed., Wiley, New York.*

*Hoek, E. (2007), Practical Rock Engineering*

*Hudson, J. ; Harrison, J.(1997), Engineering rock mechanics: an introduction to the principles, Oxford: Pergamon.*

*Hudson, J.;Harrison, J.(2000), Engineering rock mechanics: part 2. Illustrative worked examples, Oxford: Pergamon.*

*Vallejo, L. G., Ferrer, M., Ortuño, L. e Oteo, C. (2002), Ingeniería Geológica, Pearson Educación, Madrid.*

## Mapa IV - Mecânica dos Solos Avançada/ Advanced Soil Mechanics

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Mecânica dos Solos Avançada/ Advanced Soil Mechanics*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*Luís Joaquim Leal Lemos (TP-24h)*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*Manuel António de Matos Fernandes (TP-12h)*

*António Joaquim Pereira Viana da Fonseca (TP-12h)*

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

*Esta unidade curricular visa transmitir os fundamentos associados ao comportamento mecânico dos solos, nomeadamente os respeitantes às relações constitutivas tensão-resistência-deformação. No fim da unidade curricular os estudantes devem ter adquirido um conjunto de conhecimentos e ferramentas que lhes permita, não*

*só explicar e compreender, mas também prever, de forma devidamente fundamentada, o comportamento mecânico dos maciços terrosos, constituídos por solos de diversos tipos, sob as ações impostas por estruturas que sobre eles ou neles se construam.*

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

*This module provides the fundamentals of the mechanical behaviour of soils, namely matters related with the constitutive modelling of stress-shear strength-deformation. At the end of the module the student should have acquired the knowledge and skills to deeply understand the mechanical behaviour of different types of soils under structural loading.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. *Revisão dos conceitos básicos referentes a solos de origem sedimentar e aos solos residuais*
2. *Solos normalmente consolidados e sobreconsolidados. Fenómenos que provocam a sobreconsolidação dos solos. Consolidação secundária*
3. *Relações tensões-deformações em areias. Resistência ao corte de pico e de volume constante. Dilatância. Liquefação por carregamento cíclico e liquefação por fluxo*
4. *Relações tensões-deformações em argilas saturadas. Carregamento drenado e não drenado. Dilatância. Resistência de pico, de volume constante e residual. Resistência não drenada. Análises em tensões efetivas versus análises em tensões totais*
5. *Modelos do estado crítico. Elasticidade e plasticidade em solos. Superfície de cedência, lei de fluxo e endurecimento. Modelo de Cam clay e de Cam clay modificado*
6. *Solos não saturados. Sucção. Curva característica. Relações tensões-deformações*
7. *Solos cimentados naturais e artificiais. Relações tensões-deformações. Estados estável, meta-estável e crítico*

### 3.3.5. Syllabus:

1. *Review of the basic concepts of sedimentary and residual soils*
2. *Normally and over-consolidated soils. Processes that will cause over-consolidation in soils. Secondary consolidation.*
3. *Stress-Strain behaviour of sands. Peak and constant volume shear resistance. Dilatancy. Liquefaction by upward seepage and by cyclic loading.*
4. *Stress strain behaviour of saturated clays. Drained and undrained loading. Dilatancy. Peak, volume constant and residual shear strength. Undrained shear strength. Effective and total stress analysis.*
5. *Critical state. Elasticity and plasticity in soils. Yield surface, normality and yield hardening laws. Models of Cam-clay and modified Cam-clay.*
- 6 - *Partial saturated soils. Suction. Characteristic curves. Stress-strain relations.*
- 7- *Natural Bonded and artificial cemented soils. Stress-strain behaviour. Stable, metastable and critical states.*

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

*Os conteúdos programáticos constituem uma resposta estruturada aos objetivos da unidade curricular, uma vez que incluem a informação necessária em relação aos aspetos relevantes no âmbito do comportamento mecânico de maciços constituídos por solos de diversos tipos, incluindo solos não saturados e solos estruturados, quer naturais, como é o caso dos solos residuais, quer artificiais. Estes conteúdos foram desenvolvidos para que, numa fase inicial, sejam revistos e consolidados conceitos básicos da mecânica dos solos já adquiridos pelos estudantes noutros ciclos de estudos. De seguida aborda-se com a profundidade considerada necessária a questão da resistência dos solos, as relações tensões-deformações dos diversos tipos de solos e os modelos matemáticos capazes de as traduzir, procurando-se dotar os estudantes dos conhecimentos necessários que lhes permitam prever com realismo o comportamento dos maciços terrosos interessados pela construção de estruturas ou obras geotécnicas.*

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

*The syllabus of the module is a structured response to the objectives, so they include the necessary and relevant information on the mechanical behaviour of soils of different origins in a saturated and partially saturated state based on the behaviour of intact reconstituted and artificially cemented soil samples. The syllabus contents are developed and presented in order to initially give an overview revision and consolidation of the basic and fundamental concepts that the students addressed in their undergraduate studies. Next, the stress-strain behaviour of different soils and mathematic constitutive models able to mimic soil behaviour, to provide students with the necessary knowledge and skills to understand and model the real behaviour of ground bearing constructions, structures or geotechnical works.*

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Modelo de ensino fundamentalmente teórico-prático, conciliando, de forma equilibrada, exposições teóricas detalhadas, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos, princípios e teorias fundamentais, com a resolução, por parte dos estudantes, de exercícios que concretizem o interesse prático da matéria e exemplifiquem a sua aplicação a situações reais.*

***A avaliação da unidade curricular será feita por exame final, pretendendo-se focar, de forma clara, tanto os conceitos teóricos de base como a capacidade para resolver problemas complexos.***

**3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

***The teaching method is theoretical and practical, giving a good balance between the detailed theory of the concepts, principles and fundamentals, using audiovisual support technology, and the resolution of problems by the students, in exercises that demonstrate the practical relevance of the material, and exemplify its application in real situations.***

***The module assessment will be by final written exam, to clear evaluate the students' grasp of the fundamental theoretical concepts, and their capacity to solve complex problems.***

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

***O modelo teórico-prático com resolução de pequenos exercícios durante as aulas, com ampla discussão, garante a transmissão dos conhecimentos e o incentivo à sua exploração, aprofundamento e análise crítica em matérias conceptualmente complexas mas estruturantes na área da Mecânica dos Solos.***

***Acresce que o leque de capítulos coberto garante a abordagem dos tópicos mais avançados da Mecânica dos Solos, permitindo adquirir novos conhecimentos e competências de Mecânica dos Solos avançada, o que lhe permitirá uma abordagem mais fundamentada a tópicos de investigação e compreensão de problemas complexos em Geotecnia.***

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

***The theoretical and practical model of classes, the resolution of small exercises in class, and the extensive discussion, ensures that knowledge is transmitted and its exploration encouraged, enabling students to develop a critical analysis in complex matters that are conceptually fundamental in the field of Soil Mechanics.***

***Moreover, the range of chapters covered ensures an approach to more advanced Soil Mechanics topics, which will enable the students to approach new research topics and understand more complex geotechnical problems.***

**3.3.9. Bibliografia principal:**

***Soil Behaviour and Critical State Soil Mechanics, David Muir Wood, 1st Edition, Cambridge University Press (1991)***  
***Mecânica dos Solos. Conceitos e Princípios Fundamentais, Matos Fernandes, M., Vol 1, 3ª edição, Edições FEUP (2012)***

***Mecânica dos Solos. Introdução à Engenharia Geotécnica, Matos Fernandes, M., Vol 2, 2ª edição, Edições FEUP (2015)***

***Unsaturated Soil Mechanics in Engineering Practise, Fredlund, D; Rahardjo, H; Fredlund, M, Jown Wiley (2012).***

***An Introduction to Soil Mechanics and Foundations, C. R. Scott, 3rd edition, Springer (1994)***

***Resistência ao Corte em Obras de Terra - Alguns Conceitos e Definições, Lemos, L.J.L., Universidade de Coimbra (2015)***

**Mapa IV - Modelação Numérica de Obras Geotécnicas / Numerical Modelling in Geotechnical Engineering**

**3.3.1. Unidade curricular:**

***Modelação Numérica de Obras Geotécnicas / Numerical Modelling in Geotechnical Engineering***

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

***José Manuel Mota Couto Marques (TP-24h)***

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

***Jorge Nuno Veiga de Almeida e Sousa (TP-24h)***

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

***O objetivo principal desta unidade curricular é o de transmitir ao estudante os fundamentos associados à análise numérica de estruturas geotécnicas, devendo ele, após completar a unidade curricular, dominar as bases teóricas do método dos elementos finitos, compreender as suas potencialidades e a sua importância no projeto geotécnico, as suas limitações e os seus perigos e, ainda, ser capaz de o aplicar devidamente a diversos problemas geotécnicos reais.***

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

***The main objective of this module is to provide the fundamentals associated with the numerical analysis of geotechnical works, in order to enable the student to master the theoretical foundations of the finite element***

*method, to understand its potential and its importance in geotechnical design, as well as its limitations and pitfalls, and to be able to apply it properly to a range of real geotechnical problems.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. *Análises geotécnicas: objetivos; formulação matemática; idealização geométrica; métodos de análise.*
2. *Método dos elementos finitos: discretização; matrizes características dos elementos - análise estrutural, percolação; agrupamento do sistema de equações e sua resolução; cálculo das grandezas derivadas; funções de forma e integração numérica.*
3. *Modelação dos elementos estruturais e das suas interfaces com o solo: elementos de viga; elementos de junta.*
4. *Leis constitutivas: comportamento dos solos; tipos de modelos; determinação dos parâmetros dos materiais.*
5. *Análises não lineares: não linearidade material; não linearidade geométrica; consolidação acoplada.*
6. *Definição das condições iniciais e das solicitações: estado de tensão inicial; deslocamentos prescritos; forças concentradas; cargas distribuídas; forças de massa; aterros; escavações; pressões de água nos poros; infiltração.*
7. *Erros e limitações dos métodos numéricos.*
8. *Aplicações a algumas estruturas geotécnicas.*

### 3.3.5. Syllabus:

1. *Geotechnical analyses: objectives; mathematical formulation; geometric idealization; methods of analysis.*
2. *Finite element method: discretization; element characteristic matrices - structural analysis, groundwater flow; assembly and solution of the equation system; computation of derived quantities; shape functions and numerical integration.*
3. *Modelling of structural elements and their interface with the soil: beam elements; joint elements.*
4. *Constitutive laws: soil behaviour; types of models; determination of the material parameters.*
5. *Non-linear analyses: material non-linearity; geometric non-linearity; coupled consolidation.*
6. *Definition of initial conditions and loading: initial stress state; prescribed displacements; point loads; distributed loads; body forces; landfills; excavations; pore water pressure; infiltration.*
7. *Errors and limitations of the numerical methods.*
8. *Applications to various geotechnical structures.*

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

*Os conteúdos programáticos constituem uma resposta estruturada aos objetivos da uc, uma vez que incluem a informação e a formação em relação aos diversos aspetos relevantes no âmbito das análises numéricas de estruturas geotécnicas, nomeadamente os referentes à formulação geral do método dos elementos finitos, sem dúvida o mais versátil e utilizado nos programas de cálculo geotécnicos disponíveis no mercado, à discretização do domínio e à modelação dos elementos estruturais e da suas interfaces com o solo, aos modelos constitutivos mais usuais e à definição dos seus parâmetros, à definição das condições iniciais e das condições fronteira, às técnicas de análise não linear e, ainda, às principais restrições e perigos associados a este tipo de análises. Pode, assim, ficar o estudante dotado de conhecimentos e competências técnicas que lhe permitam, de forma fundamentada, analisar o comportamento ou projetar as estruturas geotécnicas mais correntes, empregando modelos numéricos.*

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

*The syllabus provides a structured response to the module objectives, as it includes information and training focused on several aspects that are relevant in the context of the numerical analysis of geotechnical structures. Special attention is given to: the general formulation of the finite element method, undoubtedly the most versatile and the most adopted in commercial geotechnical codes; the discretization of the domain and the modelling of structural elements and their interfaces with the soil; the most common constitutive models and the definition of their parameters; the setting up of initial conditions and boundary conditions; nonlinear analysis techniques; and the main constraints and pitfalls associated with this type of analysis. The student will be led in this way to acquire the knowledge and the technical skills for proficiently employing numerical models in the analysis and design of current geotechnical structures.*

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teórico-práticas procurando conciliar, equilibradamente, a exposição teórica dos conceitos, dos princípios e das teorias correspondentes às matérias a estudar, com a resolução de alguns exercícios práticos simples, que concretizem o interesse prático das matérias versadas, ajudem a melhor as entenderem e exemplifiquem a sua aplicação a situações reais. Nas aulas procurar-se-á, ainda, recorrendo a programas comerciais, realizar estudos paramétricos visando aferir o peso relativo de alguns fatores na qualidade e custo da solução encontrada.*

*Métodos de Avaliação:*

- *Trabalhos práticos – 25%*
- *Exame Final – 75%*

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Theoretical and practical classes promoting in a balanced way the theoretical presentation of the concepts,*

*principles and theories related to the topics covered, with the resolution of some simple practical exercises, giving effect to the practical interest of the subjects covered, and helping the students to understand and test their application to real situations. Commercial codes will be used in class in order to perform parametric studies to assess the relative weight of certain factors on the quality and cost of the solution.*

**Assessment:**

- Practical work - 25%
- Final Exam - 75%

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

*Os conteúdos programáticos escolhidos cobrem os conhecimentos fundamentais dos Métodos Numéricos em Obras Geotécnicas, complementando os conceitos teóricos com um conjunto de trabalhos práticos, de aplicação dos conceitos previamente apresentados. Nessa perspetiva, a aplicação de programas comerciais a casos concretos permitirá ao estudante aplicar os princípios teóricos na simulação de casos reais. O modelo teórico-prático com a exposição teórica da matéria, a resolução de exercícios de aplicação prática e a ampla discussão de resultados de análises paramétricas, garante a transmissão dos conhecimentos e o incentivo à sua exploração, aprofundamento e análise crítica.*

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The syllabus chosen covers the fundamental knowledge of Numerical Methods in Geotechnical Engineering, complementing the theoretical concepts with a set of practical course works, envisaging the application of the concepts previously presented. In this perspective, the application of commercial programs to specific cases will allow the student to apply the theoretical principles in the simulation of real cases. The theoretical and practical model with the theoretical exposition of the matter, the resolution of practical application exercises and a full discussion of results from parametric analysis, ensures the transmission of knowledge and the encouragement of its exploration, deep understanding and critical analysis.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Guidelines for the use of advanced numerical analysis. Editors: David Potts, Kennet Axelsson, Lars Grand, Helmut Schweiger and Michael Long. Thomas Telford Ltd. (2002)*  
*Finite Element Analysis in Geotechnical Engineering: Theory and Application. David M Potts and Lidija Zdravkovic. Thomas Telford Ltd.(2001)*

## Mapa IV - Projeto de Túneis / Tunnels project

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Projeto de Túneis / Tunnels project*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*Jorge Nuno Veiga de Almeida e Sousa - 24 TP*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*António Milton Topa Gomes - 24 TP*

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

*Com esta unidade curricular pretende-se que o estudante adquira um conjunto de conhecimentos e ferramentas que lhe permitam tomar decisões técnicas, devidamente fundamentadas, no contexto da conceção, dimensionamento, construção e observação de diversos tipos de obras subterrâneas, nomeadamente de túneis. No final da unidade curricular o estudante deverá ser capaz de:*

- *planear campanhas de caracterização geológico/geotécnica para a realização de um túnel e ponderar a escolha adequada de traçados;*
- *compreender a fenomenologia de comportamento de uma obra subterrânea;*
- *avaliar, conceber e calcular soluções de escavação e reforço de obras subterrâneas;*
- *Desenvolver modelos analíticos e numéricos para o cálculo de um túnel;*
- *Comparar soluções de escavação convencional e soluções de escavação com tuneladoras;*
- *Avaliar os riscos associados ao projeto de um túnel e implementar medidas mitigadoras.*

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

*The aim of this module is that students acquire the relevant expertise and tools to enable them to take technical decisions, duly justified in the context of design, construction and monitoring during construction of various types of underground works, namely tunnels. At the end of the module, the students should be able to:*

- *Plan geological/geotechnical characterisation campaigns for a tunnel and evaluate the appropriate choice of*

**alignments;**

- *Understand the phenomenology and behaviour of an underground excavation;*
- *Assess, design and calculate excavation solutions and ground improvement strategies;*
- *Develop analytical and numerical models to calculate a tunnel;*
- *Compare conventional and Mechanised excavation solutions;*
- *Evaluate the risks associated with a tunnel, and design and implement mitigation measures.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:****1. O uso do espaço subterrâneo****1.1 Evolução histórica****1.2 A Situação atual****1.3 A engenharia de túneis em Portugal****2. Fenomenologia****2.1 Resposta do maciço face à escavação****2.2 Equilíbrio junto da frente****2.3 Equilíbrio final****3. Caracterização geológica e geotécnica****3.1 Reconhecimento****3.2 Prospeção****3.3. Ensaios de caracterização****3.4. Classificações geomecânicas****4. Soluções e técnicas construtivas****4.1 Construção mineira ou sequencial****4.2 O uso de tuneladoras****4.3 Melhoramento e reforço do maciço****5. Cálculo estrutural****5.1 Modelos de análise****5.2 Estabilidade da frente****5.3 Cargas e esforços nos suportes****5.4 Movimentos induzidos no maciço****5.5 O uso dos modelos numéricos****6. Observação e instrumentação****6.1 Grandezas a medir e dispositivos de observação****6.2 Localização dos dispositivos****6.3 Frequência de leitura e interpretação dos resultados****7. Análise de risco em túneis e interação com estruturas circundantes****3.3.5. Syllabus:****1. The use of underground space****1.1 Historical evolution****1.2 The current situation****1.3 Tunnel engineering in Portugal****2. Phenomenology****2.1 Ground behaviour due to the excavation****2.2 Equilibrium in the vicinity of the excavation face****2.3 Final equilibrium****3. Geological and geotechnical characterisation****3.1 Desk Studies****3.2 In situ evaluation****3.3. In situ and Lab tests****3.4. Geomechanical classifications****4. Solutions and construction techniques****4.1 Conventional Excavation****4.2 The use of TBMs****4.3 Ground improvement and reinforcement for tunnels****5. Structural design****5.1 Calculation models****5.2 Face stability****5.3 Loads and forces in the support****5.4 Ground movements****5.5 The use of numerical models****6. Observation and Instrumentation****6.1 Variables to control and monitoring devices****6.2 Location of the instruments****6.3 Frequency of reading and interpretation of results****7. Risk analysis in tunnels and Building Risk Analysis**

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

*Os conteúdos programáticos constituem uma resposta estruturada aos objetivos da unidade curricular, uma vez que incluem a informação e a formação em relação aos diversos aspetos relevantes no âmbito da construção de obras subterrâneas, nomeadamente os referentes à caracterização dos maciços, aos métodos construtivos e ao dimensionamento. Ficam, assim, os estudantes dotados de conhecimentos profundos e competências técnicas, que lhes permitirão intervir de forma fundamentada e sustentável neste domínio.*

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

*The syllabus covers the topics necessary to reach the objectives of the module, since it includes information and training on the various topics relevant to the construction of underground works, including those related to the ground characterisation, the construction and design methods. By the end of the module students will have acquired the solid knowledge and technical skills that will enable them to act with a strong background in this field.*

**3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Modelo de ensino fundamentalmente teórico-prático, procurando conciliar, de forma equilibrada, exposições teóricas dos conceitos e das teorias correspondentes às matérias a estudar, apresentação e discussão de casos práticos, e, ainda, o contacto com projectos relevantes, quer através de palestrantes convidados, quer através de visitas a obras.*

*Os estudantes serão ainda incentivados a realizar pequenos trabalhos práticos que permitam a implementação dos conhecimentos adquiridos num ambiente de simulação de casos.*

*Métodos de avaliação:*

*- Trabalhos Práticos (25%) ; Exame (75%).*

**3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The teaching model is based on theoretical and practical classes, combining in a balanced way theoretical explanations of concepts and theories related to the topics with the presentation and discussion of case studies, and also contact with relevant projects, either through invited experts or through visits to construction sites. Students will also be encouraged to undertake small practical coursework assignments to implement the knowledge acquired, simulating simplified real cases.*

*Assessment:*

*- Coursework (25%); Exam (75%).*

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

*O modelo teórico-prático com desenvolvimento de pequenos projectos que servirão para a avaliação e sua ampla discussão, garante a transmissão dos conhecimentos e o incentivo à sua exploração, aprofundamento e análise crítica.*

*Acréscimo que o leque de capítulos coberto garante a abordagem de todas as fases de uma obra subterrânea, permitindo ao estudante ganhar competências para todas as fases de uma obra subterrânea, adquirindo uma visão completa e integrada do projeto e execução.*

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The theoretical-practical model, together with the small assignments undertaken by the student that are included in the assessment but also contribute to an extensive discussion of different cases, ensures the transmission of knowledge and the motivation of the students, contributing to the skills acquired for students to conduct a critical analysis.*

*The range of topics covered addresses all phases of an underground construction, enabling students to gain skills in all phases of an underground work, gaining a complete and integrated view of design and execution.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*U.S. Department of Transportation - Federal Highway Administration; Technical Manual for Design and Construction of Road Tunnels, 2009 (Disponível online no site da FHWA)*

*Pietro Lunardi; Design and Construction of Tunnels, Springer, 2008. ISBN: 978-3-540-73874-9*

*Evert Hoek; Practical rock engineering (Disponível online em [https://www.rocscience.com/education/hoek\\_corner](https://www.rocscience.com/education/hoek_corner))*

*- Slides de apresentação das aulas teóricas;*

*- Apontamentos desenvolvidos pelos docentes das Unidade (2015)*

**Mapa IV - Risco e Segurança em Obras Geotécnicas / Risk and safety in Geotechnical Engineering**

**3.3.1. Unidade curricular:**

**Risco e Segurança em Obras Geotécnicas / Risk and safety in Geotechnical Engineering**

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**  
**António José de Magalhães Silva Cardoso (TP-24h)**

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**  
**António Milton Topa Gomes (TP-24h)**

**3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
*Esta unidade curricular visa transmitir os fundamentos associados à análise de fiabilidade em estruturas e geotecnia, bem como compreender o conceito de risco e quais as ferramentas disponíveis para a sua análise. Pretende-se ainda introduzir a filosofia de segurança associada aos Eurocódigos, devendo o estudante, no final da unidade curricular ser capaz de:*

- *Proceder a análises de fiabilidade de problemas geotécnicos de problemas com pequena complexidade matemática;*
- *Usar Ferramentas de análise de risco para o estudo de problemas geotécnicos;*
- *Aplicar conceitos de Fiabilidade à luz do conceito dos Eurocódigos, usando metodologias complementares.*

**3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**  
*This module covers the fundamentals associated with the analysis of reliability of structures and geotechnical engineering, as well as enabling students to understand the concept of risk and what analytical tools are available. It also aims to introduce the philosophy of safety associated with the Eurocodes. At the end of the module, student will be able to:*

- *Perform a reliability analysis for geotechnical problems with reduced mathematical complexity;*
- *Use risk analysis tools for the study of geotechnical problems;*
- *Apply concepts of reliability in the light of the concepts of the Eurocodes, using complementary methodologies.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Conceitos fundamentais: definição dos objetivos e do âmbito; Incerteza e risco em Geotecnia.*
2. *Revisão dos conceitos de Probabilidade.*
3. *Análise de Fiabilidade e propagação de erros*
  - 3.1 *Método FOSM (First Order Second Moment)*
  - 3.2 *Método de Hasofer-Lind*
  - 3.3 *Simulação de Monte Carlo.*
4. *Factores de segurança para ações e resistências*
5. *Análise de Segurança pelos Eurocódigos*
6. *Risco, decisões e julgamento; identificação dos riscos (eventos iniciadores, modos e cenários de rotura, fatores de exposição, identificação das consequências)*
7. *Quantificação do risco e risco geotécnico*
8. *Métodos de Análise de risco: Matrizes de risco; Árvores de eventos; Árvores de Falhas; Simulações de Monte Carlo; Sistemas Inteligentes.*
9. *Método observacional; aplicação durante a fase de projeto e construção e durante a fase de exploração.*

**3.3.5. Syllabus:**

1. *Basic concepts: definition of the objectives and scope; Uncertainty and risk in Geotechnical Engineering.*
2. *Review of probability concepts.*
3. *Reliability Analysis and propagation of errors*
  - 3.1 *FOSM method (First Order Second Moment)*
  - 3.2 *Hasofer-Lind Method*
  - 3.3 *Monte Carlo simulation.*
4. *Safety factors for actions and resistance*
5. *Security Analysis using Eurocodes*
6. *Risk, decisions and judgment; risk identification (initiating events, modes and failure scenarios, exposure factors, identification of the consequences)*
7. *Quantification of risk and geotechnical risk*
8. *Risk Analysis Methods: Risk Matrix; Event trees; Fault Trees; Monte Carlo simulations; Smart Systems.*
9. *Observational method; application during the design and construction phase and during the service life.*

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

*Os conteúdos programáticos escolhidos cobrem os conceitos base da Teoria da Fiabilidade e da Análise de Risco. Os conteúdos foram selecionados de modo a cobrirem um leque alargado de tópicos e aplicações, de forma a que no final da unidade curricular o estudante domina os princípios da teoria de fiabilidade e os possa aplicar a estruturas geotécnicas, combinando-os com técnicas de Análise de Risco mais ou menos complexas. Com os*

**conteúdos cobertos o estudante estará preparado para realizar Análise de Risco simples e, sobretudo, adquiriu as bases para compreender processos mais complexos associados ao risco em sistemas de Engenharia.**

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

*The syllabus covers the basic concepts of the Theory of Reliability and Risk Analysis. The contents were selected in order to cover a wide range of topics and applications, so that by the end of the module students have mastered the principles of theory of reliability and can apply them to geotechnical structures by combining them with different risk analysis techniques, with different complexity. With the contents covered, the student will be prepared to perform simple Risk Analysis and above all will have acquired the bases to understand more complex processes associated with risk in engineering systems.*

**3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Modelo de ensino fundamentalmente teórico-prático, conciliando, de forma equilibrada, exposições teóricas detalhadas, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos, princípios e teorias fundamentais, com a resolução, por parte dos estudantes, de exercícios que concretizem o interesse prático da matéria e exemplifiquem a sua aplicação a situações reais. No Final realizar-se-á ainda um trabalho prático um pouco mais desenvolvido, aplicando-se os conceitos e metodologias de Análise de Risco estudados a uma obra geotécnica simples. A avaliação da unidade curricular será feita por exame final, pretendendo-se focar, de forma clara, tanto os conceitos teóricos de base como a capacidade para resolver problemas complexos, e pelos trabalhos práticos:*  
- Exame Final (75%); Trabalhos práticos (25%)

**3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Theoretical and practical classes combining in a balanced way detailed theoretical expositions, with audiovisual support, of the concepts, principles and theories, with resolution by the students, of exercises enhancing the practical interest of the topic and exemplifying its application in real situations. A Final coursework assignment will enable various concepts to be applied to a more complex situation. Assessment will be by final examination and various coursework assignments*  
- Final Exam (75%); Practical work (25%)

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

*As aulas teórico-práticas permitem a explanação das matérias constantes nos conteúdos programáticos. O modo de lecionação permite a interação com os estudantes, explicando-se os principais conceitos teóricos associados à probabilidade, fiabilidade e análise de risco e intercalando-os com a resolução de problemas práticos, nomeadamente aplicações de análise de risco a sistemas relativamente simples com as diferentes metodologias apresentadas. Estas aulas permitem também a resolução de problemas pelos estudantes, possibilitando que eles reforcem as suas competências genéricas enumeradas.*

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The theoretical and practical classes are used to present the topics indicated in the syllabus. The teaching method allows interaction with students, explaining the main theoretical concepts associated with probability, reliability in geotechnical engineering and risk assessment, and interspersing them with solving practical problems, including the application of risk analysis concepts to simple geotechnical engineering problems. During the theoretical and practical classes, the students solve problems under the guidance of the teacher. These classes reinforce the generic skills listed.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

- Silva Cardoso, A.; *Apontamentos de Segurança Estrutural em Geotecnia, FEUP*
- Baecher, G. B.; Christian, John T.; *Reliability and Statistics in Geotechnical Engineering, John Wiley & Sons Ltd, 2003, 605 pp.*
- Fenton, G. A.; Griffiths, D. V. – *Risk Assessment in Geotechnical Engineering, John Wiley & Sons Ltd, 2008, 461 pp.*
- Phoon, K; Ching, J. - *Risk and Reliability in Geotechnical Engineering, CRC Press, 2014, 624 pp.*

**Mapa IV - Técnicas Laboratoriais e de Campo em Geotecnia / Laboratory and in situ Geotechnical Testing**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Técnicas Laboratoriais e de Campo em Geotecnia / Laboratory and in situ Geotechnical Testing*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*António Joaquim Pereira Viana da Fonseca (12 horas T ; 12 horas PL)*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

**Paulo Alexandre Lopes de Figueiredo Coelho (12 horas T ; 12 horas PL)**

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

*Esta unidade curricular tem como objetivo dotar os estudantes de conhecimentos dos princípios e teorias fundamentais que permitem traduzir e explicar o comportamento mecânico (resistência e rigidez) e hidráulico (permeabilidade) dos maciços terrosos, tendo por base as técnicas experimentais de campo e laboratório. A aprendizagem dos principais ensaios de laboratório ou de campo, sua execução e interpretação, permitirá aos estudantes avaliar as características físicas, de permeabilidade, de deformabilidade e de resistência dos solos, a partir de resultados das técnicas mais correntes até às mais avançadas, incluindo as técnicas de modelação física e ensaios à escala real.*

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

*The aim of this module is to provide students with knowledge of the fundamental principles and theories that convey and explain the mechanical (strength and stiffness) and hydraulic (permeability) behaviour of soil masses, based on experimental techniques in the field and the laboratory. Learning the main laboratory and field tests, their implementation and interpretation, will allow students to evaluate the physical, permeability, deformability and soil resistance, from the results of the most common to the most advanced techniques, including physical modelling techniques and full-scale testing.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

**OBJETIVOS E PLANEAMENTO DE ENSAIOS GEOTÉCNICOS**

**A CARATERIZAÇÃO DE MACIÇOS NO DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO PELO EURCÓDIGO 7**

**CARATERÍSTICAS FUNDAMENTAIS DOS PRINCIPAIS GRUPOS DE ENSAIOS**

**ENSAIOS DE CAMPO:** (i) Métodos Geofísicos; (ii) Ensaios de Penetração Estática e Dinâmica; (iii) Ensaios de Resistência e Deformabilidade; (iv) Ensaios de Permeabilidade

**ENSAIOS DE LABORATÓRIO:** (i) Amostragem e Preparação de Provetes; (ii) Ensaios: de Classificação e Identificação, de Permeabilidade; de Compactação e Densificação; de Compressibilidade e Consolidação; de Caracterização da Resistência e do Comportamento Tensão-Deformação; de Caracterização do Comportamento sob Ações Dinâmicas

**MODELAÇÃO FÍSICA:** (i) Modelação sob Gravidade Terrestre: Ensaios à Escala Reduzida e Ensaios à Escala Real; (ii) Modelação na Centrifugadora

**ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS EXPERIMENTAIS**

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS GEOTÉCNICOS PARA DIMENSIONAMENTO DE OBRAS**

**METROLOGIA, SISTEMAS DE MEDIÇÃO E CALIBRAÇÃO**

**3.3.5. Syllabus:**

**OBJECTIVES AND PLANNING OF GEOTECHNICAL TESTING**

**SITE INVESTIGATION FOR GEOTECHNICAL CHARACTERISATION UNDER EUROCODE 7**

**KEY FEATURES OF THE MAIN GROUPS OF TESTS**

**FIELD TESTS:** (i) Geophysical methods; (ii) Static and Dynamic Penetration testing; (iii) Resistance and Deformability testing; (iv) Permeability testing

**LABORATORY TESTS:** (i) Sampling and preparing test specimens; (ii) Tests for: Classification and Identification of Permeability; Compaction and Densification; Compressibility and Consolidation; Evaluation of Resistance and Stress-Strain Behaviour, under Static, Cyclic and Dynamic Actions

**PHYSICAL MODELLING:** (i) full scale models; reduced scale testing; (ii) modelling in the centrifuge

**ANALYSIS AND INTERPRETATION OF TESTING RESULTS**

**ASSESSMENT OF GEOTECHNICAL PARAMETERS FOR DESIGN**

**METROLOGY, MEASUREMENT SYSTEMS AND CALIBRATION**

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

*Os conteúdos programáticos visam, inicialmente, rever e consolidar princípios da Mecânica de Solos e Engenharia Geotécnica adquiridos noutros ciclos de estudos. São apresentadas técnicas experimentais correntes, de campo e de laboratório, dotando os estudantes da capacidade de tomar decisões sobre os ensaios mais simples que permitam reconhecimentos preliminares de maciços envolvidos em obras e estruturas geotécnicas.*

*Segue-se a aprendizagem de técnicas avançadas para boa definição de parâmetros geomecânicos e hidráulicos dos solos e materiais de interface com rochas, discutindo a sua aplicabilidade e formas de aumentar a confiabilidade dos resultados. Discute-se a importância da metrologia, da precisão, da gama de aquisição e de outros fatores condicionadores da qualidade dos ensaios.*

*Apresentam-se ensaios em escala real e em protótipos em escala reduzida, incluindo a modelação com centrifugadora, para validar os dimensionamentos baseados em parâmetros obtidos por ensaios convencionais.*

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

*The initial aim of the syllabus is to review and consolidate the principles of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering acquired in preceding courses. The most common field and laboratory testing techniques are*

*presented, enabling students to make decisions on the simplest tests for the preliminary characterisation of soil massifs involved in the building of geotechnical structures.*

*The syllabus goes on to focus on more advanced techniques for better definition of geomechanical and hydraulic parameters of the soil and interface materials with rocks, discussing their applicability and how to increase the reliability of results. The importance of metrology, precision, range of acquisition and other factors affecting the quality of geotechnical testing is discussed.*

*Tests on full-scale and small-scale prototypes, including centrifuge modelling, are presented, to validate designs based on parameters derived from conventional tests.*

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas com exposição detalhada dos conceitos, princípios e teorias fundamentais relacionadas com a dedução de parâmetros geotécnicos (geomecânicos e hidráulicos) necessários para o projeto e controlo de execução de obras e estruturas geotécnicas, e verificação de qualidade.*

*Aulas descritivas dos procedimentos adotados em experimentação geotécnica em campo e laboratório. Discussão da problemática da normalização e da inovação em experimentação geotécnica.*

*Aulas práticas de laboratório, com acompanhamentos de processos em curso nos nossos laboratório e em campo, com a colaboração de empresas de especialidade. Destas aulas resultará um relatório geotécnico para um projeto a ser apresentado no início, realizado em grupo de 2 a 3 estudantes.*

*Métodos de avaliação:*

*- Relatório Geotécnico (40%) ; Exame (60%).*

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Lectures offer detailed explanations of the concepts, principles and theories related to the deduction of geotechnical parameters (geomechanical and hydraulic) necessary for the planning, execution and quality control of geotechnical works and structures.*

*Classes offer descriptions of the procedures adopted in geotechnical field and laboratory testing. Discussion centre on the importance of standardisation and innovation in geotechnical testing.*

*Practical classes in the laboratory, enable students to follow ongoing processes in our laboratory and in the field, with the collaboration of specialist geotech companies. These classes will result in a geotechnical report for a project to be presented at the beginning, developed in groups of 2 or 3 students.*

*Assessment:*

*- Geotechnical Report (40%); Exam (60%).*

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

*O ensino, de sólida base teórica e forte aplicação prática, em ambiente laboratorial e usando equipamento sofisticado, é coerente com a criação de competências para trabalhar neste campo de forma independente e responsável, de tomar decisões e resolver problemas e de comunicar com outros parceiros. A capacidade de gerir e comunicar informação é fomentada pela redação de relatório estruturado, objetivo e com apreciações críticas e recomendações. A avaliação incide sobre os objetivos estabelecidos, dando importância significativa ao trabalho experimental e sua descrição e análise.*

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The teaching, with a solid theoretical base and intense practical applications in the laboratory environment using advanced equipment, is coherent with creating skills to work in this field in an independent and responsible manner, to take decisions and solve problems and to communicate with partners. The ability to manage and communicate data is enhanced by writing a structured and objective report including critical appraisal and recommendations. The assessment focuses on the objectives established, with major importance being given to the testing work, its description and analysis.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*A. Viana da Fonseca; Ebook Abordagem Unificada ao tratamento de ensaios CPT CPTU SCPTu para fundações, 2013. ISBN: Em finalização (O livro está em edição)*

*Mayne, P.W., Christopher, B., Berg, R., and DeJong, J.; Subsurface Investigations -Geotechnical Site Characterization, FHWA-NHI*

*HEAD, K.H. (1980; 1982; 1985). - "Manual of Soil Laboratory Testing". Vol. I - 'Soil Classification and Compaction Tests'; Vol. II - 'Permeability Shear Strength and Compressibility Tests'; Vol. III - 'Effective Stress Tests'. Pentech Press LT., London, Plymouth; John Wiley & Sons Ltd., Chichester, Sussex*

*António Viana da Fonseca ; Apontamentos sobre Ensaios em Geotecnia*

*EUROCODE 7 - PART 2 & 3, 1997. "Geotechnical Design, Design Assisted by Laboratory and In Situ Testing", Pré-norma europeia, ENV 1997-2/3, Document N236, Comissão Europeia de Normalizações, Delft*

*CEN ISO/TS 17892-1 a 9 (2004). "Geotechnical Investigation and Testing – Laboratory Testing of Soil – Part 1 a 9", CEN, Brussels.*

## 4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos

### 4.1 Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos

---

#### 4.1.1. Fichas curriculares

##### Mapa V - António Alberto Santos Correia

#### 4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*António Alberto Santos Correia*

#### 4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

#### 4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

#### 4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

#### 4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

#### 4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

##### Mapa V - António Joaquim Pereira Viana da Fonseca

#### 4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*António Joaquim Pereira Viana da Fonseca*

#### 4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

#### 4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

#### 4.1.1.4. Categoria:

*Professor Associado ou equivalente*

#### 4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

#### 4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

##### Mapa V - António José de Magalhães Silva Cardoso

#### 4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*António José de Magalhães Silva Cardoso*

#### 4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

#### 4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Catedrático ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - António Manuel Gonçalves Pedro****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*António Manuel Gonçalves Pedro*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - António Milton Topa Gomes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*António Milton Topa Gomes*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Castorina Fernanda da Silva Vieira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Castorina Fernanda da Silva Vieira*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Celso Manuel Relva Martins de Lima

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Celso Manuel Relva Martins de Lima*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Associado convidado ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

18,8

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Eduardo Manuel Cabrita Fortunato

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Eduardo Manuel Cabrita Fortunato*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Associado convidado ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

15,6

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Jorge Nuno Veiga de Almeida e Sousa

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

**Jorge Nuno Veiga de Almeida e Sousa**

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Associado ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - José Manuel Mota Couto Marques**

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*José Manuel Mota Couto Marques*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Associado ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Luís Joaquim Leal Lemos**

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Luís Joaquim Leal Lemos*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Catedrático ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Manuel António de Matos Fernandes**

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Manuel António de Matos Fernandes*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Catedrático ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Maria de Lurdes da Costa Lopes**

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Maria de Lurdes da Costa Lopes*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Catedrático ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Maria Isabel Moita Pinto**

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Maria Isabel Moita Pinto*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Paulo Alexandre Lopes de Figueiredo Coelho****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Paulo Alexandre Lopes de Figueiredo Coelho***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***<sem resposta>***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):***<sem resposta>***4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Paulo José da Venda Oliveira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Paulo José da Venda Oliveira***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***<sem resposta>***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):***<sem resposta>***4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Paulo Miguel Cunha Matos Lopes Pinto****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Paulo Miguel Cunha Matos Lopes Pinto***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***<sem resposta>***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):***<sem resposta>***4.1.1.4. Categoria:**

**Professor Auxiliar ou equivalente****4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):****100****4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Pedro Miguel Barbosa Alves Costa****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Pedro Miguel Barbosa Alves Costa*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):****<sem resposta>****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):****<sem resposta>****4.1.1.4. Categoria:*****Professor Auxiliar ou equivalente*****4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):****100****4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos****4.1.2. Equipa docente do ciclo de estudos / Teaching staff of the study programme**

<b>Nome / Name</b>	<b>Grau / Degree</b>	<b>Área científica / Scientific Area</b>	<b>Regime de tempo / Employment link</b>	<b>Informação/ Information</b>
António Alberto Santos Correia	Doutor	Engenharia Civil – Geotecnia – Melhoramento e Reforço de Solos	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Joaquim Pereira Viana da Fonseca	Doutor	Engenharia Civil – Geotecnia – Caracterização de laboratório e de campo	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António José de Magalhães Silva Cardoso	Doutor	Engenharia Civil – Geotecnia – Melhoramento e Reforço de Solos	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Manuel Gonçalves Pedro	Doutor	Engenharia Civil – Geotecnia – Estruturas de Suporte e Obras Subterrâneas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Milton Topa Gomes	Doutor	Engenharia Civil – Geotecnia – Estruturas de Suporte e Obras Subterrâneas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Castorina Fernanda da Silva Vieira	Doutor	Engenharia Civil – Geotecnia – Dinâmica de Solos	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Celso Manuel Relva Martins de Lima	Licenciado	Engenharia Civil	18.8	<a href="#">Ficha submetida</a>
Eduardo Manuel Cabrita Fortunato	Doutor	Engenharia Civil – Geotecnia – Pavimentos	15.6	<a href="#">Ficha submetida</a>
Jorge Nuno Veiga de Almeida e Sousa	Doutor	Ciências de Engenharia – Geotecnia – Obras Subterrâneas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Manuel Mota Couto Marques	Doutor	Engenharia Civil – Geotecnia – Métodos Numéricos	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Joaquim Leal Lemos	Doutor	Engenharia Civil – Geotecnia - Mecânica dos Solos e Engenharia Sísmica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Manuel António de Matos Fernandes	Doutor	Engenharia Civil – Estruturas – Estruturas de Suporte de Terras	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria de Lurdes da Costa Lopes	Doutor	Engenharia Civil – Geotecnia – Geotecnia Ambiental e Geomateriais	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Isabel Moita Pinto	Doutor	Engenharia Civil, Especialidade de Geotecnia e Fundações	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

Paulo Alexandre Lopes de Figueiredo Coelho	Doutor	Engenharia Civil- Engenharia Sísmica Geotécnica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo José da Venda Oliveira	Doutor	Engenharia Civil – Geotecnia – Mecânica dos Solos e Melhoramento de Maciços	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo Miguel Cunha Matos Lopes Pinto	Doutor	Engenharia Civil – Especialização em Geotecnia e Fundações	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Miguel Barbosa Alves Costa	Doutor	Engenharia Civil – Geotecnia – Vibrações e Dinâmica dos Solos	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
<b>(18 Items)</b>			<b>1634.4</b>	

<sem resposta>

## 4.2. Dados percentuais dos recursos docentes do ciclo de estudos

### 4.2.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

#### 4.2.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos / Full time teaching staff

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / Full time teachers:	16	97.9

### 4.2.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

#### 4.2.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff

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 with a PhD (FTE):	16.2	99.1

### 4.2.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

#### 4.2.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / Specialized teaching staff

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff with a PhD, specialized in the main areas of the study programme (FTE):	16	97.9
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists, without a PhD, of recognized professional experience and competence, in the main areas of the study programme (FTE):	0.2	1.2

### 4.2.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

#### 4.2.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação / Teaching staff stability and training dynamics

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Full time teaching staff with a link to the institution for a period over three years:	16	97.9
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / Teaching staff registered in a doctoral programme for more than one year (FTE):	0	0

## 4.3. Procedimento de avaliação do desempenho

### 4.3. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente actualização: O artigo 74.º-A do Estatuto da Carreira Docente Universitária, Decreto-Lei n.º 205/2009, de 31 de Agosto, determina

*que os docentes estão sujeitos a um regime de avaliação do desempenho constante de regulamento a aprovar por cada instituição de ensino superior.*

*Assim, tanto a Universidade de Coimbra (Despacho nº 398/2010, publicado no Diário da República 87/2010 de 5 de maio), como a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (Regulamento n.º 5096/2012, publicado no Diário da República 73/2012 de 12 de abril) têm implementados sistemas de avaliação dos seus docentes, que são necessariamente aplicados aos docentes envolvidos na lecionação do ciclo de estudos agora proposto. Em ambos os sistemas de avaliação as vertentes investigação, docência, transferência e valorização do conhecimento e gestão universitária são expressamente valoradas e avaliadas.*

*Complementarmente, também em ambas as instituições, estabelecem-se procedimentos para avaliação do processo ensino-aprendizagem, através da realização de inquéritos pedagógicos que se efetuam no final de cada semestre letivo, e nos quais os estudantes respondem a questões sobre o ciclo de estudos, as unidades curriculares que frequentam e o desempenho pedagógico dos docentes que as lecionam. Os resultados destes inquéritos, devidamente analisados e ponderados pelo diretor ou coordenador do ciclo de estudos, são, por um lado, um instrumento de controlo e avaliação da qualidade do serviço docente, e, por outro lado, essenciais para a identificação e implementação de ações de melhoria da qualidade pedagógica.*

*Anualmente é feito um levantamento das necessidades de formação dos recursos humanos da Universidade do Porto e da Universidade de Coimbra, sendo disponibilizadas ações de formação para o pessoal docente, entre os quais se destacam as seguintes áreas de formação: Formação de Professores / Formadores e Ciências da Educação; Biblioteconomia; Ciências Informáticas.*

#### 4.3. Teaching staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating:

*Article 74 of the Statute of the University Teaching Profession, Decree-Law No. 205/2009 of 31 August, provides that teachers are subject to a performance assessment system enshrined in regulations to be approved by each institution of higher education.*

*Thus, both the University of Coimbra (Ministerial Order No. 398/2010, published in the Official Gazette 87/2010 of 5 May), and the Faculty of Engineering of the University of Porto (Regulation No. 5096/2012, published in the Official Gazette 73/2012 of 12 April) have assessment systems in place for their teachers which are necessarily applied to those teachers involved in the course now proposed. In both systems, the research, teaching, and knowledge transfer and enhancement components are explicitly rated and evaluated.*

*Additionally, both institutions also have established procedures to appraise the teaching and learning process, through pedagogical surveys at the end of each academic semester, whereby students answer questions on the course, the modules they are attending and the performance of their teachers. The outcomes of these surveys, properly reviewed and weighted by the course director or coordinator are, on the one hand, an instrument of control and evaluation of the quality of teaching and, on the other, key to identifying and implementing improvement actions of the pedagogical quality.*

*The mapping of training needs for the human resources of the University of Porto and the University of Coimbra is made annually, with training actions provided for the teaching staff, including in the following areas: Teacher Training/Educational Sciences; Library Science; Computer Science.*

## 5. Descrição e fundamentação de outros recursos humanos e materiais

### 5.1. Pessoal não docente afecto ao ciclo de estudos:

*O ciclo de estudos decorrerá nos Departamentos de Engenharia Civil da FEUP e da FCTUC e será apoiado pelos funcionários não docentes destes Departamentos. Nestes funcionários incluem-se os técnicos dos laboratórios com equipamento específico da área da Geotecnia, Cláudia Pinto e Daniela Coelho da Universidade do Porto e José António Marques Lopes e Celestino Ferreira Alves Marques da Universidade de Coimbra, que darão apoio na componente experimental relevante.*

*Os serviços académicos centrais das duas universidades, bem como as dos respetivos departamentos, darão o apoio administrativo necessário para o bom funcionamento do ciclo de estudos. Estes serviços a funcionar nas duas instituições garantem as atividades no âmbito da administração e apoio na gestão do ciclo de estudos, nas áreas de acesso, certificação, gestão do percurso do estudante de acordo com as instruções tutelares e as diretivas dos Órgãos de Gestão.*

### 5.1. Non teaching staff allocated to the study programme:

*The course will be delivered at the FEUP and FCTUC Civil Engineering departments and will be supported by the non-teaching staff of these departments. This staff includes technicians in the labs with geotechnical specific equipment, Cláudia Pinto and Daniela Coelho from the University of Porto, and José António Marques Lopes and Celestino Ferreira Alves Marques from the University of Coimbra, who will provide support for the relevant experimental component.*

*The central academic services of both universities, and the respective departments, will provide the necessary administrative support for the smooth running of the course. These services, in place in both institutions, ensure the course administration and management support in the areas of access, certification, learning path management, according to ministerial guidelines and directives from the Governance Bodies.*

**5.2. Instalações físicas afectas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços lectivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):**

*O ciclo de estudos proposto decorrerá nos Departamentos de Engenharia Civil das Universidades do Porto e de Coimbra. Estes Departamentos integram todas as condições físicas necessárias à lecionação de aulas, possuindo salas de aula equipadas com equipamentos audiovisuais de apoio, salas de informática e espaços laboratoriais vocacionados e fortemente equipados para a realização dos mais diversos ensaios de caracterização dos materiais geotécnicos e capazes de darem o necessário suporte à concretização de dissertações de índole mais experimental. Ambas as Escolas possuem bibliotecas que servirão de apoio na disponibilização de bibliografia em suporte físico e/ou digital. Em ambas as escolas há ainda abundantes salas de estudo com equipamentos informáticos que poderão ser usadas pelos estudantes em trabalhos de grupo e individuais, na proximidade da equipa docente e discente do ciclo de estudo.*

**5.2. Facilities allocated to and/or used by the study programme (teaching spaces, libraries, laboratories, computer rooms, etc.):**

*The proposed course will take place in the Civil Engineering Departments of the Universities of Porto and Coimbra. These departments have every physical condition required for teaching, with classrooms equipped with supporting audiovisual equipment, IT suites and properly equipped labs geared towards the performance of the most varied geotechnical material characterisation testing and capable of supporting any dissertations of a more experimental nature. Both Schools have libraries which will provide bibliographic resources in paper and/or digital format. Both Schools also have a number of study rooms with computers which can be used by students in groups or individually, close to their teachers and peers on the course.*

**5.3. Indicação dos principais equipamentos e materiais afectos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didácticos e científicos, materiais e TICs):**

*Serão usados neste ciclo de estudos os seguintes equipamentos:*

- Computadores e periféricos informáticos, equipando salas de aula e pontos de trabalho;
- Meios de projeção audiovisual, equipando salas de aula;
- Instalações laboratoriais localizadas nos dois Departamentos, integrando espaços com equipamentos, alguns de ponta dedicados a ensaios na área da Geotecnia. Entre estes destaca-se:
- A maioria dos ensaios fundamentais da Mecânica dos Solos e Rochas
- Ensaio triaxiais em condições saturadas e não saturadas;
- Caracterização cíclica de materiais geotécnicos;
- Laboratório de geossintéticos e equipamentos de fluência.

*Os dois departamentos possuem ainda um número significativo de licenças de software de cariz geotécnico, para modelação numérica (Plaxis, FB-Pier, Geo-Slope; Package RocScience; Code-Bright) bem como um software próprio desenvolvido por docentes de ambas as instituições.*

**5.3. Indication of the main equipment and materials allocated to and/or used by the study programme (didactic and scientific equipments, materials and ICTs):**

*The following equipment will be used in this course:*

- Computers and computer peripherals for classrooms and working stations;
- Audiovisual projection devices for classrooms;
- Lab facilities in both Departments, with well-equipped spaces, some of which are state-of-the-art, for geotechnical tests. These includes:
- Most basic Soil Mechanics and Rock testing
- Triaxial tests in saturated and unsaturated conditions;
- Cyclic characterisation of geotechnical materials;
- Geosynthetics lab and creep equipment.

*Both departments also have a significant number of geotechnical software licenses for numerical modelling (Plaxis, FB-Pier, Geo-Slope; Package RocScience; Code-Bright) as well as their own software developed by teachers from the two institutions.*

## 6. Actividades de formação e investigação

### Mapa VI - 6.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica

6.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica / Research Centre(s) in the area of the study programme, where the teachers develop their scientific activities

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	Observações / Observations
--	----------------------------------	-------------------	----------------------------

CONSTRUCT-Instituto de I&D em Estruturas e Construções / CONSTRUCT-Institute of R&D in Structures and Construction	Extraordinário / Outstanding	Universidade do Porto
ISISE – Institute for Sustainability and Innovation in Structural Engineering	Excelente / Excellent	Universidade de Coimbra / Universidade do Minho
CITTA – Centro do Território, Transportes e Ambiente / CITTA_up.uc- Research Centre for Territory, Transports and Environment	Muito Bom / Very Good	Universidade do Porto / Universidade de Coimbra
CIEPQPF – Centro de Investigação em Engenharia dos Processos Químicos e dos Produtos da Floresta / CIEPQPF - Research Center for Chemical Processes and Forest Products)	Muito Bom / Very Good	Universidade de Coimbra

## Perguntas 6.2 e 6.3

6.2. Mapa resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, na área predominante do ciclo de estudos, em revistas internacionais com revisão por pares, nos últimos cinco anos (referenciação em formato APA):

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/69303075-e8bd-a3f9-8b62-55facbf8f572>

6.3. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as actividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos:

1. SI IDT - 38899/2012: “ECOSOLO - Solução inovadora de estabilização de solos com resíduos para plataformas de infraestruturas de transporte”, *Projetos em Co-Promoção pela Agência de Inovação. (POFC). [https://sigarra.up.pt/feup/pt/projectos\\_geral.mostra\\_projecto?p\\_id=66752](https://sigarra.up.pt/feup/pt/projectos_geral.mostra_projecto?p_id=66752).*
2. PTDC/ECM-GEO/0622/2012 - *Aplicação sustentável de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) em estruturas reforçadas com geossintéticos (RCD-VALOR) Avaliação da potencialidade de utilização dos RCD, em substituição dos solos naturais, nos aterros reforçados com geossintéticos.*
3. MEC/MCTI/CAPES/ CNPq/FAPS do PROGRAMA *Ciência sem Fronteira: Pesquisador Visitante Especial- a desenvolver no Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, com o título: “Estudo do Comportamento Geotécnico dos Solos de Diferentes Unidades Geológicas da Região Metropolitana do Recife/Pernambuco Para Análise do Risco de Desastres Naturais e Conceção de Soluções de Proteção”, (processo nº 400432/2014-5).*

6.3. List of the main projects and/or national and international partnerships, integrating the scientific, technological, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme:

1. SI IDT - 38899/2012: “ECOSOLO -Innovative solution for soil stabilisation with residues for transport infrastructure platforms”, *Projects jointly promoted by the Agência de Inovação. (POFC). [https://sigarra.up.pt/feup/pt/projectos\\_geral.mostra\\_projecto?p\\_id=66752](https://sigarra.up.pt/feup/pt/projectos_geral.mostra_projecto?p_id=66752).*
2. PTDC/ECM-GEO/0622/2012 – “Sustainable application of Construction and Demolition Waste (CDW) in geosynthetics-reinforced structures (RCD-Valor) Assessment of the potential for CDW the use in lieu of natural soils in geosynthetics-reinforced landfills”.
3. MEC/MCTI/CAPES/ CNPq/FAPS of the *Ciência sem Fronteira PROGRAMME: Special Guest Researcher – to be developed at the Technological Centre of the Federal University of Pernambuco – UFPE, under the title: “Study of the Geotechnical Behaviour of Soils from Different Geological Units in the Recife/Pernambuco Metropolitan Region to Analyse the Risk of Natural Disasters and Design Protective Solutions”, (file no. 400432/2014-5).*

## 7. Actividades de desenvolvimento tecnológico e artísticas, prestação de serviços à comunidade e formação avançada

7.1. Descreva estas actividades e se a sua oferta corresponde às necessidades do mercado, à missão e aos objetivos da instituição:

*As equipas docentes do CE têm desenvolvido intensa atividade de I&DT, enquadrada na missão de transferência de conhecimento e de tecnologia das duas IES, sendo destinatários câmaras municipais, empresas e particulares, destacando-se:*

- *Assessoria no tribunal de Castelo de Paiva no âmbito do acidente da queda da Ponte de Entre-os-Rios- António Silva Cardoso*
  - *Reforço do Túnel do Terreiro do Paço do Metropolitano de Lisboa – M. Matos Fernandes, Membro da Comissão de Acompanhamento*
  - *IPT, S. Paulo -Avaliação das causas do acidente ocorrido durante a escavação do emboque do túnel Cuncas I*
  - *António Viana da Fonseca e António Topa Gomes*
  - *Estudo da Estabilidade das Margens do Rio Mondego –CMC–Luís Lemos, Paulo da Venda, António Correia*
  - *Parecer sobre o Projeto de Execução do Cais de Apoio na Marina Baía, Luanda –Paulo Pinto e J. Almeida e Sousa.*
- Também têm uma vasta experiência de lecionação de formação avançada, nomeadamente em cursos de especialização dirigidos a profissionais do setor.*

7.1. Describe these activities and if they correspond to the market needs and to the mission and objectives of the institution:

*The teaching staff on the course have developed an intensive R&TD activity, within the knowledge and technology transfer mission of both universities, targeting city councils, companies and individuals, in particular:*

- *Consultancy to the Castelo de Paiva court in the case of the Entre-os-Rios bridge collapse - António Silva Cardoso*
- *Reinforcement of the Terreiro do Paço tunnel on the Lisbon Metro – M. Matos Fernandes, Member of the Monitoring Committee*
- *IPT, S. Paulo – Evaluation of the causes of the accident that occurred while excavating the entry of the Cuncas I tunnel – António Viana da Fonseca and António Topa Gomes*
- *Feasibility study for the River Mondego banks – Coimbra City Council – Luís Lemos, Paulo da Venda, António Correia*
- *Opinion on the Final Design for the Support Dock in Marina Baía, Luanda – Paulo Pinto and J. Almeida e Sousa.*

*They also have wide experience in the teaching of advanced courses, notably specialisation courses for industry professionals.*

## 8. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

8.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclos de estudos similares com base nos dados do Ministério da Economia:

*Tratando-se de um Mestrado Avançado, não há ainda disponíveis dados da DGES para esta análise. No entanto, informação do Centro de Emprego do período 2009-2013 do ciclo de estudos de Engenharia Civil mostra que o nível de desemprego dos diplomados da UP e UC, ciclo de estudos que se considera afim, definido como a relação entre os diplomados inscritos no centro de emprego e os diplomados, foi de 8,1%. Este valor considera-se baixo relativamente à média nacional, com a agravante de serem dados coincidentes com o período de uma crise grave na fileira da construção civil.*

*Em face dos dados, e considerando que a formação avançada e especializada constitui normalmente uma mais-valia para os diplomados, considera-se que a empregabilidade do ciclo de estudos será elevada.*

8.1. Evaluation of the graduates' employability based on Ministry of Economy data:

*Since this is an Advanced Masters, no DGES data is available for this analysis. However, information from the Employment Centre for the 2009-2013 period of the Civil Engineering study cycle, which is considered to be similar, shows that the rate of unemployment of UP and UC graduates, defined as the ratio between graduates registered at the employment centre and graduates, was 8.1%. This is a low figure in relation to the national average, compounded by the fact that the data pertains to a time of serious crisis in civil construction.*

*Considering that advanced and specialised training is generally an added value for graduates, the data leads to the conclusion that post-course employability will be high.*

8.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

*A capacidade de atração no domínio da geotecnia é já evidente nos cursos de Engenharia Civil, em consequência dos novos desafios sociais colocados a esta especialização, nomeadamente com as vertentes ambiental e de sustentabilidade. Pelo facto de não existirem CE semelhantes no país, o CE proposto tem condições para ser atrativo a nível nacionais, seja para profissionais procurando atualização, seja para jovens procurando inserir-se no mercado de trabalho.*

*Além disso, as necessidades geotécnicas identificadas em alguns países de expressão portuguesa indicam que o CE poderá também captar interessados em termos internacionais, particularmente para estudantes oriundos do Brasil. A esse propósito, refira-se o prestígio e o poder de atração de estudantes que as duas universidades têm em países de língua portuguesa, nomeadamente no Brasil, onde “ a Universidade de Coimbra é considerada a maior universidade brasileira fora do Brasil”.*

8.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

*The attractiveness of Geotechnics is already obvious in Civil Engineering courses, as a result of the new social challenges facing this specialisation, particularly in terms of sustainability and the environment. Because there are no similar courses in Portugal, the proposed course has all the conditions to be attractive at national level, both for professionals wishing to refresh their skills, and for young people seeking to join the labour market.*

*In addition, the geotechnical needs identified in a number of Portuguese-speaking countries point to the potential of the course to attract students from abroad, particularly from Brazil. In this respect, the prestige and power of attraction of both universities in Portuguese-speaking countries should be noted, especially in Brazil, where “the University of Coimbra is seen as the largest Brazilian university outside Brazil”.*

8.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:  
*Não há instituições na região que lecionem ciclos de estudos similares. Por essa razão o CE agora proposto*

*resulta já de uma parceria entre a UP e a UC, provavelmente as duas instituições mais representativas das regiões norte e centro do país.*

### 8.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

*There are no institutions in the region delivering similar courses. For this reason, the proposed course is the result of a partnership between UP and UC, arguably the two most representative institutions in the north and centre of Portugal.*

## 9. Fundamentação do número de créditos ECTS do ciclo de estudos

### 9.1. 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 Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de Março:

*O número de ECTS definido para este CE é de 90, cumprindo assim os requisitos definidos no Decreto-Lei nº 74/2006 de 24 de março, na redação dada pelo Decreto-Lei nº 115/2013, de 7 de agosto para adequação dos ciclos de estudos aos princípios do Processo de Bolonha, nomeadamente os requisitos definidos no artigo 18.º para ciclos de estudos conducentes ao grau de mestre. Considera-se que uma estrutura curricular com 60 ECTS na parte curricular permite a transmissão de conhecimentos avançados nos tópicos abordados e que a dissertação com 30 ECTS, a decorrer num semestre, permite realizar um trabalho de nível adequado e dando oportunidade ao estudante para desenvolver investigação num tópico de interesse e enquadrado na área científica do ciclo de estudos.*

### 9.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles no.8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of Decreto-Lei no. 74/2006, March 24th:

*The number of ECTS defined for this course is 90, thus complying with the requirements laid down in Decree-Law No. 74/2006 of 24 March, as amended by Decree-Law No. 115/2013 of 7 August, to adapt courses to the Bologna Process principles, particularly the requirements defined in Article 18 for Masters' programmes. We believe that a curriculum structure with 60 ECTS for its curriculum component enables advanced knowledge to be transferred on the topics addressed, and the dissertation with 30 ECTS, to take place over one semester, enables work to be undertaken at a suitable level, which gives students the opportunity to conduct research on a subject of interest within the scientific field of the course.*

### 9.2. Metodologia utilizada no cálculo dos créditos ECTS das unidades curriculares:

*Para a determinação do nº de ECTS atribuído a cada UC, foi sempre tida em conta a especificidade de cada uma. Foi usada a seguinte metodologia:*

- definição dos conteúdos programáticos e objetivos;*
- avaliação do nº de horas necessárias para a transmissão de conhecimentos e acompanhamento de trabalhos práticos por parte do docente (horas de contacto);*
- avaliação do nº de horas de trabalho adicionais necessárias para o correto estudo, compreensão e aplicação dos conhecimentos;*
- o cálculo do nº de ECTS foi efetuado de acordo com o regulamento de Aplicação do Sistema de Créditos Curriculares aos Cursos Conferentes de Grau da UP e o Regulamento de Aplicação do Sistema de Créditos Curriculares aos Cursos da UC que indica que 1 ECTS equivale a 27 horas de trabalho total (soma das horas de contacto com as de trabalho individual)*
- Em todas as UC's o nº de horas de contacto ronda 30% do nº de horas de trabalho previstas, o que está de acordo com os limites do regulamento dos cursos de mestrado.*

### 9.2. Methodology used for the calculation of the ECTS credits of the curricular units:

*The definition of the number of ECTS assigned to each module takes into account the specifics of the type of module in question.*

*The following methodology was used:*

- definition of syllabus and module aims;*
- evaluation of the number of hours required for knowledge transmission and monitoring of practical work by the teacher (contact hours);*
- evaluation of the number of additional hours required for the proper study, understanding and application of knowledge;*
- the number of ECTS was calculated in accordance with the regulation on the Application of the Curricular Credit System to the UP Degree Awarding Courses and the regulation on the Application of the Curricular Credit System to the University of Coimbra Courses, which indicate that 1 ECTS is equivalent to 27 hours of full work (sum of contact hours and individual work hours)*
- In all modules, the number contact hours amounts to around 30% of the number of hours foreseen, which falls within the limits of the regulations on Masters courses.*

### 9.3. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

*A definição das unidades de crédito atribuídas a cada UC foi feita em conjunto pelo corpo docente que colabora neste ciclo de estudos. A Comissão Científica proposta do CE reuniu com os vários docentes, procurando compreender qual o trabalho efetivo a exigir dos estudantes em cada UC, mas tentando evitar uma grande heterogeneidade que dificultasse o correto equilíbrio das matérias e da formação a conferir.*

*Tendo presente o princípio de que 1 ECTS corresponde a 27h de trabalho efetivo, e considerando a possibilidade de no segundo semestre os estudantes escolherem UC's distintas, articulou-se em reunião de coordenação com os docentes a quantidade de trabalho de cada UC, procurando uma uniformização tendo presente que são atribuídos os mesmos ECTS a todas as UC's.*

*A Comissão científica do CE agendará no início de cada ano letivo uma reunião de coordenação, visando garantir e controlar a adequação do número de ECTS atribuído a cada unidade e o trabalho efetivamente desenvolvido.*

### 9.3. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

*The credit units assigned to each module were jointly defined by the teaching staff working on this course. The Scientific Committee proposed for the course met with the various teachers, so as to understand what was the actual work to be demanded from students in each module, while trying to avoid too much heterogeneity that could harm the right balance of the subjects and the training to be delivered.*

*Bearing in mind the principle that 1 ECTS corresponds to 27h of actual work and the possibility that the students choose different modules in the second semester, the amount of work for each unit was set out in a coordination meeting with teachers, with a view to uniformisation, bearing in mind that the same ECTS are assigned to all Modules.*

*The Course Scientific Committee will schedule a coordination meeting at the start of each academic year, in order to ensure and track the suitability of the number of ECTS assigned to each module and the work actually undertaken.*

## 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:

*Procurou-se entre escolas europeias mais reconhecidas na área de Geotecnia, mestrados com estrutura semelhante à agora proposta e versando o mesmo tópico. Algumas dessas escolas apresentam mestrados com duração de apenas 1 ano, o que se considera pouco apropriado para os objetivos do ciclo de estudos que agora se propõe. Entre esses ciclos de estudos refere-se:*

*-Imperial College of London—Duração 1 ano <http://www3.imperial.ac.uk/civilengineering/prospectivestudents/postgraduatetaughtadmissions/mscsoilmechanics>*

*-Universidade Politécnica da Catalunha (Espanha)—Duração 2 anos [http://www.upc.edu/learning/courses/masters-degrees/geotechnical-engineering?set\\_language=en](http://www.upc.edu/learning/courses/masters-degrees/geotechnical-engineering?set_language=en)*

*Como se pretende atrair estudantes de países de Língua Portuguesa, procurou-se também cursos semelhantes no Brasil, tendo-se identificado o programa da PUC no Rio, como comparável.*

*-Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil—área de Geotecnia—PUC Rio—Brasil—Duração 2 anos <http://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/progciv.html>*

### 10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions of the European Higher Education Area:

*Research was conducted to identify in the most renowned Geotechnical schools in Europe Masters courses with a similar structure to that now proposed and addressing the same topic. Some of these schools offer Masters courses of only 1 year, which is considered unsuitable for the aims of the proposed course. Some of these courses are indicated below:*

*-Imperial College of London—Duration: 1 year <http://www3.imperial.ac.uk/civilengineering/prospectivestudents/postgraduatetaughtadmissions/mscsoilmechanics>*

*-Universidade Politécnica Catalunha (Spain)—Duration: 2 years [http://www.upc.edu/learning/courses/masters-degrees/geotechnical-engineering?set\\_language=en](http://www.upc.edu/learning/courses/masters-degrees/geotechnical-engineering?set_language=en)*

*Since the intention is to attract students from Portuguese-speaking countries, a search for similar courses in Brazil was made, and the PUC programme in Rio was identified as a comparable course.*

*-Post-Graduation Programme in Civil Engineering—Geotechnical area—PUC Rio—Brazil—Duration: 2 years <http://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/progciv.html>*

### 10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

*De forma a se poder comparar os programas em escolas Europeias apresenta-se os objetivos definidos por cada*

*um dos mestrados apresentados na secção anterior:*

*Imperial College of London*

*O ciclo de estudos é pensado para fornecer aos estudantes uma sólida base tecnológica nas áreas chave da Geotecnia através de uma abordagem coerente, coordenada e equilibrada, integrando ciência de base da engenharia e resultados recentes de investigação com aplicações práticas.*

*Delft*

*Neste ciclo de estudos o estudante adquirirá conhecimento e compreensão do comportamento dos maciços terrosos superficiais, e domínio sobre as suas propriedades e comportamento. Tal conhecimento é vital em projetos que vão desde a construção de túneis e minas até à construção de fundações de edifícios e manutenção de portos e vias navegáveis. O estudante aprenderá como investigar e caracterizar os materiais geotécnicos e como usar esta informação para efeitos de projeto e avaliação de risco.*

*Universidade Politécnica da Catalunha*

*O Mestrado em Engenharia Geotécnica prepara os estudantes para seguirem uma atividade profissional ou académica nos campos da engenharia geotécnica, hidrogeologia, geofísica ou engenharia sísmica. Os estudantes desenvolvem conhecimento específico em geofísica e engenharia sísmica e adquirem competências para prever, avaliar e reduzir o risco sísmico.*

*No que refere às competências adquiridas pelos estudantes, o mestrado agora proposto identifica-se com grande parte das competências definidas pelos 3 mestrados de referência atrás apresentados. As principais diferenças associam-se ao facto de um dos ciclos de estudo (UPC) ser mais específico na área de engenharia sísmica, e o ciclo de estudos da UP/UC ser de banda larga dentro da Engenharia Geotécnica.*

*Considera-se ainda que no final do ciclo de estudos os estudantes estão em condições de igualdade com os estudantes das escolas referenciadas para entrar no mercado do trabalho ou prosseguir uma carreira de investigação. Naturalmente que, dirigindo-se o ciclo de estudos sobretudo para estudantes de Língua Oficial Portuguesa, poderão os estudantes possuir uma vantagem competitiva nestes mercados.*

*Finalmente refira-se que grande parte das competências profissionais identificadas pelos ciclos de estudos em instituições de referência no Espaço Europeu coincidem com unidades curriculares oferecidas pelo mestrado agora proposto.*

## 10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions of the European Higher Education Area:

*In order to compare the programmes in European schools, the goals defined by each of the masters mentioned above are described here:*

*Imperial College London*

*The course is designed to provide students with a strong technological foundation in the key areas of Geotechnics through a coherent, coordinated and balanced approach, integrating science-based engineering and recent research results with practical applications.*

*Delft*

*In this course, students gain essential knowledge and understanding of the earth's shallow sub-surface and insights into its properties and behaviour. Such knowledge is vital in projects ranging from the drilling of tunnels and the excavation of mines to the construction of foundations for buildings and the maintenance of ports and waterways. They learn how to investigate and characterise the materials they encounter in the sub-surface and how to use this information for design purposes and risk assessment.*

*University Polytechnic of Catalunya*

*The Master's degree in Geotechnical Engineering provides students with the training to pursue professional and academic careers in the fields of geotechnical engineering, hydrogeology, geophysics and earthquake engineering. Students develop specialist knowledge of geophysics and earthquake engineering and acquire the skills to predict, evaluate and reduce seismic hazards.*

*As regards the skills acquired by the students, the Masters now proposed identifies greatly with many of the skills defined by the reference 3 Masters cited above. The main differences are associated with the fact that one of the courses (UPC) is more specific in earthquake engineering, and the scope of the UP/UC course is broader within Geotechnical Engineering.*

*It is further understood that at the end of the course the students are on an equal footing with students from the schools referred to above to enter the workforce or pursue a research career. Of course, by addressing the course especially at students from Portuguese-speaking countries, the students may have a competitive advantage in these markets.*

*Finally it should be noted that many of the professional skills identified by the courses referred to in European institutions coincide with the modules offered by the Masters now proposed.*

## 11. Estágios e/ou Formação em Serviço

### 11.1. e 11.2 Locais de estágio e/ou formação em serviço (quando aplicável)

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>***Mapa VIII. Plano de distribuição dos estudantes****11.2. Mapa VIII. 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 efectivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.**

---

**11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:***<sem resposta>***11.3. Resources of the Institution to effectively follow its students during the in-service training periods:***<no answer>***11.4. Orientadores cooperantes**

---

**Mapa IX. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio e/ou formação em serviço responsáveis por acompanhar os estudantes****11.4.1 Mapa IX. Mecanismos de avaliação e selecção 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>***Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores)****11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for teacher training study programmes)**

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	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:**

*Um ponto forte da proposta está relacionado com o facto de as duas Universidades participantes contarem com corpos docentes altamente qualificados, com sólidas competências na área da Geotecnia e com investigação relevante. Refira-se que na recente avaliação dos centros de investigação, o centro da FEUP na área do ciclo de estudos proposto foi classificado como Extraordinário.*

*É também ponto forte, a experiência muito positiva do CE nesta mesma área da geotecnia organizado em conjunto, com enorme sucesso e reconhecimento, pelas duas instituições entre 1998 e 2006.*

*Ainda é ponto forte, a existência de infraestruturas físicas de boa qualidade, do ponto de vista dos espaços para a*

**lecionação e dos espaços laboratoriais.**

**Refira-se ainda a organização do CE, já que esta visa uma orientação muito virada para a prática tentando responder às necessidades dos técnicos que lidam com os mais diversos aspetos e obras na área da Geotecnia, sem descurar a formação teórica e fundamental de base.**

#### 12.1. Strengths:

**One of the proposal's strengths relates to the fact that both participating universities have a highly qualified teaching staff, with sound skills in Geotechnics and an important body of research. Indeed, in a recent assessment of research centres, FEUP's centre in the field of the proposed course was rated as Extraordinary.**

**Another strength is also the extremely positive experience from the course in this same geotechnical field that was jointly organised with much success and recognition by the two institutions between 1998 and 2006.**

**Another strength is the high quality physical infrastructure in place, from the perspective of teaching spaces and labs.**

**The organisation of the study cycle should also be mentioned, as it is highly focused on practice to respond to the needs of technicians who deal with the most diverse geotechnical aspects and works, without neglecting fundamental theoretical basic training.**

#### 12.2. Pontos fracos:

**Uma fraqueza desta proposta diz respeito à localização de uma das universidades, a UC, numa zona de baixa densidade populacional. Tal representa uma limitação na atração de candidatos, embora mitigada pelo prestígio das instituições em Portugal e nos países lusófonos, quer se trate de jovens em formação inicial ou pessoas inseridas no mercado de trabalho, que desejem aumentar as seus conhecimentos e competências através de formação ao longo da vida.**

**O afastamento da UC, e até da própria UP, em relação ao centro económico e de decisão do país, não constituindo uma dificuldade intransponível, representa, no entanto, claramente um ponto fraco de uma forma geral, e nesta proposta em particular.**

**Um outro ponto fraco prende-se com a possibilidade de os candidatos poderem possuir formações de base algo distintas o que pode dificultar a lecionação eficiente de algumas matérias, embora se procure atenuar essa dificuldade com a análise do processo de candidatura dos interessados no ingresso no CE.**

#### 12.2. Weaknesses:

**One of the weaknesses of this proposal concerns the location of one of the universities, UC, in a low density demographic area. This presents a limitation in attracting applicants, albeit mitigated by the prestige of the institutions both in Portugal and Portuguese-speaking countries, whether they are young people in initial training or active professionals who wish to increase their knowledge and skills via lifelong education.**

**While the location of the University of Coimbra, and even the University of Porto, removed from the country's economic and decision-making centre, is not an insuperable issue, it is nevertheless a clear weakness in general and in this proposal in particular.**

**A further weakness relates to the possibility that applicants will have a somewhat diverse basic training, and this may pose difficulties for the effective teaching of some subjects, although an analysis of the application process by interested applicants will hopefully mitigate such difficulties.**

#### 12.3. Oportunidades:

**A inexistência de formação avançada em Geotecnia ao nível da região Norte/Centro e nalguns aspetos mesmo ao nível do país representa uma oportunidade, nomeadamente tendo em atenção as necessidades específicas de formação que existem nesta área. As necessidades de formação associadas ao Horizonte 2020 constituem ainda uma oportunidade, já que o CE permite a participação de profissionais que sintam necessidade de se atualizarem.**

**O facto de nas comunidades de Língua Portuguesa a oferta de mestrados semelhantes ser muito reduzida (conhece-se um nº de CE inferior a 10, e apenas no Brasil) constitui uma oportunidade de captação de estudantes internacionais, nomeadamente de oriundos de países de Língua Oficial Portuguesa.**

**Constitui também uma oportunidade o facto de muitos profissionais na área de geotecnia, apesar de terem frequentado cursos de duração de 5 anos, possuírem apenas o grau de licenciado, tendo assim um forte incentivo a obterem um grau semelhante ao da maioria das gerações mais jovens.**

#### 12.3. Opportunities:

**The lack of advanced training in Geotechnics in the North and Centre regions and, to some extent, at national level, represents an opportunity, bearing in mind the specific training needs that exist in this area. The training needs associated with Horizon 2020 are also an opportunity, since the study cycle is open to the participation of professionals who wish to update their skills.**

**The fact that the provision of similar Masters courses is very limited in Portuguese-speaking communities (less than 10 courses are known and only in Brazil) means an opportunity to capture foreign students, in particular from Portuguese-speaking countries.**

**Another opportunity is the fact that many professionals in the geotechnical field, even though they have completed 5-year courses, only have an undergraduate degree, so they have a strong incentive to obtain a degree similar to most younger generation colleagues.**

**12.4. Constrangimentos:**

*A imagem existente junto da sociedade, de depressão das atividades económicas ligadas ao setor da construção, representa um forte constrangimento para o fomento de iniciativas no setor da construção em geral e logo, para a captação de candidatos a formação nesta área.*

*Também constitui um importante constrangimento o atual desinteresse dos jovens pela área das engenharias em geral, como prova o acentuado decréscimo de estudantes inscritos em cursos de estudos desta área.*

*Adicionalmente, as empresas da fileira da construção civil apresentam genericamente uma situação económica débil, o que constitui um obstáculo à libertação de quadros para programas de formação avançada.*

**12.4. Threats:**

*The prevailing idea in society about the recession in economic activities in the construction sector represents a strong threat to promoting initiatives in construction, in general, and therefore to attracting applicants to courses in this area.*

*A significant threat is also the current lack of interest amongst young people in the engineering field in general, as evidenced by the marked decrease in students enrolled on courses in this subject area.*

*Additionally, construction companies are generally in a weak economic situation, and this represents an obstacle to releasing staff for advanced training programmes.*

**12.5. CONCLUSÕES:**

*Embora se identifiquem e reconheçam algumas fraquezas, constrangimentos e ameaças, como sejam, entre outros, a reduzida bacia demográfica da região centro, onde está inserida a Universidade de Coimbra, o afastamento das duas universidades participantes aos centros económicos de maior atividade e de decisão do país e a depressão económica que afetou gravemente o setor da construção, criando uma imagem pública menos favorável ao setor e justificando o atual decréscimo de procura dos cursos da área da engenharia civil, julga-se que a criação do Mestrado em Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, cuja orientação é muito virada para a prática e dando resposta a uma necessidade confirmada de técnicos nesta área, nomeadamente nos países de expressão portuguesa, se justifica plenamente. Com efeito, a qualificação científica e profissional dos corpos docentes das duas universidades, a sua experiência de ligação à indústria, a sua intensa atividade de consultoria em todo o país, bem como a qualidade das infraestruturas físicas disponíveis, particularmente dos espaços laboratoriais, são trunfos que se espera possam equilibrar de forma marcadamente positiva as dificuldades acima referenciadas. Além disso as duas instituições têm mostrado uma enorme capacidade de atração de estudantes dos países lusófonos, com particular destaque no passado recente para o Brasil.*

*Acresce que quer os centros de investigação quer os departamentos de engenharia civil das duas Universidades se têm vindo a posicionar como áreas de excelência do país, sendo, em alguns casos as melhores dentro dos países de língua oficial portuguesa, o que constitui um natural motivo de atração resultante da combinação da excelência com o ensino em português.*

**12.5. CONCLUSIONS:**

*Although a number of weaknesses are identified and acknowledged, such as the low density demographics of the centre region, where the University of Coimbra is located, the distance of both participating universities from the busiest economic and decision-making centres in the country, and the economic recession which has seriously affected the construction industry, creating a less favourable image of the sector and explaining the current decrease in the demand for civil engineering courses, we believe that the Masters' degree in Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, with a strong practical content and responding to a confirmed need for technicians in this area, notably in Portuguese-speaking countries, is fully justified. Indeed, the scientific and professional qualifications of the teaching staff of both universities, their industry-related experience, their intense advisory activities all over the country, and the quality of the physical infrastructure available, particularly labs, are assets that will hopefully counter the abovementioned difficulties. In addition, both institutions have shown a great capacity to attract students from Portuguese-speaking countries in recent years, especially from Brazil.*

*It should be added that both the research centres and the civil engineering departments of both universities have positioned themselves as areas of excellence in the country, in some cases the best within Portuguese-speaking countries, which makes them attractive as a result of the combination of excellence and teaching in Portuguese.*