## NCE/19/1901135 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

#### 1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior: Universidade De Coimbra

- 1.1.a. Outra(s) Instituição(ões) de Ensino Superior (proposta em associação):
- 1.2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.): Faculdade De Ciências E Tecnologia (UC)
- 1.2.a. Outra(s) unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação):
- 1.3. Designação do ciclo de estudos: Licenciatura em Engenharia Civil
- 1.3. Study programme:

  Bachelor of Civil Engineering
- 1.4. Grau: Licenciado
- 1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos: Engenharia Civil
- 1.5. Main scientific area of the study programme: Civil Engineering
- 1.6.1 Classificação CNAEF primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):

  582

1.6.2 Classificação CNAEF – segunda área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável: 520

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

<sem resposta>

- 1.7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau: 180
- 1.8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto): 3 anos, 6 semestres
- 1.8. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 65/2018, of August 16th):

3 years, 6 semesters

#### 1.9. Número máximo de admissões:

165

#### 1.10. Condições específicas de ingresso.

Candidatura normal (DGES): Provas de Ingresso 07 Física e Química 19 Matemática A

Classificações Mínimas

Nota de candidatura: 100 pontos Provas de ingresso: 95 pontos

Fórmula de Cálculo Média do secundário: 50% Provas de ingresso: 50%

O ingresso no curso pode ainda ser efetuado, de acordo com os normativos legais em vigor, através dos Regimes Especiais, dos Concursos Especiais de Acesso ou dos Regimes de Reingresso e Mudança de par instituição curso.

#### 1.10. Specific entry requirements.

Normal application (DGES): Specific National Exams 07 Physics-Chemistry 19 Mathematics (A)

Minimum grades:

Candidature classification: 100 points Specific National Exams: 95 points

Calculation formula:

Average of Secondary School: 50% Specific National Exams: 50%

The course entry can also be done, according to the current legal regulations, through the Special Regimes, the Special Call of Access or the Readmission and Change Regimes of pair Institution/Course.

#### 1.11. Regime de funcionamento.

Diurno

#### 1.11.1. Se outro, especifique:

Diurno / Regime de tempo integral / Presencial

#### 1.11.1. If other, specify:

Daytime / Full-time / Face-to-face

#### 1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

#### 1.12. Premises where the study programme will be lectured:

Department of Civil Engineering of Faculty of Sciences and Technology of the University of Coimbra

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

1.13.\_Regulamento\_Creditacao\_Formacao\_Anterior\_Experiencia\_Profissional\_UC.pdf

#### 1.14. Observações:

O ciclo de estudos apresenta uma parte escolar com trinta e cinco unidades curriculares obrigatórias (180 ECTS), que garantem a formação de base em engenharia civil, e que prepara o estudante para uma abordagem básica, mas fundamentada, dos vários problemas de engenharia civil. O ciclo de estudos compreende duas unidades curriculares de competências transversais (6 ECTS) que visam dar formação complementar em termos de "Comunicação, Ética e Liderança" e de "Empreendedorismo", fornecendo as bases para que os estudantes criem o seu próprio negócio. No último semestre do curso, existe uma unidade curricular de "Projeto Integrador" com 6 ECTS que pretende relacionar

as diversas temáticas lecionadas ao longo do curso e aproximar a aprendizagem da atividade de engenharia civil.

Os critérios de avaliação e classificação não foram especificados dado que os regulamentos da Universidade de Coimbra encontram-se em reformulação.

#### 1.14. Observations:

The cycle of studies comprises thirty-five compulsory curricular units (180 ECTS) which guarantee the core training in civil engineering and prepare students for a basic but well-substantiated approach to the various civil engineering issues. Two of the curricular units (6 ECTS) of the cycle of studies focus on transversal skills aimed at providing additional training in "Communication, Ethics and Leadership" and "Entrepreneurship", giving students the necessary basic skills to create their own business. There is also a 6 ECTS curricular unit - "Integrating Project" – which brings together the different subjects taught throughout the course, and students' learning experience is similar to working as a professional civil engineer.

The criteria of evaluation and classification were not specified since the regulations of the University of Coimbra are being reformulated.

#### 2. Formalização do Pedido

#### Mapa I - Reitor da Universidade de Coimbra

2.1.1. Órgão ouvido:

Reitor da Universidade de Coimbra

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

2.1.2.\_68\_Eng\_Civil\_Licenciatura\_compressed.pdf

#### Mapa I - Conselho Científico da FCTUC

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da FCTUC

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

2.1.2.\_Ata\_CC\_FCTUC\_22\_01\_2020.pdf

#### Mapa I - Conselho Pedagógico da FCTUC

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da FCTUC

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

2.1.2.\_Extrato\_ataCP\_FCTUC\_20200415\_signed\_100k.pdf

#### Mapa I - Comissão Científica de Dep. Eng. Civil da FCTUC

2.1.1. Órgão ouvido:

Comissão Científica de Dep. Eng. Civil da FCTUC

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

2.1.2.\_Extracto\_acta\_aprov\_cursos\_CC\_DEC\_A3ES\_100k.pdf

#### Mapa I - Plano de correspondência

2.1.1. Órgão ouvido:

Plano de correspondência

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

2.1.2. LEC compressed.pdf

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

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

O objetivo principal do ciclo de estudos é dar formação básica, mas fundamentada, nos diversos domínios da Eng. Civil, proporcionando uma formação sólida em áreas estruturantes, tais como matemática, química, física e computação, para além de dar formação básica em áreas específicas da engenharia civil relacionadas com diversas intervenções no território destinadas a preencher as necessidades da sociedade.

Complementarmente, pretende-se encorajar os estudantes a valorizar algumas competências e atitudes pessoais necessárias ao exercício da profissão, nomeadamente o espírito científico, a criatividade, o sentido crítico e de responsabilidade, a capacidade de aprender autonomamente, a capacidade para interagir e trabalhar em grupo e em equipas interdisciplinares, a capacidade de auto adaptação, comunicação e de liderança, a ética profissional, a autoexigência, o ecumenismo cultural, a valorização do conhecimento, bem como fomentar o empreendedorismo e a criação de empresas inovadoras.

3.1. The study programme's generic objectives:

The fundamental goal of the study cycle is to provide basic, but substantiated, knowledge in the various domains of Civil Engineering, providing the students with a sound education and training in structuring areas such as mathematics, chemistry, physics and computation, besides basic formation in specific areas of civil engineering related to various types of territorial interventions aimed at fulfilling social needs.

Additionally, it is simultaneously intended to encourage the students to valorise the skills and personal attitudes required for the professional activity, namely scientific thinking and creativeness, criticism and sense of responsibility, the capacity for autonomous learning, for interacting and working in group and with multidisciplinary teams, self-adaptation, communication, ethics, leadership, for self-demand, cultural ecumenism, the valorising of knowledge and to promote the entrepreneurship and the creation of innovative companies

- 3.2. Objetivos 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,
  ao nível das ciências básicas (matemática, física, química e computação) e das diversas áreas da eng. civil
  (construções, estruturas, geotecnia, hidráulica e planeamento do território/transportes), para fomentar a compreensão
  e análise de problemas de diversa índole, bem como o ingresso num mestrado de 2º ciclo em eng. civil, ou áreas afins.
  Paralelamente, pretende-se o desenvolvimento das seguintes competências:
  - Reconhecer, identificar e compreender os principais problemas nos diversos domínios da eng. civil.
  - Para problemas simples, definir estratégias e técnicas de intervenção.
  - Conceber, dimensionar e construir diversos tipos de obras com reduzido grau de complexidade.
  - Dar os primeiros passos na investigação.
  - Trabalhar em equipas multidisciplinares.
  - Desenvolver o espírito de grupo e auto-confiança de modo a promover a capacidade de abordagem a novas temáticas
- 3.2. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences) to be developed by the students:

At the end of the cycle of studies, students are expected to have obtained key theoretical knowledge in the fundamental sciences subjects (mathematics, physics, chemistry and computing) and in different civil engineering areas (constructions, structures, geotechnics, hydraulics and territory/transports planning), that will enable them to increase their understanding and analysis of different-type issues, as well as pursuing a Master's (2nd cycle) in civil eng., or similar field. At the same time, students will be developing skills that will enable them to:

- Recognise, identify and understand the main issues in the diverse civil engineering fields.
- Define strategies and intervention techniques for simple problems.
- Design, scale and build different types of civil eng. projects with a low level of complexity.
- Take their first steps in investigation.
- Work in multidisciplinary teams.
- Develop team spirit and self-confidence to increase their capacity to deal with new subjects.
- 3.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa, face à missão institucional e, designadamente, ao projeto educativo, científico e cultural da instituição:

De acordo com os seus Estatutos, é missão essencial da Universidade de Coimbra (UC) contribuir para o desenvolvimento económico e social, para a defesa do ambiente, para a promoção da justiça social e da cidadania esclarecida e responsável e para a consolidação da soberania assente no conhecimento. O cumprimento desta missão é feito através da investigação, do ensino e da transferência de conhecimento, esta considerada na perspetiva da cultura e das artes, da prestação de serviços à comunidade e da inovação e de criação de empresas.

A nível do ensino, o grande objetivo da Universidade de Coimbra é reforçar a sua presença no espaço europeu, criando uma universidade centrada na qualidade do ensino, que possibilite uma formação integral dos estudantes e adeque as ofertas formativas às necessidades da envolvente, atraindo bons estudantes nacionais e estrangeiros. Para a prossecução deste objetivo, algumas das principais iniciativas são: i) manter a diversidade da oferta formativa, sempre atendendo às necessidades presentes e futuras do mundo do trabalho e da sociedade; ii) promover um processo de formação dos estudantes que constitua, simultaneamente, uma base científica sólida para a prossecução dos estudos e uma oportunidade de desenvolvimento de competências de aplicação que respondam às necessidades da sociedade; iii) promover o desenvolvimento global dos estudantes, acompanhando o crescimento académico com o desenvolvimento da vertente pessoal e cívica, levando à formação de indivíduos que possam ser parte integrante e ativa de uma sociedade dinâmica e em expansão.

No que concerne à primeira iniciativa estratégica acima listada, é indiscutível que a Licenciatura em Engenharia Civil é ainda, apesar da difícil conjuntura atual, um curso que após complementado com um mestrado de 2º ciclo, está adequada às necessidades e expetativas do mercado de trabalho, tanto a nível nacional como, sobretudo, a nível internacional, pelo que é de todo o interesse da Universidade de Coimbra a sua manutenção no pacote das suas ofertas formativas.

Em relação às restantes duas iniciativas estratégicas listadas, os objetivos gerais definidos para o ciclo dos estudos são, de todo, com elas coerentes. A formação de base tecnológica e científica que se pretende proporcionar no ciclo de estudos não perde de vista a dimensão humana da formação dos estudantes, visando criar não apenas técnicos e investigadores competentes, mas também cidadãos responsáveis e envolvidos com a Sociedade e o Meio.

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

According to its statutes, the essential mission of the University of Coimbra (UC) is to contribute to economic and social development, to environmental protection, to the promotion of social justice and a responsible and conscious citizenship and to the consolidation of sovereignty based on knowledge. The fulfilment of this mission is achieved through research, teaching and knowledge transfer, the latter of which is considered from the points of view of culture and arts, service to the community, innovation and creation of spinoff companies.

At the teaching level, the main objective of the University of Coimbra is to strengthen its presence in Europe, through a focus on the quality of teaching, which provides a complete education to the students, adapting the educative offers to the context needs and attracting the best national and foreign students. To achieve this objective, some of the main initiatives are: i) to maintain the diversity of the educational offer, taking into consideration the present and future needs of the labour market and of Society; ii) to promote an education process for students which may simultaneously constitute a sound scientific basis for further studies and an opportunity for the development of application skills that may respond to social needs; iii) to promote the global development of students, encouraging the development of the personal and civic dimensions in parallel with the academic skills, leading to the education and training of individuals who may be active members of a dynamic and progressive society.

Concerning the first strategic initiative listed above, it is incontestable that the Bachelor in Civil Engineering is still, in spite of the difficult present juncture, a course that is designed to be combined with a master course (2sd cycle), in order to fit to the needs and expectations of the labour market, both at national and mainly at international level. For that reason, it is of utmost relevance to the University of Coimbra that the course remains part of its educational offer.

Regarding the two remaining strategic initiatives listed, the general objectives established for the study cycle are totally coherent with them. The scientifically and technologically based education provided by the study cycle does not exclude the human dimension, aiming at training not only skilled technicians and researchers, but also responsible citizens involved in the Society and the Environment.

#### 4. Desenvolvimento curricular

- 4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)
- 4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation (if applicable)

Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que Branches, options, profiles, major/minor or other o ciclo de estudos se estrutura: forms of organisation:

<sem resposta>

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

#### Mapa II - Licenciatura em Engenharia Civil

4.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável): Licenciatura em Engenharia Civil

### 4.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable): Bachelor of Civil Engineering

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Minímos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Competências Transversais / Transversal Competence	СТ	9	0	
Física / Physics	F	12	0	
Geociências / Geosciences	GC	6	0	
Informática / Informatics	1	6	0	
Matemática / Mathematics	M	36	0	
Química / Chemistry	Q	6	0	
Engenharia Civil / Civil Engineering	EC	105	0	
(7 Items)		180	0	

#### 4.3 Plano de estudos

Mapa III - Licenciatura em Engenharia Civil - 1º Ano / 1º Semestre | 1st Year / 1st Semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável): Licenciatura em Engenharia Civil

### 4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable): Bachelor of Civil Engineering

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

1° Ano / 1° Semestre | 1st Year / 1st Semester

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Observações / Observations (5)
Análise Matemática I / Mathematical Analysis I	М	Semestral	162	T=42 ; TP=28	6
Álgebra Linear e Geometria Analítica / Linear Algebra and Analytical Geometry	М	Semestral	162	T=35 ; TP=28	6
Mecânica I / Mechanics I	F	Semestral	162	TP= 63	6
Informática / Programming and Computer Science	Ī	Semestral	162	TP=21 ; PL= 42	6
Cartografia e Sist. de Informação Geográfica / Cartography and Geographic Information Systems	EC	Semestral	81	TP=21 ; PL = 14	3

Eng. Civil, Ambiente e Sustentabilidade /
Civil Engineering Environment and CT Semestral 81 TP= 28 3
Sustainability
(6 Items)

#### Mapa III - Licenciatura em Engenharia Civil - 1º Ano / 2º Semestre | 1st Year / 2nd Semester

#### 4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável): Licenciatura em Engenharia Civil

#### 4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable): Bachelor of Civil Engineering

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

1º Ano / 2º Semestre | 1st Year / 2nd Semester

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Observações / Observations (5)
Análise Matemática II / Mathematical Analysis II	М	Semestral	162	T=42 ; TP=28	6
Fenómenos Ondulatórios, Eletromagnetismo e Termodinâmica/ Wave Phenomena, Electromagnetism and Thermodynamics	F	Semestral	162	T=42 ; TP=28	6
Mecânica dos Meios Contínuos / Mechanics of Continuous Media	EC	Semestral	162	T=30 ; TP= 28,5 ; PL= 4,5	6
Mecânica II / Mechanics II	EC	Semestral	162	TP=63	6
Desenho Técnico / Technical Drawing (5 Items)	EC	Semestral	162	TP=63	6

#### Mapa III - Licenciatura em Engenharia Civil - 2º Ano / 1º Semestre | 2nd Year / 1st Semester

#### 4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável): Licenciatura em Engenharia Civil

#### 4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable): Bachelor of Civil Engineering

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

2º Ano / 1º Semestre | 2nd Year / 1st Semester

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)		Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Observações / Observations (5)
Estatística e Analise de Dados / Statistics and Data Analysis	М	Semestral	162	T=42 ; TP=21	6
Química Geral / General Chemistry	Q	Semestral	162	T=28; TP=21; PL=14	6
Hidráulica I / Hydraulics I	EC	Semestral	162	T=42 ; TP=21	6
Resistência dos Materiais I/Strength of Materials I	EC	Semestral	162	TP=63	6

(6 Items)					
Ética, Comunicação e Liderança / Ethics, Communication and Leadership	СТ	Semestral	81	TP= 28	3
Sistemas de Engenharia / Engineering Systems	EC	Semestral	81	TP= 35	3

Mapa III - Licenciatura em Engenharia Civil - 2º Ano / 2º Semestre | 2nd Year / 2nd Semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável): Licenciatura em Engenharia Civil

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable): Bachelor of Civil Engineering

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular: 2° Ano / 2° Semestre | 2nd Year / 2nd Semester

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Observações / Observations (5)
Métodos Numéricos / Numerical Methods	М	Semestral	162	T=42 ; TP=21	6
Geologia da Engenharia / Engineering Geology	GC	Semestral	162	T=42 ; TP=16,5 ; PL = 4,5	6
Hidráulica II / Hydraulics II	EC	Semestral	81	T=21 ; TP=14	3
Resistência dos Materiais II / Strength of Materials II	EC	Semestral	162	TP=63	6
Planeamento Regional e Urbano / Regional and Urban Planning	EC	Semestral	162	T=42 ; TP=21	6
Hidrologia / Hydrology	EC	Semestral	81	TP=35	3
(6 Items)					

Mapa III - Licenciatura em Engenharia Civil - 3º Ano / 1º Semestre | 3rd Year / 1st Semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável): Licenciatura em Engenharia Civil

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable): Bachelor of Civil Engineering

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

3° Ano / 1° Semestre | 3rd Year / 1st Semester

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)		Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Observações / Observations (5)
Modelação Matemática / Mathematical Modelling	M	Semestral	162	TP=63	6
Mecânica dos Solos / Soil Mechanics	EC	Semestral	162	T=42 ; TP=18 ; PL = 3	6
Recursos Hídricos / Water Resources	EC	Semestral	81	TP= 35	3

Análise de Estruturas / Structural Analysis	EC	Semestral	162	TP=63	6
Transportes e Mobilidade Sustentável / Transports and Sustainable Mobility	EC	Semestral	81	TP= 35	3
Materiais de Construção / Building Materials	EC	Semestral	162	T=42 ; TP=10,5 ; PL = 10,5	6
(6 Items)					

#### Mapa III - Licenciatura em Engenharia Civil - 3º Ano / 2º Semestre | 3rd Year / 2nd Semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável): Licenciatura em Engenharia Civil

### 4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable): Bachelor of Civil Engineering

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

3° Ano / 2° Semestre | 3rd Year / 2nd Semester

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Observações / Observations (5)
Projeto Integrador / Integrator Project	EC	Semestral	162	TP=42 , OT=21	6
Estabilidade de Estruturas Geotécnicas / Stability of Geotechnical Structures	EC	Semestral	81	T= 21 ; TP = 14	3
Empreendedorismo / Entrepreneurship	CT	Semestral	81	TP= 28	3
Betão Estrutural / Structural Concrete	EC	Semestral	162	TP=63	6
Vias de Comunicação / Highways	EC	Semestral	162	T=42 ; TP=21	6
Física das Construções / Building Physics	EC	Semestral	162	T=42 ; TP=21	6
(6 Items)					

#### 4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Mecânica I

### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular: *Mecânica I*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mechanics I

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

F

#### 4.4.1.3. Duração:

Semestral

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP= 63h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Julieta António (TP=63 h\*1Turma = 63 h)

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

António Tadeu (TP=63 h\*1Turma = 63 h)

João Negrão (TP=63 h\* 2Turma = 126 h)

Rui Simões (TP=63 h\*1Turma = 63 h)

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

O objetivo fundamental é o de apresentar e desenvolver conceitos básicos de Mecânica Clássica, dotando os alunos das competências necessárias para as posteriores aprendizagens no domínio da Mecânica das Estruturas. São particularmente desenvolvidos os tópicos relativos à Mecânica Vetorial e à Geometria de Massas, extensivamente utilizados nas unidades curriculares subsequentes daquela área pedagógica. Acessoriamente, são ministrados conhecimentos gerais relevantes para as Engenharias tradicionais, destinados a promover a perceção de fenómenos físicos do seu âmbito, ainda que de utilização não sistemática em Engenharia Civil.

Como principais outputs desta unidade curricular, os alunos deverão conseguir formular e resolver problemas de redução de sistemas de forças e equilíbrio estático de corpos rígidos e/ou sistemas de pontos materiais, bem como determinar, reduzir e transformar os parâmetros caracterizadores de qualquer sistema geométrico plano, contínuo ou descontínuo.

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

The main goal is the acquisition and development of basic concepts of Classic Mechanics, providing the students with the competences required for subsequent learnings in the domain of Structural Mechanics. Topics related to Vectorial Mechanics and Geometry of Masses, extensively used in later curricular units of that pedagogic area, are particularly developed. Accessorily, general knowledge relevant for the traditional Engineerings, even if not sistematically used in Civil Engineering, are provided, in order to promote the understanding of physical phenomena falling within that domain.

As main outputs of this curricular unit, the students shall be able to formulate and solve problems of reduction of systems of forces and static equilibrium of rigid bodies and/or systems of material points, as well as determining, reducing and transforming the characterizing parameters of any planar continuous or discontinuous geometric system.

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Mecânica da partícula e do corpo rígido:

Estática da partícula

Estática do corpo rígido

Equilíbrio estático

Leis de Newton

Cinemática da partícula

Posição, velocidade e aceleração. Movimento retilíneo.

Cinemática do corpo rígido

Graus de liberdade

Translação

Rotação

Centro instantâneo de rotação

Cinética da partícula

Equilíbrio dinâmico. Equação de movimento. Princípio D'Alembert. Movimento retilíneo.

Energia cinética, trabalho, forças conservativas, energia potencial e energia mecânica. Potência e rendimento. Quantidade de movimento. Choque.

Osciladores de 1 grau de liberdade.

Atrito.

#### 2. Geometria de massas

Centros Geométricos e de Massa, Momentos de Inércia

#### 4.4.5. Syllabus:

1. Mechanics of the particle and of the rigid body:

Statics of the particle

Statics of the rigid body

Static equilibrium

Newton's laws

Kinematics of the particle

Position, velocity, acceleration. Straight motion.

Kinematics of the rigid body

Degrees of freedom

**Translation** 

Rotation

Instantaneous center of rotation

Kinetics of the particle

Dynamic equilibrium. Equation of motion. Alembert's principle. Straight motion. Kinetic energy. Work.

Conservative forces. Potential energy. Mechanic energy. Power and efficiency. Quantity of motion.

1 degree-of-freedom oscillators.

Shock.

Friction.

2. Mass geometry

Geometric and mass centers. Moments of area. Moments of inertia.

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A Mecânica Clássica constitui a pedra basilar de diversas sub-áreas de Engenharia Civil, nomeadamente a Engenharia de Estruturas. Sendo, no Plano de Estudos, a primeira disciplina daquela área pedagógica-científical ministrada aos alunos, selecionaram-se prioritariamente os tópicos cuja aplicação na sua problemática é recorrente, tendo sido eliminados ou apresentados de forma resumida os que são de relevância marginal. A exposição dos conteúdos teóricos é sistematicamente apoiada na resolução de exemplos numéricos teórico-práticos, nos quais os alunos exercitam e desenvolvem as suas capacidades de análise, síntese e raciocínio crítico. A terminologia muito especializada e objectiva deste domínio estimula uma comunicação precisa como condição básica de compreensão
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The Classic Mechanics is the cornerstone of various Civil Engineering sub-areas, namely Structural Engineering. Being, within the Study Plan, the first subject of that scientific-pedagofic area to be provided to the students, topics whose use in that problematic is recurrent were given priority, while marginal topics were discarded or approached in an abridged way. The exposure of the theoretical contents is sistematically supported by the resolution of theoretical-practical numerical examples, in which the students practice and develop their analysis, synthesis and critic judgement capabilities. The very specialized and objective therminology used in this domain stimulates a sense of concise communication as a basic requirement for understanding.

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

Aulas com explicação pormenorizada dos conceitos, princípios e teoria fundamentais, apoiadas por meios audiovisuais e com resolução de alguns exercícios teórico-práticos, ajudando a enquadrar os assuntos e a sintonizálos com a compreensão dos alunos. Discussão e esclarecimento de dúvidas relativas ao estudo ou ao desenvolvimento dos trabalhos.

A avaliação consiste de provas de frequência, conferindo aprovação na disciplina, e de exame final.

Método de avaliação:

Exame: 50% Mini Testes: 50%

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures with detailed explanation of the concepts, principles and fundamental theories, supported by audiovisual media. Resolution of some practical exercises, helping to frame the subjects and put them in tune with the students understanding. Discussion and clarification of doubts concerning the study or the development of the works. The evaluation consists of intermediate written evaluation tests, allowing the final approval in the unit, and a final exam.

Assessment method:

Exam: 50% Test: 50%

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: O desenvolvimento das competências de análise e síntese e capacidade de resolução de problemas baseiam-se, em grande medida, nos conhecimentos transmitidos presencialmente nas aulas e nos esclarecimentos de dúvidas aos alunos, prestados sempre que necessário. As frequências possibilitam o descongestionamento do período de avaliação final, favorecendo um acompanhamento gradual das matérias ao longo do período lectivo. O estudo ao longo de um maior período de tempo favorece a consolidação de conceitos, estimulando a reflexão crítica e a apetência pela aquisição de conhecimentos suplementares, de forma autónoma.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

  The development of the synthesis and analysis skills and capability for problems solving are based, to a great extent, on the knowledge transmitted face-to-face in the lectures, and on the clarification of doubts to the students, made whenever needed. The intermediate evaluation tests help to reduce the peak effort of the final evaluation period and are benefic for the gradual accompanying of the unit subjects along the semester. Spreading the study time during a longer period contributes to consolidate the concepts, stimulating the critic thinking and the appetency for the acquisition of extra knowledge in an autonomous way.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - 1. F. Beer ; E. Johnston ; E. Eisenberg (2005). Mecânica Vetorial para Engenheiros (Vols. I e II).
  - 2. Alonso, Marcelo e Edward J. Finn (1981). Física: um curso universitário, Vol. 1: Mecânica. São Paulo: Edgard Blucher.
  - 3. João H. Negrão (2009). Estática Aplicada para Engenharia Civil e Arquitectura, DEC-UC.

#### Mapa IV - Álgebra Linear e Geometria Analítica

- 4.4.1.1. Designação da unidade curricular: Álgebra Linear e Geometria Analítica
- 4.4.1.1. Title of curricular unit:

  Linear Algebra and Analytic Geometry
- 4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere: *M*
- 4.4.1.3. Duração: Semestral
- 4.4.1.4. Horas de trabalho: 162
- 4.4.1.5. Horas de contacto: *T*= 35 h; *TP*= 28 h
- 4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

- 4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo): Joana Maria da Silva Teles Correia (T= 35 h; TP= 28h\*2Turmas)
- 4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

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

O estudante aprovado nesta unidade curricular deverá ser capaz de:

- 1. Classificar e resolver sistemas usando o método de eliminação de Gauss e operações com matrizes;
- 2. Calcular determinantes de ordem 2 e 3 e desenvolver determinantes de qualquer ordem usando a fórmula de Laplace;
- 3. Analisar a invertibilidade de uma matriz através da característica ou do determinante;
- 4. Calcular inversas de matrizes de ordem 2 e 3 usando o algoritmo de Gauss-Jordan;
- 5. Determinar uma base e a dimensão de um subespaço de Rn e aplicar o processo de ortogonalização de Gram-Schmidt;
- 6. Aplicar o método dos mínimos quadrados para determinar soluções aproximadas de sistemas;
- 7. Calcular valores e vetores próprios e averiguar se uma matriz é diagonalizável;
- 8. Aplicar os conhecimentos adquiridos à resolução de problemas nas diversas áreas da ciência e da engenharia.
- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The student who successfully completes this course will be able to:

- 1. Solve and classify linear systems using Gauss elimination and matrix operations;
- 2. Compute 2 by 2 and 3 by 3 determinants and expand any determinant using the Laplace expansion;
- 3. Study the invertibility of a matrix using the rank or the determinant;
- 4. Compute the inverse of a matrix of order 2 or 3 using the Gauss-Jordan method;
- 5. Compute a basis and the dimension of a subspace in Rn and apply the Gram-Schmidt orthonormalisation process;
- 6. Use the method of least squares to determine approximate solutions of linear systems;
- 7. Compute eigenvalues and eigenvectors and determine whether a given matrix is diagonalisable;
- 8. Apply the acquired knowledge to solving problems in science and engineering.

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Matrizes e Sistemas de Equações Lineares
- 2. Determinantes
- 3. Espaços Vetoriais e Transformações Lineares
- 4. Espaços Vetoriais com Produto Interno
- 5. Valores Próprios e Vetores Próprios. Diagonalização de Matrizes
- 6. Aplicações

#### 4.4.5. Syllabus:

- 1. Matrices and Linear Systems
- 2. Determinants
- 3. Vector Spaces and Linear Transformations
- 4. Vector Spaces with an Inner Product
- 5. Eigenvalues and Eigenvectors. Matrix Diagonalisation
- 6. Applications
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A disciplina inicia-se com uma introdução à teoria das matrizes e sistemas de equações lineares. O método de eliminação de Gauss, que reduz a matriz do sistema à forma em escada usando operações com matrizes, permite a classificação do sistema e a determinação do conjunto solução. A teoria elementar dos determinantes é relacionada com as noções de característica de uma matriz, sua invertibilidade e com a resolução de sistemas. Estes conteúdos são fundamentais para se atingirem os primeiros quatro objetivos, bem como o sétimo. Segue-se o estudo dos subespaços de Rn, das transformações lineares e do produto interno. Estes tópicos estão envolvidos no processo de ortogonalização de Gram-Schmidt e no método dos mínimos quadrados, que figuram nos objetivos quinto e sexto. Termina-se com a teoria da diagonalização de matrizes dando-se especial ênfase às aplicações que se enquadram no âmbito do ciclo de estudo a que a disciplina está associada.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The course starts with the introduction of matrices and linear systems. The Gaussian Elimination reduces the matrix of a linear system to row echelon form, using matrix operations, and enables the classification of the system and the computation of its solution set. The elementary theory of determinants is related to the notion of rank, invertibility of a matrix and to linear system solving. This part of the syllabus is essential to the achievement of the first four learning outcomes, as well as the seventh. The study of subspaces of R^n, linear transformations and inner products follows. These topics are involved in the Gram-Schmidt and least squares processes, of fifth and sixth learning outcomes. The course ends with the theory of diagonalisation of matrices. Special emphasis is given to applications related to the scientific area of the degree to which the course is associated.

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

As aulas são de tipo teórico e teórico-prático. Os métodos de ensino são predominantemente expositivos nas componentes teóricas. Nas componentes práticas são resolvidos problemas sob a orientação do professor. Na

exposição prevalece uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta dando um papel central à visualização e à análise de situações particulares antes de proceder a uma abstração progressiva das noções a introduzir. Ao longo do semestre é disponibilizado apoio tutorial à resolução das tarefas propostas.

Método de avaliação:

Frequência: 100% (2 ou mais frequências)

Outra: A avaliação pode ser feita por exame final em alternativa às frequências

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching in this course assumes two formats: theoretical and example classes. During a theoretical class teaching is mostly expository. During an example class teaching consists of problem solving by the students under the guidance of the lecturer. A strong interaction between notions and their practical application is emphasized. In this task, the visualization and the analysis of concrete examples takes on a central role and prepares the way for the abstract definitions. Tutorial support is available to students to help them on the tasks assigned by the lecturers.

Assessment method:

Midterm exam: 100% (2 or more midterm exams)

Other: Course assessment can also be made by exam as an alternative to the midterm exams assessment.

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Na parte teórica das aulas, a teoria que alicerça as aplicações é explicada, são descritas as técnicas necessárias e são feitos exemplos concretos. Na parte prática o estudante é incentivado a desenvolver as suas próprias competências no domínio da teoria e das suas aplicações. É a ligação entre estes dois tipos de ensino que promove a aprendizagem dos conteúdos da unidade curricular e leva ao alcance dos seus objetivos.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

  During the theoretical part of classes the lecturer describes the theory underlying the applications, the required problem solving techniques and many concrete examples. During example parts of classes the student is encouraged to develop his/hers own skills in the fields of the theory and applications. It is this interplay between these two types of teaching that can promote acquisition of the syllabus and the attainment of the course objectives.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - [1] Ana Paula SANTANA, João QUEIRÓ (2010). Introdução à Álgebra Linear. Trajectos Ciência, 10. Gradiva.
  - [2] Luís T. MAGALHÃES (1989). Álgebra Linear como Introdução a Matemática Aplicada. Texto Editora.
  - [3] Chris RORRES, Howard ANTON (2014). Elementary linear algebra with supplemental applications, international student version, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 11<sup>a</sup> ed.
  - [4] David R. HILL e Bernard KOLMAN (2013). Álgebra Linear com Aplicações, Livros Téc. e Cient. Editora, 9ª ed.
  - [5] Gilbert STRANG (1988). Linear Algebra and its Applications, San Diego: Harcout Brace Jovanovich.

Mapa IV - Análise Matemática I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Matemática I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T= 42 h; TP= 28 h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Júlio Severino das Neves (T= 42h; TP= 28h\*2T)

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

Maria Elisabete Felix Barreiro Carvalho (TP= 28h)

- 4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
  - O estudante aprovado nesta unidade curricular deverá ser capaz de:
  - 1. Calcular limites de sucessões e funções para além dos estudados no ensino secundário;
  - 2. Calcular derivadas e primitivas de funções elementares;
  - 3. Usar o Teorema Fundamental do Cálculo para calcular áreas de figuras e comprimentos de curvas suaves;
  - 4. Reconhecer funções de duas ou três variáveis que não são contínuas num ponto;
  - 5. Calcular as direcções de maior crescimento de uma função real de duas ou três variáveis;
  - 6. Resolver um problema de extremos condicionados.
- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The student who successfully completes this course will be able to:

- 1. Compute limits of sequences and functions beyond those studied in High School;
- 2. Compute derivatives and primitives of elementary functions;
- 3. Use the Fundamental Theorem of Calculus to compute areas and lengths;
- 4. Detected non-continuous real functions of two or three variables at a given point;
- Compute the directions of greatest growth of a real function of two or three variables;
- 6. Solve a constrained extrema problem.
- 4.4.5. Conteúdos programáticos:
  - I. Sucessões e funções reais de variável real
  - I.1 Sucessões
  - 1.2 Funções trigonométricas, funções hiperbólicas e suas inversas
  - I.3 Limites, continuidade e diferenciabilidade de funções reais de variável real. Fórmula de Taylor.
  - II. Integração
  - II.1 Primitivas
  - II.2 Integral definido e aplicações
  - II.3 Integrais impróprios
  - III. Funções reais de duas ou três variáveis reais
  - III.1 Limite e continuidade
  - III.2 Derivadas parciais, derivadas direcionais e regra da cadeia
  - III.3 Plano tangente
  - III.4 Extremos de funções. Multiplicadores de Lagrange
- 4.4.5. Syllabus:
  - I. Sequences and functions of a real variable
  - I.1 Sequences
  - I.2 Trigonometric and hyperbolic functions and their inverses
  - 1.3 Limits, continuity and differentiability of functions of a real variable
  - II. Integration
  - II.1 Primitives
  - II.2 Riemann integral and applications

#### II.3 Improper integrals

III. Real functions of two or three variables

III.1 Limits and continuity

III.2 Partial derivatives, directional derivatives and chain rule

III.3 Tangent plane

III.6 Maxima and minima. Lagrange Multipliers

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: No âmbito do objetivo de aprendizagem que se refere ao cálculo de limites de funções, o programa contempla a formalização e consolidação dos conceitos de limite e de derivada de função real. A noção de derivada é também necessária para os conteúdos programáticos e objetivos de aprendizagem subsequentes, nomeadamente os que se referem à integração. A técnica de primitivação é fundamental ao cálculo integral e suas aplicações. Os objetivos de aprendizagem referentes às propriedades elementares das funções reais de duas ou três variáveis estão apoiados no estudo da extensão da noção de limite ao contexto de funções com mais do que uma variável e no estudo da noção de derivação parcial. A derivação parcial tem também um papel fundamental na resolução de problemas de extremos condicionados.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus contemplates the formalization and consolidation of the concepts of limit and derivative of real function which is necessary for the learning outcome that refers to the computations of limits of functions. The notion of derivative is also necessary for the subsequent topics and expected learning outcomes, namely those concerning integration. The integration of functions technique is fundamental to integral calculus and its applications. The learning outcomes that refer to the elementary properties of real functions of two or three variables are supported by the study of the extension of the notion of limit to the context of functions with multiple variables and also by the study of the notion of partial derivatives. Partial derivatives also play a key part in solving constrained extrema problems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de tipo teórico e teórico-prático. Os métodos de ensino são predominantemente expositivos nas componentes teóricas. Nas componentes práticas são resolvidos problemas sob a orientação do professor. Na exposição prevalece uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta dando um papel central à visualização e à análise de situações particulares antes de proceder a uma abstração progressiva das noções a introduzir. Ao longo do semestre é disponibilizado apoio tutorial à resolução das tarefas propostas.

Método de avaliação:

Frequência: 100% (2 ou mais frequências)

Outra: A avaliação pode ser feita por exame final em alternativa às frequências

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

he teaching in this course assumes two formats: theoretical and example classes. During a theoretical class teaching is mostly expository. During an example class teaching consists of problem solving by the students under the guidance of the lecturer. A strong interaction between notions and their practical application is emphasised. In this task, the visualization and the analysis of concrete examples takes on a central role and prepares the way for the abstract definitions. Tutorial support is available to students to help them on the tasks assigned by the lecturers.

Assessment method:

Midterm exam: 100% (2 or more midterm exams)

Other: Course assessment can also be made by exam as an alternative to the midterm exams assessment.

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Na parte teórica das aulas, a teoria que alicerça as aplicações é explicada, são descritas as técnicas necessárias e são feitos exemplos concretos. Na parte prática o estudante é incentivado a desenvolver as suas próprias competências no domínio da teoria e das suas aplicações. É a ligação entre estes dois tipos de ensino que promove a aprendizagem dos conteúdos da unidade curricular e leva ao alcance dos seus objetivos.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

  During the theoretical part of classes the lecturer describes the theory underlying the applications, the required problem solving techniques and many concrete examples. During example parts of classes the student is encouraged to develop his/hers own skills in the fields of the theory and applications. It is this interplay between these two types of teaching that can promote acquisition of the syllabus and the attainment of the course objectives.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

[1] James Stewart: Cálculo, Volumes I e II., Cengage Learning, (tradução da 8ª edição norte-americana) 2017

- [2] Jaime Carvalho e Silva: Princípos de Análise Matemática Aplicada, McGraw-Hill, Lisboa (1994)
- [3] Earl W. Swokowski, Cálculo com geometria analítica Vol I e Vol II, Makron Books (1995)
- [4] Ana d'Azevedo Breda, Joana Nunes da Costa: Cálculo com funções de várias variáveis. McGraw-Hill, Lisboa (1996).

#### Mapa IV - Cartografia e Sistemas de Informação Geográfica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Cartografia e Sistemas de Informação Geográfica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Cartography and Geographic Information Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

81

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP= 21h: PL= 14h

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Cidália Maria Parreira da Costa Fonte (TP=21 h, PL=14 h\*2T)

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

José Paulo Elvas Duarte de Almeida (PL = 14 h\*1T)

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

Esta unidade curricular tem como objetivo dar a formação necessária para a utilização de informação cartográfica e geoespacial em Sistemas de informação Geográfica (SIG). Para isso é necessário:

- 1) Conhecer e saber utilizar as coordenadas e sistemas de referência utilizados para georreferenciação à superfície da Terra;
- 2) Conhecer as características de limitações das tecnologias de recolha de dados geoespaciais;
- 3) Conhecer os princípios básicos de representação cartográfica;
- 4) Saber utilizar um SIG para visualizar diversos tipos de dados geoespaciais, executar operações básicas de análise espacial e criar mapas temáticos.
- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The objective of this curricular unit is to provide the necessary training to use cartographic and geospatial information in a Geographic Information System (GIS). To achieve this aim it is necessary to:

- 1) Know the coordinates and reference systems used for georeferencing to the Earth's surface and how to use them;
- 2) Know the caracteristics and limitations of the technologies for geospatial data collection;
- 3) Know the basic principles of cartographic representation;
- 4) Know how to use a GIS to visualize various types of geospatial data, perform basic spatial analysis operations and create thematic maps.

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Georreferenciação
- 1.1. Sistemas de coordenadas e projecções cartográficas
- 1.2. Sistemas de referência
- 1.3. Transformação de coordenadas
- 1.4. Tecnologias de georreferenciação
- 2. Cartografia
- 2.1. Representação Cartográfica
- 2.2. Generalização cartográfica
- 3. Sistemas de Informação Geográfica (SIG)
- 3.1. Estruturas de dados espaciais
- 3.2. Bases de dados relacionais
- 3.3. Representação de informação geoespacial planimétrica e altimétrica
- 3.4. Fundamentos de análise espacial
- 3.5. Cartografia temática em ambiente SIG

#### 4.4.5. Syllabus:

- 1. Georeferencing
- 1.1. Coordinate systems and cartographic projections
- 1.2. Reference Systems
- 1.3. Transformation of coordinates
- 1.4. Georeferencing technologies
- 2. Cartography
- 2.1. Cartographic representation
- 2.. Cartographic generalization
- 3. Geographic Information Systems (GIS)
- 3.1. Spatial data structures
- 3.2. Relational Databases
- 3.3. Representing planimetric and altimetric geospatial information
- 3.4. Fundaments of spatial analysis
- 3.5. Thematic cartography in GIS environment
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Para saber utilizar informação geoespacial em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) começam por ser ministrados conceitos fundamentais sobre o posicionamento à superfície da Terra, nomeadamente os sistemas de coordenadas; sistemas de referência usados em Portugal, na Europa e no mundo e como fazer a conversão entre estes. São de seguida estudadas as características das principais tecnologias que permitem recolher dados geoespaciais. Segue-se o estudo dos conceitos básicos de cartografia, nomeadamente os princípios de representação plana da Terra e de representação cartográfica, bem como o processo de generalização cartográfica e a sua importância na representação e integração de dados provenientes de várias fontes e/ou diferentes escalas. Por fim, são estudadas as formas de modelar e estruturar os dados geoespaciais e não geoespaciais em SIG e são dados fundamentos de análise espacial e cartografia temática.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In order to know how to use geospatial information in Geographic Information Systems (GIS), fundamental concepts are taught about the positioning on the Earth's surface, namely coordinate systems; reference systems used in Portugal, Europe and the world and how to make convertions between them. The characteristics of the main technologies that allow geospatial data collection are then studied. Basic cartographic concepts are taught, namely the principles of the Earth flat representation and cartographic representation, as well as the process of cartographic generalization and its importance in the representation and integration of data from various sources and / or different scales. Finally, the ways of modeling and structuring geospatial and non-geospatial data in a GIS are studied as well as the basic concepts of spatial analysis and thematic cartography

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

Os conceitos fundamentais são lecionados em aulas TP, onde serão também resolvidos exercícios e realizados trabalhos práticos com dados geoespaciais, recorrendo a software SIG. A avaliação inclui uma componente prática e a realização de um exame escrito. A componente prática consiste na realização de projetos pelos alunos, iniciados nas aulas práticas laboratoriais e concluídos pelos alunos fora das aulas, e a realização de um relatório sobre o trabalho executado. A componente prática e a componente de exame escrito têm pesos de respetivamente 30% e 70% na nota final da unidade curricular.

Método de avaliação:

**Exame: 70%** 

Trabalho de campo: 30%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Fundamental concepts are taught in the theoretico-practical classes, exercises and practical projects are made using maps and geospatial data within GIS software. Student assessment includes a practical component and a final written exam. The practical component consists of works started off in class and concluded by the students on their own time and of a project report. The practical and theoretical assessment components have weights of respectively 30% and 70% towards the final mark.

Assessment method:

Exam: 70% Fieldwork: 30%

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: As componentes mais teóricas da unidade curricular serão avaliadas recorrendo a provas de frequência e/ou exames. São feitos exercícios e trabalhos práticos, que permitem aos alunos aplicar os conceitos apreendidos. A avaliação das capacidades que os alunos adquiriram para implementar na prática as metodologias lecionadas será feita mediante a realização de um projeto prático, que implica a escolha das metodologias a aplicar, a sua implementação, bem como a execução de um relatório com a descrição do trabalho desenvolvido. A realização do trabalho prático implica capacidade de aplicação prática de conhecimentos teóricos, de análise, síntese, comunicação, espírito crítico e aprendizagem autónoma. A avaliação utilizando uma componente prática e um exame permite assim avaliar os vários aspetos da aprendizagem do aluno.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

  The theoretical components of the course are assessed through interim written assignments and/or a final written exam. Several practical exercises are undertaken enabling students to apply the learned concepts. Assessment of acquired skills by students to implement taught methodologies is carried out through course work that requires the choice of the appropriate methodologies, their implementation and the elaboration of a report with the description of all the work developed. Carrying out the course work requires synthesis and analysis, communication, problem solving, critical thinking, autonomous learning and practical application of theoretical knowledge skills. A final assessment including the practical component above and a written exam allows a full evaluation of whether and how the different taught aspects were indeed acquired by the students.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - Gonçalves, J. A., Madeira, S. Sousa, J. J. (2008) Topografia. Editora Lidel.
  - Domingues, G. (2000) Noções gerais de geodesia. Instituto Geográfico do Exército.
  - Peterson, Gretchen (2009) GIS Cartography: A Guide to Effective Map Design. Boca Roca. CRC Press.
  - Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., Rhind, D. (2015) Geographic Information Science and Systems . John Wiley and Sons, Ltd., Chichester, England.
  - McMaster, B., Shea, K. (1992) Generalization in Digital Cartography. Association of American Geographers.
  - Matos, J.L. (2008) Fundamentos de Informação Geográfica (5ª. ed.). Edições Lidel.
  - Monmonier, M. (1996) How to Lie with Maps. The University of Chicago Press. Chicago.

Mapa IV - Engenharia Civil, Ambiente e Sustentabilidade

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia Civil, Ambiente e Sustentabilidade

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Civil Engineering, Environment and Sustainability

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CT

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

81

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP = 28 h

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Coordenador de Curso /Coordinator of the Course (Paulo Venda Oliveira): TP= 1 h

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

Luis Simões da Silva (TP=4,5h)
Fernando Seabra Santos (TP= 4,5h)
Luis Godinho (TP= 4,5 h)
Paulo Lopes Pinto (TP= 4,5 h)
Anísio Andrade (TP= 4,5 h)
Alvaro Seco (TP= 4,5 h)

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

O objectivo principal será o de dar a conhecer aos alunos a profissão que escolheram e enquadrar essa profissão com o meio ambiente e com as preocupações atuais relacionadas com a sustentabilidade. Para tal, ser-lhes-á fornecida informação sobre a evolução e o desenvolvimento dos fundamentos da Engenharia Civil e procurar-se-á sensibilizá-los para os diferentes desafios profissionais e científicos em cada um dos domínios da Engenharia Civil. Pretende-se ainda que o estudante adquira conhecimentos iniciais relacionados com a sustentabilidade das soluções de engenharia, e com a sua avaliação.

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

The main goal is to make the students aware of the profession they have chosen and frame the activity of the civil engineeri within the environmental and sustainability. With that purpose, information will be provided on the evolution and development of the fundamentals of Civil Engineering and it will be sought to make the students conscientious of the scientific and professional challenges in each domain of Civil Engineering.

It is also intended that the student acquires initial knowledge related to the sustainability of engineering solutions and to its evaluation.

- 4.4.5. Conteúdos programáticos:
  - 1 Evolução histórica da engenharia civil
  - 2 Grandes obras de engenharia em Portugal e no mundo
  - 3 Os diferentes domínios e os desafios da engenharia civil na atualidade
  - 4 Relação entre a engenharia civil e o ambiente: mudanças globais e desafios climáticos
  - 5 As preocupações da sustentabilidade em engenharia: introdução às políticas e metodologias de avaliação da sustentabilidade
- 4.4.5. Syllabus:
  - 1 Historical evolution of civil engineering
  - 2 Major engineering works in Portugal and worldwide
  - 3 The different domains and the challenges of civil engineering today
  - 4 Relationship between civil engineering and the environment: global change and climate challenges
  - 5 Concerns about sustainability in engineering: introduction to sustainability policies and assessment methodologies

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Na sua maioria, os alunos ingressam no curso com uma visão muito imperfeita da Engenharia Civil e das múltiplas vertentes do seu exercício profissional. As aulas dedicadas especificamente aos diferentes domínios da Engenharia Civil têm por objectivo transmitir aos alunos essa diferenciação. Esse objectivo é complementado e reforçado pelas palestras proferidas por entidades ou individualidades exteriores ao Departamento de Engenharia Civil e ligadas ao sector. Estas abordam temas de relevância para alunos em início de formação, como a descrição dos possíveis

percursos profissionais (projecto, fiscalização, direcção de obra, administração pública, etc.).

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

Most new students have a very imperfect view of what Civil Engineering and the multiple branches of its professional practice are. The objective of the lectures specifically devoted to the different domains of Civil Engineering is to make that differentiation clear to the students. This is complimented and strengthened by the talks proffered by entities or individuals not belonging to the Department of Civil Engineering but with a professional role in the sector. They focus topics of relevance for students beginning their formation, such as the description of the possible professional careers (design, production control, building direction, public administration, etc.).

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

Aulas sobre a história e actualidade da Engenharia Civil e sobre sustentabilidade em engenharia. Palestras com personalidades convidadas, versando aspectos diversos relacionados com a prática da profissão de Engenheiro Civil.

Método de avaliação:

Exame: 50%

Trabalho de síntese: 50%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures on the history and present of the Civil Engineering and on the sustainability in engineering. Talks proffered by invited entities or individuals on topics related to the practice of the profession of Civil Engineer.

Assessment method:

Exam: 50%

Synthesis work: 50%

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: As palestras e aulas com formato similar são a melhor forma de conferir aos alunos uma visão básica mas abrangente do mundo da Engenharia Civil e de os motivar para o curso, porque trazem ao contacto com eles protagonistas com carreiras e histórias reais, que estimulam a sua atenção e curiosidade.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The talks and lectures with a similar format are the best way to provide the students a basic but broad view of the world of Civil Engineering and to motivate them for the course, because they bring to their contact protagonists with actual careers and stories, which stimulate their attention and curiosity.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Gordon, J.E., Structures, or Why Things Don't Fall Down, Penguin Books, 1987

Pereira, F. G., "História da Engenharia em Portugal", Publindustria, Lisboa, 2010

Bragança, L., Koukkari, H., Blok, R., Gervásio, H., Veljkovic, M., Plewako, Z., ... & Ungureanu, V. (2007). Sustainability of Constructions Integrated Approach to Life-time Structural Engineering. Sustainable Construction A Life Cycle Approach in Engineering, 1.

Mapa IV - Informática

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Informática

4.4.1.1. Title of curricular unit:

**Programming and Computer Science** 

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

TP= 21 h; PL= 42 h

#### 4.4.1.6. ECTS:

6

#### 4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

#### 4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

António Alberto Santos Correia (TP: 21,0 h; PL: 42,0 x 2 Turmas = 84 h)

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

Paulo Amado Mendes (PL: 42,0 x 2 Turmas = 84 h)

Alberto Martins (PL: 42,0 x 2 Turmas = 84 h)

José Antunes do Carmo (PL: 42,0 x 2 Turmas = 84 h)

Sandra Monteiro (PL: 42,0 x 2 Turmas = 84 h)

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

Apresentar os fundamentos base sobre o funcionamento de computadores.

Fomentar a utilização de ferramentas informáticas para tratamento e análise de dados, tendo em vista o desenvolvimento da capacidade de decisão e argumentação.

Explorar a utilização de folhas de cálculo como ferramenta de grande utilidade em engenharia.

Apresentar conceitos de programação e algoritmia, com o objectivo de desenvolver um raciocínio lógico de programação.

Dotar os alunos de conhecimentos de uma linguagem de programação e capacitá-los na sua utilização para a criação de código para resolução de casos práticos.

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

To present some of the basis of computers functioning.

To encourage the use of software tools for analysis and treatment of numerical data, with the goal of the improvement of decision and arguing capacities.

To explore the use of spreadsheets as a useful engineering tool.

To present some basic concepts of structured programming and algorithms, with the purpose of development of logical thinking and programming intelligence.

To provide the students with knowledge of a programming language and enable them to use it to create code for solving practical cases.

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Conhecimentos Avançados de Excel

Apresentação do Excel; Utilização de folhas de cálculo, criação de tabelas, tabelas dinâmicas, construção e análise de gráficos; Principais funções de aritmética e trigonometria, cálculo matricial, estatística, data e hora, lógica e de procura e referência; Obtenção de soluções aproximadas através da funcionalidade "Goal Seek" e resolução de problemas com variáveis múltiplas através da funcionalidade "Solver".

2. Fundamentos de Programação na resolução de problemas de engenharia

Noções de algoritmia, representação de algoritmos e fluxogramas; Programação estruturada, programas principais e subrotinas; Estruturas de decisão e de repetição; Tipos de dados e declaração de variáveis; Manipulação de dados do tipo array (vetores e matrizes); Desenvolvimento de interfaces de comunicação com o utilizador; Leitura e exportação de dados; Construção de gráficos; Desenvolvimento de programas aplicados à resolução de problemas de engenharia.

#### 4.4.5. Syllabus:

1. Advanced Knowledge of Excel

Presentation of Excel software; Use of worksheets, creation of tables, dynamic tables, creation and analysis of charts; Main intrinsic functions used in arithmetic and trigonometry, matrix calculus, statistical, date and time, logical and lookup and reference; Achievement of approximated solutions by the use of "Goal Seek" and solution of multivariable

problems by the use of "Solver".

2. Fundamentals of Programming for engineering problems

Basis of design of algorithms, representation of algorithms and flowcharts; Structured programming, principal programs and subroutines; Decision and looping statements; Types of data and declaration of variables; Operating with array data; Interface design; Data read and data export; Chart design; Development of codes applied to solve practical engineering problems.

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

  O programa da unidade curricular tem uma aplicação transversal a diversos ramos da engenharia e versa sobre três temas, cujo objectivo é justificado da seguinte forma:
  - i) Utilização avançada de Excel, com o objectivo de desenvolver a capacidade de utilização de folhas de cálculo e de representação gráfica de dados; Recurso a ferramentas do Excel para análise de dados, de forma a facultar a tomada de decisões e de desenvolver o espírito crítico.
  - ii) Fundamentos de programação estruturada, que permite desenvolver o raciocínio lógico e matemático na resolução de problemas; Os alunos devem ficar capacitados para construir algoritmos para resolução de problemas simples recorrendo a instruções de programação.
  - iii) Desenvolvimento de programas aplicados à resolução de problemas de engenharia; Os alunos deverão desenvolver a capacidade de manipular com diferentes tipos de dados e variáveis, representar valores na forma gráfica, validar, depurar e corrigir os programas a desenvolver.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The subjects presented on this curricular unit have a transversal application on several engineering areas. The syllabus comprises three subjects, with the following purposes and justifications:

- i) Advanced use of Excel, with the purpose to develop skills for the use of worksheets and charts for graphical representation of data; To promote the use of Excel tools for data analysis, with the goal of provide the bases for fair decisions and to develop critical sense.
- ii) Fundamentals of structured programming, where basis of algorithms are presented. Development of logical and mathematical thought for solving problems; Students should be capable to conceive algorithms for simple problems using programming instructions.
- iii) Development of programming codes to solve practical engineering prob; Students should develop their own capacities for creation of programming codes, manipulating with different types of data and variables, as well as to validate, debug and correct the codes.
- 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas Teórico Práticas

Regime hands-on: exposição das matérias e conceitos fundamentais, ao mesmo tempo ilustrada com a resolução de problemas de aplicação. Apresentação de exercícios de engenharia aos alunos com o objectivo de estimular a aprendizagem e de auto-avaliarem os seus conhecimentos. Aulas recorrem a meios audiovisuais.

Aulas Práticas Laboratoriais

Resolução dos exercícios dispostos nas Fichas Práticas com auxílio do docente. Desenvolvimento de competências na utilização de meios informáticos (1 computador pessoal por aluno). Aulas recorrem a meios audiovisuais.

Método de avaliação:

Exame: 50% Frequência: 25% Mini Testes: 25%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-Practical Lectures

Hands-on type: presentation of the subjects and fundamental concepts, complemented with application problems solved. Engineering problems are presented to the students with the purpose of stimulate the learning process and promote the auto-evaluation of knowledge. In the lectures audio-visual equipment is used.

Practical and Laboratorial Lectures

The exercises presented in the Practical Issues are solved with tutorial support. Development of the capabilities to use computer software (1 personal computer per student). In the lectures audio-visual equipment is used

Assessment method:

Exam: 50%

Midterm exam: 25%

Test: 25%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: As aulas teórico-práticas visam uma apresentação aprofundada das matérias, com exemplos práticos, facultando aos

alunos a criação de uma base de conhecimento com capacidade de aplicação transversal a diversas áreas do saber. O domínio dos conceitos adquiridos permitirá desenvolver competências básicas em actividades ao longo do curso e da vida profissional em engenharia, nomeadamente em projecto, direcção de obra e em I&D.

A resolução de exercícios nas aulas práticas e laboratoriais permite confrontar os alunos com problemas concretos, relacionados com os assuntos explanados nas aulas teóricas. Com a resolução de problemas em grupo, também se procura estimular a discussão e a apresentação de alternativas às soluções inicialmente criadas.

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

The theoretical-practical lectures aim to present the fundamentals of the subjects, with practical examples, providing the creation of a based knowledge for further transversal application at different areas. The ability for the use of the acquired concepts may allow the development of basic competences useful in academic and professional activities, namely in project design, project management and evaluation and R&D.

The exercises solved in practical and laboratorial lectures are related with the subjects presented at theoretical lectures and faces the students with concrete problems. Also, the discussion of subjects is stimulated in the workgroups, as well as the presentation of alternative solutions for the problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Correia, A. & Grazina, C. "Informática - Parte I: Fundamentos de Excel", DEC-UC (2017). Correia, A. "Informática - Parte II: Introdução à programação em Matlab", DEC-UC (2017). Sousa, M.J. "Fundamental do Excel 2010", FCA Editora (2011) Peres, P. "Macros e Aplicações Excel 2007", Edições Sílabo (2009) Walkenbach, J. "Excel 2007 Bible", Wiley Publishing, Inc. (2011). Morais, V. & Vieira, C. MATLAB - Curso Completo, FCA editor (2013). William Palm III, "Introduction to MATLAB for Engineers" 3rd Edition (2010).

Mapa IV - Desenho Técnico

- 4.4.1.1. Designação da unidade curricular: Desenho Técnico
- 4.4.1.1. Title of curricular unit: Technical Drawing
- 4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere: EC
- 4.4.1.3. Duração: Semestral
- 4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP = 63.0 h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

- 4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo): Ricardo Costa (TP: 63,0 h x 2T = 126 h)
- 4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Paulo Venda Oliveira (TP: 63,0 h\*1T) Fernando Branco (TP: 63,0 h\*1T)

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

  Aquisição de conhecimentos básicos ao nível do Desenho Técnico na ótica da linguagem de comunicação privilegiada
  na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção, nomeadamente: (i) desenvolvimento da capacidade de
  representar objetos com recurso aos sistemas de projeção plana normalizados, (ii) desenvolvimento da capacidade de
  produzir e interpretar Desenhos Técnicos respeitantes da normalização em vigor.
- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

  Acquisition of basic knowledge about Technical Drawing as the privileged communication language in the Architecture,
  Engineering and Construction industry, namely: (i) development of the ability to represent objects using standard
  projection methods, (ii) development of ability to produce and interpret Technical Drawings according to current
  relevant standards

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Normalização em Desenho Técnico na indústria da Arquitetura Engenharia e Construção.
- 2. Utilização de sistemas CAD no Desenho Técnico.
- 3. Sistemas de representação ortográfica.
- 4. Sistemas de representação axonométrica.
- 5. Cortes e secções.
- 6. Cotagem.
- 7. Sistemas de representação com projetantes convergentes.
- 8. Geometria cotada e desenho topográfico.
- 9. Modelação 3D e conceitos básicos de BIM.

#### 4.4.5. Syllabus:

- 1. Standardization in Technical Drawing in the Architecture Engineering and Construction industry.
- 2. Use of CAD systems in Technical Drawing.
- 3. Orthographic representations.
- 4. Axonometric representations.
- 5. Cuts and sections.
- 6. Presentation of dimensions.
- 7. Convergent projections representations.
- 8. Topographic drawing.
- 9. 3D modeling and basic BIM concepts.
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A capacidade de transmitir informação no âmbito da indústria da AEC com recurso ao Desenho Técnico é alcançada dotando aos alunos de competência ao nível da representação gráfica recorrendo a métodos de projeção do âmbito da Geometria Descritiva. A universalidade da linguagem é alcançada aliando esta capacidade às convenções estipuladas pela normalização internacional em vigor. A introdução ao BIM e à modelação 3D será efetuada na ótica do desenvolvimento da capacidade de usar ferramentas que facilitam a produção mais automatizada de Desenhos Técnicos.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The ability to communicate in the AEC industry through the use of Technical Drawings is achieved by providing students with graphic representation skills using methods of projection from Descriptive Geometry. The universality of language is achieved by combining this capacity with the conventions stipulated by the current relevant international standards. The introduction to BIM and 3D modeling will be done from the perspective of developing the ability to use tools that facilitate the automated production of Technical Drawings.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas com exposição detalhada, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos e princípios fundamentais ao Desenho Técnico, nomeadamente dos métodos de projeção e da normalização aplicável. Apresentação dos principios de BIM e introdução à modelação 3D neste âmbito. Resolução de exercicios exemplificativos seguida de aplicação individual por parte dos alunos com recurso a ferramentas computacionais. Para esse efeito a aula será ministrada numa sala equipada com um computador por aluno e com software CAD e BIM disponivel.

Método de avaliação:

Exame: 60%

Resolução de problemas: 40%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes with detailed exposition of the concepts and fundamental principles to Technical Drawing, namely the projection methods and the relevant international standards. Presentation of the principles of BIM and introduction to 3D modeling. Resolution of exercises followed by individual application by students using computational tools. The class will be held in a room equipped with one computer per student with CAD and BIM software.

Assessment method:

Exam: 60%

Problem resolving report: 40%

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: As metodologias de ensino adotadas para esta unidade curricular assentam no desenvolvimento de competências que permitam ao aluno adquirir os conhecimentos necessários à produção e interpretação de Desenhos Técnicos no âmbito da indústria da AEC. São ainda ministrados conceitos básicos de BIM e é introduzida a modelação geométrica 3D. A metodologia de ensino a aplicar assenta na apresentação dos conceitos básicos e na sua aplicação imediata por parte do aluno na aula e fora da aula possibilitando-lhe adquirir os conhecimentos básicos que aplicará ao longo do curso nas restantes Unidades Curriculares.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

  The teaching methodologies adopted in this curricular unit are based on the development of competences that allow the student to acquire the knowledge necessary for the production and interpretation of Technical Drawings within the AEC industry. Basic BIM concepts are also taught and 3D geometric modeling is introduced. The teaching methodology to be applied is based on the presentation of the basic concepts and their immediate application by the student in class and out of class, enabling him to acquire the basic knowledge that will be applied throughout the course in the remaining Curricular Units.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - [1] Costa, R. (2018), Desenho Técnico para Arquitetura, Engenharia e Construção, Engebook.
  - [2] Normas publicadas pelo Instituto Português da Qualidade no domínio de Desenho Técnico Geral (ICS 01.100.01), Desenhos de Construção Civil (ICS 01.100.30), Desenhos de Construção Mecânica (ICS 01.100.20) e Outras Normas Relacionadas com Desenho Técnico (ICS 01.100.99).
  - [3] Garcia, J. (2015), AutoCAD 2015 & AutoCAD LT 2015, FCA.
  - [4] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. e Liston, K. (2014), Manual de BIM. Bookman.

Mapa IV - Fenómenos Ondulatórios, Eletromagnetismo e Termodinâmica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fenómenos Ondulatórios, Eletromagnetismo e Termodinâmica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Wave phenomena, Electromagnetism and Thermodynamics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T=42 h; TP=28 h

4.4.1.6. ECTS:

6

#### 4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

#### 4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

*Vítor Hugo Nunes Rodrigues (T=42 ; TP=28\*3T)* 

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

---

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

Compreender e utilizar conceitos e princípios básicos da Física (Ondas, Eletromagnetismo, Fluidos e Termodinâmica) através das metodologias e técnicas adequadas para o efeito. Compreender como estes princípios básicos permitem explicar toda uma diversidade de fenómenos da área das Ciências da Engenharia, em particular, e da Ciência e da Tecnologia, em geral. Preparar, processar, interpretar e comunicar informação física, utilizando fontes bibliográficas pertinentes, discurso adequado e ferramentas apropriadas

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

To understand and apply basic concepts and principles of Physics (Waves, Electromagnetism, Fluids and Thermodynamics) using the appropriate methodologies and techniques. To understand how these basic principles allow for the explanation of a broad spectrum of phenomena in the area of the Engineering Sciences, in particular, and Science and Technology in general. To prepare, process, interpret and communicate physics information, using relevant literature sources, a proper speech and proper tools

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 Fenómenos ondulatórios
- 1.1 Oscilações harmónicas simples.
- 1.2 Características gerais das ondas. Ondas sinusoidais.
- 1.3 Ondas transversais e longitudinais.
- 1.4 Ondas estacionárias.
- 1.5 Ondas sonoras. Sons e ultrassons
- 1.5 Reflexão e refração.
- 2 Eletromagnetismo
- 2.1 Carga elétrica e lei de Coulomb. Campo elétrico.
- 2.2 Potencial eletrostático
- 2.3 Condutores e isoladores.
- 2.4 Corrente elétrica. Resistência e Lei de Ohm. Circuitos simples de corrente contínua.
- 2.5 Campo magnético. Fontes de campo magnético.
- 2.6 Indução eletromagnética e geradores de corrente alternada.
- 3 Fluidos e termodinâmica
- 3.1 Introdução à Termodinâmica e equação de estado de um gás perfeito
- 3.2 Leis da Termodinâmica
- 3.3 Transmissão de calor (condução, convecção, radiação)
- 3.4 Propriedade térmicas de materiais.

#### 4.4.5. Syllabus:

- 1 Wave phenomena
- 1.1 Simple harmonic oscilations.
- 1.2 General features of waves. Sine waves.
- 1.3 Transversal and longitudinal waves.
- 1.4 Stationary waves.
- 1.5 Sound waves. Sounsds and ultra-sounds
- 1.5 Reflection and refraction.
- 2 Electromagnetism
- 2.1 Electric charge and Coulomb's law. Electic field.
- 2.2 Electrostatic potential.
- 2.3 Conductors and isolators.

- 2.4 Electric current. Resistance and Ohm's Law. Simple DC circuits.
- 2.5 Magnetic field. Sources of magnetic field.
- 2.6 Electromagnetic induction and AC generators.
- 3 Fluids and Thermofynamics
- 3.1 Introduction to Thermodynamics and state equation of an ideal gas.
- 3.2 Laws of Thermodynamics
- 3.3 Heat propagation (conduction, convection, radiation)
- 3.4 Thermal properties of the materials.
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Os conteúdos programáticos contêm os assuntos cuja aprendizagem corresponde aos objectivos desta disciplina. A organização da estrutura deste programa corresponde à sequência lógica necessária para este estudo, em que cada capítulo introduz conceitos que vão ser essenciais para a compreensão do capítulo seguinte. A introdução da resolução de problemas práticos nas aulas teóricas permite fazer a ligação entre teoria e prática e mostrar como, subjacente a uma grande diversidade de fenómenos da área das Engenharias, está uma teoria física simples e coerente
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus contains the subjects required in the learning outcomes. The organisation of its structure corresponds to the logical sequence that is required for this study, in which each chapter introduces concepts that are necessary for the next. Solving some problems in the lectures allows for establishing a connection between theory and practice and illustrates how, behind a broad spectrum of phenomena in the field of Engineering, lies a simple and coherent physical theory.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com exposição detalhada dos conceitos, princípios e teorias fundamentais e com a resolução de alguns exercícios práticos que preencham todas as necessidades de enquadramento dos alunos para com a matéria. Aulas teórico-práticas em que se pretende que os alunos, com a orientação do docente, resolvam alguns exercícios de aplicação prática.

Método de avaliação: Frequência: 100%

Outra: A avaliação pode ser feita por exame final em alternativa às frequências

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes where a detailed description of the concepts, theories and theorems is provided. Some problems are also solved, thus illustrating the practical applications of the theory. Problem classes where the students solve practical problems with the guidance of the teacher.

Assessment method: Midterm exam: 100%

Other: Course assessment can also be made by exam as an alternative to the midterm exams assessment.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A estratégia e o método de ensino adotado procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem e na sua valorização pessoal, e assim levar ao desenvolvimento, para além de competências técnicas específicas, de algumas competências genéricas, de natureza instrumental, pessoal e sistémicas.

Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas nas aulas teóricas e os exercícios de aplicação prática que se procura que os alunos resolvam nas aulas teórico-práticas estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, em raciocínio crítico, em aplicar na prática os conhecimentos teóricos e, num nível mais avançado, da competência em análise e síntese. Serão realizados trabalhos experimentais de eletricidade, de demonstração, recorrendo a kits compostos por pilhas, resistências, condensadores, aparelhos de medida e fios de ligação, mas sem exigência de relatório.

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

The teaching strategy and methods adopted aim at engaging the student in the learning process and in his personal development, and lead to the development of some general skills of instrumental, personal and systemic nature. With the knowledge and understanding of the subjects lectured in the theoretical classes and the practical applications provided in the problem classes, the student is capable of developing skills in problem solving, critical reasoning, application of theoretical knowledge to practical situations and, at a more advanced level, analysis and synthesis. Experimental electricity work, of demonstration character, will be carried out using kits consisting of batteries, resistors, measuring devices and connecting wires, but without the requirement of a Report from the student.

#### 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

H.D. Young, R.A. Freedman, Física, São Paulo, Addison-Wesley, 2009,12ª Ed.

Costa, M. M. R. R. e Almeida, M. J. B. M. (2004). Fundamentos de Física. 2ª ed. Coimbra: Almedina.

Benson, H., University Physics, John Wiley & Sons, Revised edition, New York, 1995.

Giancoli, D. C., Physics for Scientists and Engineers, 3rd ed., Prentice Hall, New York, 2000.

Halliday, D.; Resnick, R., Fundamentos de Física, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1985.

Halliday, D.; Resnick, R.; Krane, K.S., Physics, 5th Ed.

Kane, J.W.; Sternheim, M.M., Physics, 3rd ed. John Wiley & Sons, New York, 1988.

Marion, J.B.; Hornyak, W.F., General Physics with Bioscience Essays, John Wiley & Sons, 2nd Ed., New York, 1985.

Sears, F.; Zemansky, M.W.; Young, H.D., Física, 2ª ed., Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1985.

Tipler, P.A., Física para cientistas e engenheiros, 3ª ed., Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1994.

#### Mapa IV - Mecânica dos Meios Contínuos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecânica dos Meios Contínuos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mechanics of Continuous Media

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

4.4.1.5. Horas de contacto:

T= 30 h; TP= 28,5 h; PL= 4,5 h

4.4.1.6. ECTS:

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Vitor Dias da Silva (T=10 h; TP=28,5 h x 2Turmas = 57h; PL=4,5 x 2Turmas = 9 h

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

José Paulo Lopes de Almeida (T=10 h; TP=28,5 h x 2Turmas = 57h; PL=4,5 x 2Turmas = 9 h)

Carlos Rebelo (T=10 h; TP=28,5 h x 2Turmas = 57h; PL=4,5 x 2Turmas = 9 h)

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

Tradicionalmente, nos cursos de Engenharia Civil, os conceitos fundamentais de Mecânica dos Sólidos e de Mecânica dos Fuídos são leccionados em disciplinas separadas. Nesta unidade curricular, em contraste com a abordagem tradicional, são transmitidos aos alunos, de uma forma unificada, os conceitos fundamentais de Mecânica dos Sólidos e dos Fluidos, que serão a base do núcleo fundamental das disciplinas das áreas de Estruturas e Mecânica Estrutural, Geotecnia e Hidráulica. Alcança-se assim uma maior economia e uniformidade de linguagem no processo de aprendizagem ao longo do ciclo de estudos.

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

Traditionally, in the Civil Engineering courses the fundamental concepts of Solid Mechanics and Fluid Mechanics area

teached in separate units, In contrast, in this curricular unit, the student is provided, in a unified manner, with the basic concepts of Solid and Fluid Mechanics, that will be the fudamental basis for the disciplines of the Structural Mechanics and Structures, Geotechnics and Hidraulic areas. In this way greater economy and language homogeneity is achieved in the learning proces of this study Cycle.

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução - O conceito de meio contínuo na mecânica clássica

Elementos de álgebra vetorial e tensorial Elementos de análise vetorial e tensorial

Cinemática – Parte I: Deformação Aplicação laboratorial: extensometria Cinemática – Parte II: Movimento

Aplicação laboratorial: visualização dos diversos tipos de escoamentos

Leis de conservação e balanço

Teoria das tensões

Relações constitutivas: Modelos reológicos unidimensionais; lei de Hooke generalizada; energia de deformação;

critérios de cedência; fluidos ideais e Newtonianos.

Aplicação laboratorial: ensaio de tração de um provete de aço macio

Aplicação laboratorial: determinação do coeficiente de viscosidade dinâmica de um fluido

Escoamento de fluidos newtonianos

#### 4.4.5. Syllabus:

Introduction – the concept of continuous media in classical mechanics

Elements of vector and tensor algebra Elements of vector and tensor analysis Kinematics – Part I: deformation laboratory application: extensometry

Vinematics Port II metics

Kinematics – Part II: motion

laboratory application: visualization of several types of flows

Balance and conservation laws

Theory of stress

Constitutive laws: one-dimensional rheological models; generalized Hooke's law; deformation energy; yield criteria;

perfect and Newtonian fluids

laboratory application: one-dimensional tensile test of a mild steel specimen

laboratory application:

# 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: O programa da disciplina contém as matérias de Mecânica dos Sólidos que lhe conferem as bases necessárias para a compreensão das matérias lecionadas a jusante nas disciplinas de Resistência de Materiais e de Mecânica dos Solos. Contém também a base de Mecânica dos Fluidos que será necessária para as disciplinas da área de Hidráulica

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

The syllabus contains the subjects of Solid Mechanics that will provide the student with the base knowledge for the understanding the subjects that will be taught downstream in the disciplines of Strength of Materials and Soil Mechanics. It contains also the basis of Fluid Mechanics that will be necessary in the disciplines of the Hydraulics area

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

Aulas teórico-práticas com exposição detalhada dos conceitos, princípios e teorias fundamentais, acompanhada da resolução de exercícios teórico-práticos ilustrativos da aplicação dos conceitos teóricos introduzidos. Resolução autónoma de exercícios em que se pretende que os alunos, com a orientação do docente, resolvam problemas de aplicação teórico-prática e prática.

Método de avaliação: Frequência: 35% + 65%

Outra: A avaliação pode ser feita por exame final em alternativa às frequências

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Detailed presentation of the theory, accompanied by the resolution of illustrative examples and exercises by the teacher. Autonomous problem solving in which the students work out exercises and problems of theoretical and practical application with the guidance of the teacher.

Assessment method: Midterm exam: 35% + 65%

Other: Course assessment can also be made by exam as an alternative to the midterm exams assessment.

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A apresentação dos conceitos teóricos seguida da apresentação de exercícios resolvidos permite a iniciação dos alunos na matéria leccionada. A resolução autónoma de exercícios práticos permite a consolidação da aprendizagem dos conceitos teóricos.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The presentation of the theoretical concepts followed by the presentation of worked out exercises allows the initiation of the students in the addressed matters. The autonomous workout of practical exercises allows the consolidation of learned theoretical concepts

- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - [1] Continuum Mechanics, A. J. M. Spencer, DoverPublications.com, 1992
  - [2] Introduction to Tensor Calculus and Continuum Mechanics, J.H.. Heinbockel, Trafford Pub., 2001.
  - [3] An Introduction to Continuum Mechanics, M. Gurtin, Elsevier, 1981.
  - [4] Principles of Continuum Mechanics, M.N.L. Narasimhan, John Wiley and Sons, 1993
  - [5] Tensor Analysis and Continuum Mechanics, W. Flugge, Springer-Verlag, 1972.
  - [6] A First Course in Continuum Mechanics, Y.C. Fung, 3rd ed., Prentice Hall, 1994
  - [7] V. Dias da Silva, Mecânica e Resistência dos Materiais, 4ª edição, Edição do Autor, Coimbra, 2013,
  - [8] V. Dias da Silva, Mechanics and Strength of Materials, Springer-Verlag Berlin HeidelberHeidelberg 2006,
  - [9] YUNUS A. ÇENGEL, JOHN M. CIMBALA, Mecânica dos Fluídos Fundamentos e Aplicações, McGraw-Hill, 2007.
  - [10] John W. Rudnicki, Fundamentals of Continuum Mechanics, wiley 2014,
  - [[11] Ciprian D. Coman, Continuum Mechanics and Linear Elasticity, Springer 2020

Mapa IV - Análise Matemática II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Matemática II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Μ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T= 42h; TP= 28h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo): Carlota Isabel Leitão Pires Simões (T= 21h; TP= 28 h \* 2T)

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

Amílcar José Pinto Lopes Branquinho (T= 21h; TP= 28 h \* 1T)

- 4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
  - O estudante aprovado nesta unidade curricular deverá ser capaz de:
  - 1. Calcular áreas planas e de superfície usando integrais duplos;
  - 2. Calcular volumes usando integrais duplos e triplos, bem como o centro de massa de um sólido (com densidade homogénea ou não);
  - 3. Resolver problemas envolvendo aplicações dos integrais estudados em contextos de modelação matemática.
  - 4. Resolver equações diferenciais de variáveis separáveis;
  - 5. Resolver equações diferenciais lineares;
  - 6. Resolver sistemas de equações lineares com coeficientes constantes.
- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The student who successfully completes this course will be able to:

- 1. Compute areas of plane regions and surface graphs using double integration;
- 2. Compute volumes using double and triple integrals, as well as the center of mass of a solid (with arbitrary density function);
- Solve problems involving applications of integration to mathematical modelling;
- 4. Solve a separable differential equation;
- 5. Solve linear differential equations;
- 6. Solve systems of linear equations with constant coefficients.

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- I. Cálculo integral em R2 e R3
- I.1 Integral duplo e aplicações
- I.2 Integral triplo e aplicações
- I.3 Mudanças de variáveis no integral duplo e triplo
- I.4 Integral curvilíneo. Teorema de Green
- 1.5 Integral de superfície. Teoremas de Stokes e da divergência
- II. Equações Diferenciais Lineares
- II.1 Equações diferenciais de primeira ordem: variáveis separáveis e lineares
- II.2 Métodos do polinómio anulador, de abaixamento de ordem e da variação das constantes
- II.3 Sistemas de equações lineares com coeficientes constantes

#### 4.4.5. Syllabus:

- I. Integral calculus in R2 and R3
- I.1 Double integrals and applications
- I.2 Triple integrals and applications
- I.3 Change of variables in double and triple integrals
- I.4 Line integrals. Green's Theorem
- I.5 Surface integrals. Stoke's and divergence theorems
- II. Linear Differential Equations
- II.1 First order differential equations: the separable case and the linear case
- II.1 Annihilator, reduction of order, and variation of parameters methods
- II2. Systems of linear differential equations with constant parameters
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: O conceito de integral de uma função de uma única variável é estendido a integrais duplos e triplos de funções de duas e três variáveis. O conhecimento da integração dupla e tripla permite a construção dos integrais curvilíneos e de superfície e o estudo das suas consequências, das quais se destacam os teorema de Green, de Stokes e da divergência. A segunda parte da unidade curricular foca no importante capítulo das equações diferenciais lineares. A introdução às técnicas de resolução de equações diferenciais é feita pelos casos mais simples, nomeadamente as equações difenciais de variáveis separáveis e as equações lineares de primeira ordem. São então analisadas várias técnicas de resolução de equações lineares de ordem superior, das quais se destacam as recorrentes ao método do polinómio anulador, do abaixamento de ordem e da variação das constantes.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The concept of integral of a function of a single variable is extend to double and triple integrals of functions of two and three variables. The knowledge of double and triple integration allows the construction of line and surface integration, and the analysis of its consequences, of which Green's, Stokes' and divergence theorem stand out. The second part of

the curricular unit focuses on the important chapter of linear differential equations. The introduction to the techniques for solving differential equation begins with the simplest cases of separable differential equations and first order linear equations. Several techniques for solving higher order linear differential equations are then analysed, such as the annihilator, reduction of order and variation of parameters methods.

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

As aulas são de tipo teórico e teórico-prático. Os métodos de ensino são predominantemente expositivos nas componentes teóricas. Nas componentes práticas são resolvidos problemas sob a orientação do professor. Na exposição prevalece uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta dando um papel central à visualização e à análise de situações particulares antes de proceder a uma abstração progressiva das noções a introduzir. Ao longo do semestre é disponibilizado apoio tutorial à resolução das tarefas propostas.

Método de avaliação:

Frequência: 100% (2 ou mais frequências)

Outra: A avaliação pode ser feita por exame final em alternativa às frequências

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching in this course assumes two formats: theoretical and example classes. During a theoretical class teaching is mostly expository. During an example class teaching consists of problem solving by the students under the guidance of the lecturer. A strong interaction between notions and their practical application is emphasised. In this task, the visualization and the analysis of concrete examples takes on a central role and prepares the way for the abstract definitions. Tutorial support is available to students to help them on the tasks assigned by the lecturers.

Assessment method:

Midterm exam: 100% (2 or more midterm exams)

Other: Course assessment can also be made by exam as an alternative to the midterm exams assessment.

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Na parte teórica das aulas, a teoria que alicerça as aplicações é explicada, são descritas as técnicas necessárias e são feitos exemplos concretos. Na parte prática o estudante é incentivado a desenvolver as suas próprias competências no domínio da teoria e das suas aplicações. É a ligação entre estes dois tipos de ensino que promove a aprendizagem dos conteúdos da unidade curricular e leva ao alcance dos seus objetivos.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

  During the theoretical part of classes the lecturer describes the theory underlying the applications, the required problem solving techniques and many concrete examples. During example parts of classes the student is encouraged to develop his/hers own skills in the fields of the theory and applications. It is this interplay between these two types of teaching that can promote acquisition of the syllabus and the attainment of the course objectives.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - [1] James Stewart: Cálculo, Volumes I e II., Cengage Learning, (tradução da 8ª edição norte-americana) 2017
  - [2] Gabriel E. Pires: Cálculo diferencial e integral em Rn. IST Press (Colecção Ensino da Ciência e da Tecnologia), 2012.
  - [3] M. Olga Baptista: Matemática Integrais Duplos, Triplos, de Linha e de Superfície. Edições Sílabo. (2ª Edição: 2001).
  - [4] Erwin Kreiszig: Advanced Engineering Mathematics, Willey (10<sup>a</sup> edição: 2014).
  - [5] Dennis G. Zill: Equações Diferenciais com aplicações em modelagem. Cengage Learning (tradução da 10ª edição norte-americana), 2016.

Mapa IV - Mecânica II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecânica II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mechanics I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

TP= 63 h

#### 4.4.1.6. ECTS:

6

#### 4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

#### 4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

João Henrique Jorge de Oliveira Negrão (TP= 63h x 2 turmas = 126 h)

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

Rui Simões (TP= 63h \* 2 turma = 126 h)

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

O principal objectivo é a introdução e desenvolvimento de conceitos básicos de Mecânica das Estruturas, com particular relevo para a Estática, da maior relevância para a futura aquisição de conhecimentos na área de Estruturas e afins. A maioria destes conceitos será usada de forma quase intuitiva pelo engenheiro estruturalista, no exercício da sua actividade profissional. Espera-se, da frequência da disciplina, que o aluno adquira as seguintes competências específicas:

- Compreensão dos conceitos fundamentais
- Determinação das condições de vinculação de estruturas
- Síntese ou análise de estruturas: esforços, forças em ligações, reacções

Espera-se ainda a aquisição de competências genéricas em análise e síntese, resolução de problemas, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma e aplicação prática de conhecimentos teóricos.

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

The main goal is the introduction and development of the basic concepts of the Mechanics of Structures, with emphasis to Statics, of utmost importance for the future acquisition of knowledge in the area of Structures and similar. Most of these concepts will be used in an almost intuitive way by the structural engineer, during its professional activity. It is expected that the students attending the course unit acquire the following specific skills:

- understanding of the basic concepts
- determination of the conditions of connection of bodies and structures
- synthesis or analysis of structures: stresses, connecting forces, reactions

It is also expected the acquisition of general skills in synthesis and analysis, problems solving, critic thinking, capability for autonomous learning and practical application of theoretical knowledge.

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Síntese e vinculação de sistemas de corpos.

Ligações. Apoios. Vinculação do corpo rígido: eficaz (isostatia, hiperestatia), ineficaz, insuficiente (hipostatia). Sistemas de 2 corpos e de corpos múltiplos.

2. Sistemas reticulados e diagramas de esforços.

Barras. Sistemas reticulados. Carregamentos, esforços e sua relação. Esforços em secções. Diagramas de esforços. Libertações. Biacções.

- 3. Análise de estruturas reticuladas tridimensionais.
- 4. Métodos de análise das condições de vinculação de corpos: Estatia

Métodos da estrutura arborescente, formulário e separação de corpos.

5. Treliças e sistemas articulados.

Sistemas articulados. Treliças simples: métodos dos nós, Ritter e projecções. Treliças complexas.

6. Método dos Trabalhos Virtuais.

Aplicação do método no cálculo de reacções de apoio, forças de ligação internas e esforços em secções.

#### 4.4.5. Syllabus:

1. Synthesis and connection of systems of rigid bodies.

Connections. Supports. Connection of the single body: effective (isostatic, hyperstatic), ineffective, insufficient (hypostatic). Systems of 2 bodies and multibody.

2. Framed structures and internal forces diagrams.

Bars. Framed systems. Loads and internal forces and its relation. Internal forces in specific sections. Internal forces diagrams. Releases. Bi-actions.

- 3. Analisys of three-dimensional framed structures.
- 4. Methods of analysis of the connecting conditions.

Formulae, tree-shaped structure method, separation of constituting bodies.

5. Lattice systems and trusses.

Lattice systems. Simple trusses: method of node equilibrium, Ritter method, projection method. Complex trusses.

6. Method of Virtual Work.

Applications of the method: evaluation of support reactions, forces in internal connections and internal forces in sections.

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A Estática Aplicada constitui a pedra basilar de toda a formação subsequente em Engenharia de Estruturas. Na actual estrutura curricular do curso, é também a primeira disciplina da área pedagógica-científica de Engenharia Civil ministrada aos alunos. Considera-se que o conteúdo programático da unidade curricular corresponde ao nível de conhecimentos adequado, mas não exaustivo, para uma sólida formação de base neste domínio, bem como para a capacidade de progressão autónoma na área. A exposição dos conteúdos teóricos é sistematicamente apoiada na resolução de problemas teórico-práticos, nos quais os alunos exercitam e desenvolvem as suas capacidades de análise, síntese e raciocínio crítico. A terminologia muito especializada e objectiva deste domínio estimula uma comunicação precisa como condição básica de compreensão.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The Applied Statics is a cornerstone for the later learning in the area of Structural Engineering. In the present curricular organization of this course, it is also the first unit of the scientific-pedagogic area of Civil Engineering to be taught to the students. It is considered that the syllabus of the course unit corresponds to the adequate, yet not exhaustive, level of knowledge in order to a solid formation in this domain, as well as for acquiring the capability for autonomous knowledge development in this area. The presentation of the theoretical topics is systematically supported by the resolution of theoretical-practical problems, in which the students practice and develop their analysis, synthesis and critical thinking skills. The very specialized and objective lexicon of this domain stimulates a precise communication as a basic condition for understanding.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas com explicação pormenorizada dos conceitos, princípios e teoria fundamentais, apoiadas por meios audiovisuais e com resolução de alguns exercícios teórico-práticos, ajudando a enquadrar os assuntos e a sintonizálos com a compreensão dos alunos. Discussão e esclarecimento de dúvidas relativas ao estudo ou ao desenvolvimento dos trabalhos.

A avaliação consiste de provas de frequência, conferindo aprovação na disciplina, e de exame final..

Método de avaliação:

Exame: 50 % Mini Testes: 50 %

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures with detailed explanation of the concepts, principles and fundamental theories, supported by audiovisual media. Resolution of some practical exercises, helping to frame the subjects and put them in tune with the students understanding. Discussion and clarification of doubts concerning the study or the development of the works. The evaluation consists of intermediate written evaluation tests, allowing the final approval in the unit, and a final exam.

Assessment method:

Exam: 50% Test: 50%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: O desenvolvimento das competências de análise e síntese e capacidade de resolução de problemas baseiam-se, em grande medida, nos conhecimentos transmitidos presencialmente nas aulas teóricas e nos esclarecimentos de dúvidas aos alunos, prestados sempre que necessário. As frequências possibilitam o descongestionamento do período de avaliação final, favorecendo um acompanhamento gradual das matérias ao longo do período lectivo. O estudo ao longo de um maior período de tempo favorece a consolidação de conceitos, estimulando a reflexão crítica e a apetência pela aquisição de conhecimentos suplementares, de forma autónoma.

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

The development of the synthesis and analysis skills and capability for problems solving are based, to a great extent, on the knowledge transmitted face-to-face in the theoretical lectures, and on the clarification of doubts to the students, made whenever needed. The intermediate evaluation tests help to reduce the peak effort of the final evaluation period and are benefic for the gradual accompanying of the unit subjects along the semester. Spreading the study time during a longer period contributes to consolidate the concepts, stimulating the critic thinking and the appetency for the acquisition of extra knowledge in an autonomous way.

- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - 1. Estática Aplicada para Engenharia Civil e Arquitectura, João H. Negrão, 2009
  - 2. Mecânica Vectorial para Engenheiros, F. Beer ; E. Johnston ; E. Eisenberg, 2005
  - 3. Curso de Mecânica Estática (2 vols.), Adhemar da Fonseca, 1976

#### Mapa IV - Estatística e Análise de Dados

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Estatística e Análise de Dados

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Statistics and Data Analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

М

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T= 42 h; TP= 21 h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

  Maria da Graça Santos Temido Neves Mendes (T= 42 h; TP= 21h \* 2 T)
- 4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
- 4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

O estudante aprovado nesta unidade curricular deverá ser capaz de:

- 1. Adquirir conhecimentos sólidos de estatística para desenvolvimento ao nível de unidades curriculares posteriores, de investigação, de especializações e no exercício da atividade profissional.
- 2. Desenvolver e utilizar corretamente metodologias de análise de dados, garantindo o conhecimento correto de conceitos, bem como a discussão e interpretação adequada dos resultados.
- 3. Quantificar de forma rigorosa a incerteza intrínseca aos dados e de usar corretamente software estatístico.

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

The student who successfully completes this course will be able to:

- 1. Acquire a solid knowledge of statistics for development at the level of subsequent curricular units, research, specializations and the exercise of professional activity.
- 2. Develop and correctly use data analysis methodologies, ensuring the correct knowledge of concepts, as well as the discussion and proper interpretation of the results.
- 3. Accurately quantify the intrinsic uncertainty of the data and correctly use statistical software.

## 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Probabilidades: Conceitos de probabilidade; probabilidade condicionada e Independência de acontecimentos
- 2. Distribuições de probabilidade. Variáveis aleatórias reais; Momentos; Distribuições mais usadas em Estatística: Poisson, binomial, multinomial, binomial negativa, Gauss e Gumbel; Teorema limite central e Teorema limite extremal. 3.Análise exploratória de dados. Dados numéricos, ordinais e nominais. Resumos numéricos e gráficos. Outliers. Medidas de associação
- 4. Estimação. Estimação pontual: estimadores e métodos de estimação. Estimação de parâmetros extremais. Estimação intervalar: generalidades, intervalos de confiança para a média, variância e proporção
- 5. Testes de Hipóteses. Generalidades; Testes para a média, variância e proporção. Testes para duas amostras. Teste Q-Q Testes do Qui-quadrado: ajustamento, independência e homogeneidade
- 6. Regressão Linear simples e múltipla. Construção do modelo; inferência para os parâmetros; escolha de regressores; validação; intervalos

#### 4.4.5. Syllabus:

- 1. Probability. Probability concepts; conditional probability and independence of events.
- 2. Probability distributions: Real random variables; Moments; Usual distributions in Statistics: Poisson, binomial, multinomial, negative binomial, Gauss and Gumbel. Central limit theorem and extremal limit theorem.
- 3. Data Analysis. Scale, ordinal and nominal data. Numerical summaries and graphs. Outliers. Correlation statistics.
- 4. Estimation. Point estimation: estimators and methods to obtain estimates. Estimation of extremal parameters. Confidence intervals: generalities, confidence intervals for a population mean, variance and proportion.
- 5. Hypothesis testing. Generalities. Tests for a population mean, variance and proportion. Two sample tests. Q-Q plot. Qui-Square tests: goodness of fit, independence and homogeneity.
- 6. Simple and multiple linear regression. Model design; statistical inference for the parameters; predictors' significance; goodness of fit; prediction intervals.
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A análise de dados é uma ferramenta fundamental a muitos trabalhos de execução e de investigação em engenharia civil. A correta utilização de métodos estatísticos, em casos concretos, bem como a interpretação rigorosa dos resultados necessitam de uma formação teórica e prática de base, quer em Probabilidades quer em Estatística, para a qual esta disciplina contribui. De forma clássica e com recurso a software, os estudantes são preparados para a aplicação prática dos métodos e conceitos a situações reais da Engenharia que envolvam a estimação de parâmetros de um modelo, testar da sua adequação e a obtenção de explicações que permitam interpretar, prever e decidir sobre os fenómenos aleatórios em estudo.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Data analysis is a fundamental tool for many civil engineering executions and research work. This subject provides basic theoretical and practical formation, in Probability and Statistics, useful not only for accurate use of statistical methods in concrete cases but also for their results rigorous interpretation. Classically and using software, the students are prepared for the practical applications of methods and concepts to real situations of engineering. This includes the parameters estimation of a model, its goodness of fit and the explanation necessary to interpret, predict and decide on the phenomena under study.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de tipo teórico e teórico-prático. Os métodos de ensino são predominantemente expositivos nas componentes teóricas. Nas componentes práticas são resolvidos problemas sob a orientação do professor. Na exposição prevalece uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta dando um papel central à visualização e à análise de situações particulares antes de proceder a uma abstração progressiva das noções a introduzir. Ao longo do semestre é disponibilizado apoio tutorial à resolução das tarefas propostas.

Método de avaliação:

Frequência: 100% (2 ou mais frequências)

Outra: A avaliação pode ser feita por exame final em alternativa às frequências

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching in this course assumes two formats: theoretical and example classes. During a theoretical class teaching

is mostly expository. During an example class teaching consists of problem solving by the students under the guidance of the lecturer. A strong interaction between notions and their practical application is emphasized. In this task, the visualization and the analysis of concrete examples takes on a central role and prepares the way for the abstract definitions. Tutorial support is available to students to help them on the tasks assigned by the lecturers.

Assessment method:

Midterm exam: 100% (2 or more midterm exams)

Other: Course assessment can also be made by exam as an alternative to the midterm exams assessment.

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Na parte teórica das aulas, a teoria que alicerça as aplicações é explicada, são descritas as técnicas necessárias e são feitos exemplos concretos. Na parte prática o estudante é incentivado a desenvolver as suas próprias competências no domínio da teoria e das suas aplicações. É a ligação entre estes dois tipos de ensino que promove a aprendizagem dos conteúdos da unidade curricular e leva ao alcance dos seus objetivos.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

  During the theoretical part of classes the lecturer describes the theory underlying the applications, the required problem solving techniques and many concrete examples. During example parts of classes the student is encouraged to develop his/hers own skills in the fields of the theory and applications. It is this interplay between these two types of teaching that can promote acquisition of the syllabus and the attainment of the course objectives.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - [1] Murteira, B., C. S. Ribeiro, J. A. Silva, C. Pimenta, Introdução à Estatística, 2007, 2ª ed., McGraw-Hill, Lisboa.
  - [2] Andrews, L.C., Phillips, R.L., Mathematical Techniques for Engineers and Scientists, 2003, Spie, Washington.
  - [3] Devore, J. L., Probability and Statistics for Engineering and the Sciences, 2000, 5ª ed., Duxbury.
  - [4] Montgomery, D.C., G.C. Runger, Applied Statistics and Probability for Engineers, 4ª ed., 2007, Wiley.
  - [5] Moore, D., McCabe, G., Introduction to the practice of statistics, 2006, Freeman, New York
  - [6] Ross, S. Introduction to Probability and Statistics for engineers and scientists, 1987, Wiley.

Mapa IV - Ética, Comunicação e Liderança

- 4.4.1.1. Designação da unidade curricular: Ética, Comunicação e Liderança
- 4.4.1.1. Title of curricular unit:

Ethics, Communication and Leadership

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CT

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

81

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP= 28 h

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

  Ana Luísa Sousa Pinto (TP= 28h)
- 4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

--

- 4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
   O estudante deverá aprender como adquirir as competências necessárias para ser um engenheiro de sucesso. Em particular, serão discutidas competências não técnicas (também conhecidas como soft skills). É expectável que os estudantes desenvolvam aspetos do "saber ser" (componente interpessoal/humana) que complementem o "saber fazer" proporcionado pela sua formação académica de base. O curso ajudará, assim, os estudantes a: melhorar a comunicação verbal, não verbal e a escuta ativa; preparar, organizar, escrever (e apresentar) uma comunicação com recurso a ferramentas adequadas; reconhecer e aplicar os princípios de liderança; melhorar as aptidões de trabalho em equipa; desenvolver a auto-motivação e promover a motivação em outros; gerir o tempo; manifestar ética e deontologia nas ações desenvolvidas.
- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

  The student must learn how to acquire the skills necessary to be a successful engineer. In particular, non-technical skills (also known as soft skills) will be discussed. Students are expected to develop aspects of "know-how-to-be" (interpersonal / human component) to complement the "know-how" provided by their basic academic background. The course will thus help students to: improve verbal, nonverbal communication and active listening; prepare, organize, write (and present) a communication using appropriate tools; recognize and apply the principles of leadership; improve teamwork skills; develop self-motivation and promote motivation in others; manage time; manifest ethics and deontology in the actions developed.
- 4.4.5. Conteúdos programáticos:
  - A importância das competências transversais (soft skills) para o mercado de trabalho atual o caso especifico das engenharias
  - Soft skills:
  - comunicação;
  - liderança e gestão de equipas;
  - motivação;
  - gestão de tempo;
  - ética e deontologia.
- 4.4.5. Syllabus:
  - The importance of soft skills for the current labor market the specific case of engineering
  - Soft skills:
  - communication;
  - leadership and team management;
  - motivation;
  - time management;
  - ethics and deontology.
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Os desafios económicos e as mudanças decorrentes da globalização fizeram com que o mercado de trabalho deixasse de ter só em consideração as competências técnicas para ter também em consideração as competências transversais. Tratando-se de uma cadeira introdutória, pretende-se numa primeira fase chamar a atenção para a relevância das competências transversais para os cursos de engenharia, para, posteriormente, apontarmos soft skills essenciais (comunicação, liderança, gestão de equipas, motivação, gestão do tempo e ética e deontologia) para o desempenho adequado da função de engenheiros.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The economic challenges and changes that come from globalization have made the labor market consider hard skills as well as soft skills. As this is an introductory course, it is intended, in the first phase, to draw attention to the relevance of soft skills for engineering courses, and then point out essential soft skills (communication, leadership, team management, motivation, time management and ethics and deontology) for the proper performance of the function of engineers.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição e métodos activos (trabalhos sobre textos; debates; análise de casos; exercícios práticos; sessões de brainstorming; trabalhos de grupo)

Método de avaliação: Mini Testes: 30% Projeto: 50%

Outra: 20%. Trabalhos realizados ao longo do semestre (maioritariamente intra-aula).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures and active methods (work on texts; debates; case studies; practical exercises; brainstorming sessions; workgroups).

Assessment method:

Test: 30% Project: 50%

Other: 20%. Work done throughout the semester (mostly in class)

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

  A aprendizagem activa requer atividades cuidadosamente construídas que desafiam os estudantes a executar tarefas.

  Pode ser feita de várias formas: aprendizagem baseada em problemas; aprendizagem baseada em projetos;

  aprendizagens de descoberta; simulações, jogos, debates, etc. A aprendizagem está baseada no aprender fazendo e os

  estudantes estão envolvidos na sua própria aprendizagem. Para desenvolver soft skills, os estudantes devem refletir

  completamente sobre as suas ações. A aprendizagem ativa geralmente é feita em cooperação a aprendizagem

  cooperativa em grupo fornece o ambiente e as interações necessárias para aprender soft skills.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

  Active learning requires carefully constructed activities that challenge students to perform tasks. It can be done in several ways: problem-based learning; project-based learning; discovery learning; simulations, games, debates, etc.

  Learning is based on learning by doing and students are involved in their own learning. To develop soft skills students must fully reflect on their actions. The active learning is usually done in cooperation cooperative group learning provides the environment and interactions necessary to learn soft skills.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - Chenicheri S. N., Arun P. & Patricie M. (2009). Re-engineering graduate skills a case study, European Journal of Engineering Education, 34:2, 131-139, DOI: 10.1080/03043790902829281
  - Fachada, M. O. (2014). A pratica da liderança a liderança na prática. Edições Sílabo.
  - Fachada, M. O. (2018). Psicologia das relações interpessoais. Edições Sílabo.
  - Gonçalves, S. (2014). Psicossociologia do trabalho e das organizações. Lisboa: Pactor.
  - Kondalkar, V.G. (2007). Organizational behavior. New Age International Publishers
  - Miguel Pinha et al. (2007). Manual de comportamento organizacional e gestão. Lisboa: RH Editora.
  - Pulko, H. S. & Parikh, S. (2003). Teaching 'Soft' Skills to Engineers . The international Journal of Electrical Engeneering & Education, 40 (4), 243-254
  - Robbins, S. & Jugde, T. (2012). Organizational behavior. Pearson.

Mapa IV - Hidráulica I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Hidráulica I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Hydraulics I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T= 42 h; TP= 21 h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo): José Paulo Pereira de Gouveia Lopes de Almeida (T= 21 h; TP= 21 h \* 1 T)

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

Fernando Jorge Rama Seabra Santos (T= 21 h; TP= 21 h \* 1 T) José Manuel Eça Guimarães de Abreu (TP= 21 h \* 2 T)

- 4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes): A disciplina de Hidráulica I pretende proporcionar aos alunos uma introdução aos conceitos fundamentais da hidráulica, marcando o início de um processo, complementado com as ulteriores disciplinas da área de hidráulica, que visa habilitá-los com uma sólida base de conhecimentos indispensáveis à compreensão e análise dos fenómenos hidráulicos.
- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

  The curricular unit of Hydraulics I intends to introduce the students to fundamental concepts hydraulics. It marks the beginning of a process, complemented by further hydraulics curricular units, which aims to empower students with a solid knowledge base necessary for analyzing and understanding hydraulic phenomena.
- 4.4.5. Conteúdos programáticos:

Análise dimensional. Propriedades físicas dos fluidos. Hidrostática. Equação de Bernoulli para fluidos reais. Perdas de carga localizadas e contínuas. Leis de resistência. Escoamentos permanentes e variáveis sob pressão. Teoria da semelhança. Turbomáquinas hidráulicas.

4.4.5. Syllabus:

Dimensional analysis. Physical properties of fluids. Hydrostatic. Bernoulli equation for real fluids. Localized and continuous head losses. Laws of resistance for viscous flow in ducts. Steady and unsteady under pressure flows. Similarity theory. Turbomachinery.

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A análise dimensional é fundamental para a caracterização das propriedades físicas dos fluidos as quais são indispensáveis ao seu estudo. Por isso a introdução e revisão dos sistemas de grandezas e unidades de referência é o primeiro conteúdo programático ao qual se segue a caraterização das propriedades dos fluidos. De seguida são introduzidos de forma progressiva os conteúdos programáticos da Hidrostática e ampliados os conceitos da Hidrodinâmica previamente fornecidos pela disciplina de Mecânica dos Meios Contínuos. Nesse sentido é proposta a extensão e adaptação da equação de Bernoulli para escoamentos de fluidos reais no interior de tubos de fluxo e desenvolvida uma análise das leis de resistência aplicáveis. Seguidamente são analisados os escoamentos sob pressão tanto em regime permanente como em regime variável. O regime variável é muitas vezes originado nas turbomáquinas pelo que se conclui com a introdução à teoria da semelhança e análise das turbomáquinas hidráulicas.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The dimensional analysis is fundamental for the characterization of the physical properties of the fluids which are indispensable to its study. This is why the introduction and revision of the reference unit systems is the first syllabus which is followed by the characterization of fluid properties. Then, the hydrostatics concepts are progressively introduced and the concepts of hydrodynamics previously provided by the discipline of Continuum Mechanics are expanded. In this sense, the extension and adaptation of the Bernoulli equation for flow of real fluids inside ducts is proposed and an analysis of the applicable resistance laws is developed. Subsequently, the under pressure flow under both steady and unsteady regimes is analyzed. The unsteady flow is often originated in the turbomachinery equipment. Thus the syllabus ends with the introduction of similarity theory and analysis of the hydraulic turbomachinery.

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

Aulas teórico com exposição e demonstração dos conceitos de base, recorrendo frequentemente a meios audiovisuais e a visitas ao Laboratório de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente do Dep. Eng. Civil da Universidade de Coimbra. Aulas teórico-práticas onde os alunos resolvem exercícios de carácter mais aplicado, com maior volume de cálculo e executam, em grupo, ensaios laboratoriais que são posteriormente objeto de relatório.

Método de avaliação:

Exame: 80%

Trabalho laboratorial: 20 %

## 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes with exposition and demonstration of basic concepts, often using audiovisual media and visits to the Water Resources and Environment Hydraulics Laboratory of the Civil Engineering Department of the University of Coimbra.

Theoretical-practical classes where students solve exercises of a more applied character, with greater volume of computations and perform, in group, laboratory experiments that are later object of a report.

Assessment method:

Exam: 80%

Laboratory work: 20 %

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Através das aulas teórico-práticas os conceitos de base são apresentados e demonstrados. Os meios áudio visuais são poderosos auxiliares neste processo, melhorando a atratividade e clareza das apresentações e permitindo visualizar, estática e dinamicamente, conceitos fundamentais.

Os conceitos ministrados nas aulas teórico-práticas são de seguida trabalhados segundo duas vertentes:

- Nas aulas práticas em laboratório são realizados ensaios hidráulicos que permitem recrear e testar os conceitos fundamentais introduzidos nas aulas teóricas. Para estimular o empenho e atenção no laboratório é requerida aos alunos a elaboração de relatórios laboratoriais que contam para a avaliação.
- Nas aulas práticas de cálculo são resolvidos exercícios de aplicação que facilitam a perceção destes conceitos e testam a sua assimilação pelos alunos. Estas aulas permitem desenvolver análises mais detalhadas e com maior intensidade de cálculo, mais atrativos para os alunos de cursos de engenharia.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Through the theoretical-practical classes the basic concepts are presented and demonstrated. Audio visual equipment are powerful tools in this process, improving the attractiveness and clarity of presentations and allowing to visualize both static and dynamic flow concepts.

The concepts taught in the theoretical-practical classes are then worked according to two perspectives:

- In the practical classes in the laboratory are performed hydraulic tests that allow to recreate and test the fundamental concepts introduced in the lectures. To encourage commitment and attention in the laboratory, students are required to prepare laboratory reports considered in the evaluation method.
- In practical calculus classes are applied exercises that facilitate the perception of these concepts and test their assimilation by students. These classes allow the develop of more detailed and more challenging problems that are more attractive to engineering students.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - [1] Lencastre, A. "Hidráulica Geral", Hidroprojecto, Lisboa, 1983.
  - [2] Manzanares A. "Hidráulica Geral", TÉCNICA A.E.I.S.T., Lisboa, 1980.
  - [3] Massey, B.; Mecânica dos Fluidos, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2002.
  - [4] Novais-Barbosa, J. "Mecânica dos Fluídos e Hidráulica Geral", Porto Editora, Porto, 1985, Lisboa, 1983.
  - [5] Oliveira L. A. e A. G. Lopes (2016) "Mecânica dos Fluidos" (5ª ed.).ETEP LIDEL.
  - [6] Quintela, A. "Hidráulica", Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1981.
  - [7] White, F. M. (2016) Fluid Mechanics (8th ed). McGraw-Hill Education, New York. (também disponíveis edições em Português).
  - [8] Yunus A. Çengel, John M. Cimbala, Mecânica dos Fluídos Fundamentos e Aplicações, McGraw-Hill , 2007.

Mapa IV - Química Geral

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química Geral

# 4.4.1.1. Title of curricular unit:

#### General Chemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T= 28h; TP= 21h; PL= 14h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo): Luís Alberto Batista de Carvalho (T= 28\*1T; TP= 21\*3T)

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

Ana Cristina Faria Ribeiro (PL=14 h \*3 T).

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

Promover uma preparação básica em Química para as disciplinas a jusante no curso e para a actividade futura do engenheiro civil, através da revisão, extensão e aplicação de conceitos fundamentais a nível da estrutura atómicomolecular e das transformações químicas, inter-relacionando estas perspectivas. Introdução à Química dos materiais com particular foco naqueles maioritariamente usados em edificações.

Pretende-se que o aluno desenvolva competências interpretativas e preditivas de fenómenos macroscópicos (propriedades e transformações dos materiais) em função da estrutura atómico-molecular da matéria.

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

Promote basic training in chemistry to disciplines downstream in the course and for future activity of the engineer, through the review, extension and application of fundamental concepts both on atomic-molecular structure and chemical transformations, in an interactive way. Introduction to the chemistry of materials with particular focus on those mostly used in buildings.

It is intended that students develop skills regarding the interpretation and prediction of macroscopic phenomena (properties and transformations of materials), in the light of the atomic-molecular structure of matter.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Sólidos, líquidos, gases: estrutura e propriedades

Unidades estruturais: átomo, molécula, ião

Classificação periódica dos elementos. Eletronegatividade. Raios atómico e iónico. Energia de ionização

Ligação química: covalente, iónica, metálica. Energia de ligação. Energia de rede

Mudanças de estado físico: interações intermoleculares

Leis dos gases. Equação dos gases ideais. Teoria cinético-molecular. Gases reais

Propriedades dos líquidos: tensão superficial, capilaridade, viscosidade

Sólidos amorfos e cristalinos: células unitárias, empacotamento. Tipos de cristais

2. Reações químicas: transformações

Cálculos estequiométricos e rendimento de reações

Conversões e trocas de energia

Variações de entropia e espontaneidade

Velocidade de reações químicas

Equilíbrio químico
Reações de ácidos e bases
Reações de sais pouco solúveis
Reações de oxidação-redução
3. Química dos materiais
Metais
Compostos orgânicos. Materiais poliméricos
Materiais cerâmicos. Vidros. Cimentos
Compósitos

## 4.4.5. Syllabus:

1. Solids, liquids, gases: structure and properties

Structural units: atom, molecule, ion.

Periodic classification of elements. Electronegativity. Atomic and ionic radii. Ionization energy.

Chemical bonding: covalent, ionic, metallic. Binding energy. Energy network.

Change in physical state: intermolecular interactions.

Gas laws. Ideal gas equation. Kinetic-molecular theory. Real gases.

Properties of liquids: surface tension, capillarity, viscosity.

Amorphous and crystalline solids: unit cells, packing. Types of crystals.

2. Chemical reactions: transformations

Stoichiometric calculations and yield of reactions

Conversions and exchanges of energy

Entropy changes and spontaneity

The rates of chemical reactions

Chemical equilibrium

Reactions of acids and bases

Reactions of poorly soluble salts

Reactions of oxidation-reduction

3. Materials chemistry

Metallic materials

Organic compounds. Polymeric materials

Ceramic materials. Glasses. Cements

Composite materials

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: O conteúdo programático desta unidade curricular contempla conceitos básicos da área da Química, com especial ênfase para temas de interesse para o campo da Engenharia Civil a que se destina.

Assim, espera-se que os alunos adquiram competências nesta área, sendo capazes, no final desta unidade curricular, de relacionar as propriedades e transformações químicas dos materiais com a respectiva estrutura e movimentos a nível atómico-molecular.

Para tal estruturaram-se aulas de tipologia teórica, teórico-prática e práticas focadas essencialmente na necessidade da compreensão de características e mecanismos químicos de materiais para posteriormente se poder utilizar este conhecimento em aplicações práticas no campo da Engenharia Civil.

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

The curriculum of this curricular unit covers basic concepts in the field of Chemistry, with special emphasis on topics of interest to the area of Civil Engineering.

Thus, it is expected that students acquire skills in this area, being able, at the end of the semester, to relate the properties and chemical transformations of materials with their structure and atomic-molecular dynamics.

To achieve these goals, both theoretical, theoretical-practical and pratical classes are primarily focused on the need for understanding the characteristics and mechanisms of chemical materials, in order to use this knowledge in practical applications in the field of Civil Engineering.

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

Aulas teóricas com exposição detalhada, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos fundamentais a nível da estrutura atómico-molecular, das transformações químicas e da química dos materiais previstos no conteúdo programático da unidade curricular.

Aulas teórico-práticas onde sejam discutidos aspectos específicos e aplicações práticas dos conceitos abordados nas aulas teóricas e, com a orientação do docente, os alunos resolvam exercícios de aplicação.

Conjunto de 14 horas de aulas práticas laboratoriais, de modo a possibilitar aos alunos um contacto direto com a experiência química.

Método de avaliação: Frequência: 70% Mini Testes: 15%

Trabalho laboratorial: 15%

Outra: A avaliação pode ser feita por exame final em alternativa às frequências

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes comprising detailed exposition, using audiovisual media, of basic concepts of atomic-molecular structure and chemical changes, set out in the course syllabus.

Theoretical-practical classes, focusing specific points and practical applications of the basic concepts covered in theoretical classes. Under the teachers' guidance, students will solve exercises on each lectured theme.

A total of 14 hours of laboratory practice will allow the students to contact directly with chemical experiments related to the subjects treated in the theoretical and theoretical-practical classes.

Assessment method: Midterm exam: 70%

Test: 15%

Laboratory work: 15%

Other: Course assessment can also be made by exam as an alternative to the midterm exams assessment.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: De modo a atingir os objectivos delineados para a unidade curricular estruturaram-se aulas de tipologia teórica de um modo dirigido ao Curso a que se destinam, recorrendo a meios audiovisuais suscetíveis de captar a atenção e estimular os alunos, e referindo exemplos e aplicações práticas relacionados com o tema em estudo. Nas aulas teórico-práticas, são feitos aprofundamentos e revisões da matéria dada, de modo a avaliar o grau de compreensão da mesma por parte dos alunos. Será ainda demonstrada a aplicabilidade dos conceitos teóricos lecionados.

As aulas laboratoriais pretendem introduzir algumas técnicas e práticas experimentais, de modo a equilibrar o teor essencialmente teórico dos conteúdos lecionados. O principal objetivo destas aulas é aumentar a motivação dos alunos para os temas abordados e, deste modo, estimular o estudo com vista a uma melhor compreensão da matéria e, assim, aumentar o índice de sucesso da unidade curricular.

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

In order to achieve the objectives outlined for this curricular unit, theoretical classes were structured according to the Course for which they are designed, using audio-visual materials that could capture attention and stimulate a large group of students, and referring to examples and practical applications related to the topic under study. In the theoretical-practical classes, insights and revisions of subjects taught are made, in order to assess the degree of understanding of them by students. Moreover, in these sessions it is possible to demonstrate the applicability of theoretical concepts taught.

The laboratory classes aim to introduce some experimental techniques and practices, in order to balance the essentially theoretical content of the taught contents. The main objective of these classes is to increase students' motivation for the topics covered while stimulating the study to a better learning and thus increase the success rate of the course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Química", R. Chang & K.A. Goldsby, 2013 (Ed. McGraw Hill, 11ª edição): Livro de texto de referência

"Química Geral: Conceitos Essenciais", R. Chang (Ed. McGraw Hill, 4ª edição)

"Química, Princípios e Aplicações", Reger, Goode, Mercer (Ed. F. Gulbenkian)

"Chemical Principles", P. Atkins & L. Jones (Ed. W.H.Freeman)

"Chemistry", S.S. Zumdahl (Ed. Houghton Miffin)

"Princípios de Engenharia Ciência dos Materiais", W.F.Smith & J. Hashemi (Ed. McGraw Hill, 5ª edição)

Mapa IV - Resistência dos Materiais I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Resistência dos Materiais I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Strength of Materials I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EC

# 4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

```
TP = 63 h
```

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Carlos Alberto da Silva Rebelo (TP = 63 \* 1Turma = 63 h)

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

Carla Ferreira (TP = 63 \* 1Turma = 63 h) Vitor Dias da Silva (TP = 63 \* 1Turma = 63 h) Sandra Jordão (TP = 63 \* 1Turma = 63 h)

- 4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes): Nas disciplinas de Resistência de Materiais prossegue-se a leccionação de conceitos e metodologias de análise de estruturas. São introduzidos os princípios básicos aplicáveis à análise e verificação de segurança de todos os tipos de estruturas com aplicação às peças lineares e às estruturas reticuladas planas, nomeadamente no que diz respeito às tensões e deformações introduzidas pelos esforços axial e transverso e pelo momento flector. Fomenta-se a aquisição de competências em análise e síntese, aplicação prática de conhecimentos teóricos através da resolução autónoma de problemas, raciocínio crítico.
- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

  In the discipline of Strength of Materials the basic principles of structural analysis and design and of structural safety are introduced. The application to beam elements and plane frame/truss structures is addressed, particularly with regard to the calculation of stresses and strains introduced by axial and transverse section forces and bending moments. Competences on structural analysis and synthesis are developed through autonomous problem solving, practical application of theoretical knowledge and stimulus to critical thinking
- 4.4.5. Conteúdos programáticos:
  - · Lei constitutiva. Comportamentos reológicos e lei de Hooke (revisões).
  - Conceitos fundamentais da Resistência de Materiais. Noção de segurança estrutural e bases de dimensionamento estrutural
  - Análise do efeito do esforço axial. Cálculo de tensões e extensões. Deformações axiais. Estruturas hiperstáticas em tracção-compressão; Peças lineares mistas. Introdução ao Método das forças e ao Método dos deslocamentos; Conceito de pré-esforço. Introdução à análise elasto-plástica.
  - Análise do efeito do momento flector. Núcleo Central de secções. Deformação no plano da secção. Influência de esforço transverso. Peças lineares não prismáticas. Flexão em peças mistas. Flexão em regime não linear. Conceitos de factor de forma de secções e de rótulas plásticas.
  - Análise do efeito do esforço transverso. Efeito do empenamento de secções no cálculo de tensões normais. Tensões tangenciais. Peças mistas. Eixos de referência não principais de inércia. Conceito de centro de corte.

# 4.4.5. Syllabus:

- Constitutive law. Reologic behaviour and Hooke's law (revisions).
- Fundamental concepts of strength of materials. Notion of structural safety and basis of structural design.

  Analysis of the effect of axial force. Calculation of stresses and strains. Design for tension forces; Axial deformation.

  Hiperstatic structures in tension-compression

- Analysis of the effect of bending moment. Central Nucleus of sections. Deformation in the plane of the section.
   Influence of shear in stress calculation. Special cases of non-prismatic bars. Non-linear bending. Concepts of section form factor and plastic hinges.
- Analysis of the effect of shear. Effect of warping of sections in the calculation of normal stresses. Tangential stresses due to shear: symmetrical sections, open and closed thin-walled sections. Reference axes not coincident with principal axis of inertia. Center of Torsion.
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Os conteúdos na sua globalidade permitem atingir os objetivos expressos. Começam por ser introduzidos os princípios básicos aplicáveis à análise e verificação de segurança de estruturas com aplicação às peças lineares e às estruturas reticuladas planas. A análise do efeito do esforço axial, momento fletor e esforço transverso permite obter tensões internas e deformações estruturais bem como permite introduzir os conceitos de verificação de segurtança estrutural. A análise em regimes não lineares não elásticos permite introduzir conceitos relacionados com comportamento póselástico e com análise plástica limite.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The contents as a whole allow the expressed objectives to be achieved. The basic principles applicable to structural safety analysis and verification with application to linear parts and flat lattice structures are first introduced. The analysis of the effect of axial force, bending moment and shear allows to calculate internal stresses and structural deformations and allows introducing the structural safety verification concepts. Analysis in nonlinear and non-elastic regimes allows us to introduce concepts related to post-elastic behavior and limit plastic analysis

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas com exposição detalhada, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos, princípios e teorias fundamentais e com a resolução de alguns exercícios práticos ilustrativos da aplicação dos conceitos teóricos introduzidos. Resolução autónoma de exercícios em que se pretende que os alunos, com a orientação do docente, resolvam problemas de aplicação teórico-prática. Uma aula laboratorial com observação de ensaios de tracção e flexão em peças lineares.

Método de avaliação:

Exame: 100%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Presentation of concepts and of some practical exercises illustrating the application of those concepts using audiovisual support. Autonomous problem solving in which the students work out exercises problems of theoretical and practical application with the guidance of the teacher. It is also foreseen the observation of laboratory tests of bars in tension and in bending.

Assessment method:

Exam: 100%

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A apresentação dos conceitos seguida da apresentação e resolução de exercícios permite a iniciação dos alunos na matéria leccionada. A resolução autónoma de exercícios teórico-práticos permite a consolidação da aprendizagem dos conceitos teóricos. O processo de avaliação preconizado na unidade curricular promove a consolidação dos conceitos teóricos e a sua aplicação prática.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The presentation of concepts followed by the presentation and resolution of exercises allows the initiation of students in the subject taught. The autonomous resolution of theoretical and practical exercises allows the consolidation of the learning of theoretical concepts. The evaluation process recommended in the course promotes the consolidation of theoretical concepts and their practical application.

- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - 1] V. Dias da Silva, Mechanics and Strength of Materials, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006.
  - [2] Ch. Massonnet, S. Cescotto, Mécanique des Matériaux, EYROLLES, Paris, 1980
  - [3] Ferdinand P. Beer, E. Russel Johnston, Jr., John T. DeWolf, Resistência dos Materiais Mecânica dos Materiais, Mcgraw-Hill, 2006.
  - [4] William Nash, resitência dos Materiais, McGraw-Hill Portugal, 2001

Mapa IV - Sistemas de Engenharia

### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular: Sistemas de Engenharia

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

**Engineering Systems** 

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

81

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP = 35 h

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

- 4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo): João Manuel Coutinho Rodrigues (TP=17,5h \* 5 Turmas = 87,5 h)
- 4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Arminda Maria Marques Almeida (TP= 17,5 \* 5 Turmas = 87,5 h)

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

Objetivo: motivar o desenvolvimento de perspetivas sistémicas para planeamento/gestão inteligente de sistemas de engenharia civil e ambiente de larga escala; fornecer um conjunto de metodologias científicas e métodos quantitativos muito úteis em problemas de decisão e uso racional de recursos em engenharia civil e ambiente.

Competências a desenvolver:

- adquirir sensibilidade para a procura da racionalidade no uso de recursos;
- · saber utilizar métodos científicos e sistémicos no apoio às decisões;
- saber construir alguns modelos formais (modelos matemáticos, redes, etc.) e aplicar algoritmos em problemas de otimização nos domínios do planeamento, conceção, projeto, construção e manutenção de sistemas de engenharia;
- · aplicar raciocínio crítico na representação da realidade através de modelos formais;
- saber efectuar algumas análises de sensibilidade;
- dar conta dos conflitos geralmente existentes entre múltiplos critérios e a necessidade de procura de soluções de compromisso.
- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Objectives: to encourage the development of systemic perspective for intelligent planning and management of largescale civil and environmental engineering systems; to provide students with scientific methodologies and quantitative tools of great value for decision-making and rational resource use in civil and environmental engineering. Competencies:

- to acquire sensitivity for the need of rationality in resource use;
- · to know how to use scientific methods for decision aiding;
- to know how to formulate some formal models (mathematic models, network based, etc.) and apply algorithms for obtaining solutions in optimization problems in several fields (planning, design, construction, maintenance of engineering systems);
- to apply critical reasoning in the interpretation of reality through formal models;
- to know how to develop some sensitivity analysis;

• to understand the conflicts that usually exist among multiple criteria and the need for searching compromise solutions.

## 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução
- Metodologias científicas de apoio à decisão; otimização do uso de recursos em engenharia civil e ambiente.
- Investigação Operacional: história, metodologia e aplicações.
- 2. Programação Linear
- Modelo matemático: formulação; resolução gráfica e algébrica (Simplex).
- O problema de transporte, formulação e algoritmos dedicados.
- Programação inteira e mista complexidade computacional; Branch & Bound.
- 3. Redes e alguns algoritmos dedicados conducentes ao ótimo: caminho ótimo, árvore geradora de custo mínimo, fluxo máximo.
- 4. Decisão com múltiplos critérios; abordagens básicas.
- 5. Aplicações a problemas de engenharia civil e do ambiente dos vários tópicos da matéria.

#### 4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction
- Decision support methodological approaches; resource optimization in civil and environmental engineering.
- Operations Research: history, methodology and applications.
- 2. Linear Programming
- Mathematical modelling: formulation; graphical and algebraic resolution (Simplex).
- Transportation problems; model formulation and dedicated algorithms.
- Integer and mixed programming computational complexity; the Branch-and-Bound method.
- 3. Networks and some dedicated algorithms: shortest path, minimal spanning tree, maximum flow.
- 4. Multiple criteria decision aid; basic approaches.
- 5. Applications in civil and environmental engineering for the different topics covered.
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: O potencial científico, pedagógico e técnico-profissional existente, a elevada exposição e reconhecimento nacional/internacional neste domínio científico, garantem a adequação e coerência das metodologias de ensino adotadas. Estas propõem uma conciliação entre modelos pedagógicos tradicionais, centrados no docente e ensino magistral, e modelos de pedagogia ativa, centrados no aluno e resolução de exercícios práticos, tendo em consideração os objetivos da unidade curricular e do ciclo de estudos em que insere. Exercícios práticos ligados à matéria teórica asseguram a aquisição de competências na resolução de problemas concretos, com base em metodologias cientificamente validadas e algoritmos adequados. A componente aplicada e ligação à realidade da engenharia é assegurada através de exemplos práticos endereçando assuntos variados (ex: otimização do uso de recursos em tarefas ou projetos de engenharia, transportes e logística, gestão regional e urbana, localização de equipamentos, etc).
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The existing scientific, educational, technical and professional potential, with high national and international exposure and recognition in the scientific domain, ensures the adequate coherence of the adopted teaching methodologies. The teaching methods adopted propose to balance the lecturer-centered traditional pedagogical models and expressed through class lecturing, and models of active student-centered teaching (focusing on discussions, tutorials, and the solution of practical problems) taking into account the objectives of the course (systems analysis applied to civil engineering). Solving practical examples related with the theoretical matter ensures the acquisition of competences required to solve real problems with well-established scientific methodologies and adequate algorithms. The applied component related to the civil engineering reality is ensured with practical examples addressing several fields such as: the optimization of resource requirements to accomplish tasks

# 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas com exposição detalhada (recorrendo a meios audiovisuais) dos conceitos, teorias e ferramentas fundamentais, seguida da resolução de exercícios práticos que preencham todas as necessidades de enquadramento dos alunos com a matéria.

Para avaliação o aluno pode optar por:

- Avaliação contínua com Frequência (70%) e três trabalhos individuais nas aulas com resolução numérica de problemas ao longo do semestre (30%);
- Exame final escrito (100%).

# 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical lectures, with the help of audiovisual media, where concepts, principles and theories are presented in detail. Practical exercises that meet all the needs of students are solved, with guidelines provided.

For evaluation the student can choose:

- Continuous evaluation with midterm exam (70%) and three individual practical assignments solved in class during the term (30%);
- Final exam (100%).
- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

  As metodologias de ensino adotadas visam envolver os alunos no processo de aprendizagem de modo a que
  entendam a importância da otimização de recursos, do pensamento crítico e da necessidade de soluções eficientes,
  assim como a relevância do uso de metodologias científicas na resolução de problemas reais de tomada de decisão em
  engenharia. Para tal, após a exposição teórica das matérias, são discutidos e resolvidos exercícios práticos
  conjuntamente com os alunos.

Os trabalhos individuais a resolver nas aulas ao longo do semestre são destinados a promover a aprendizagem autónoma, ao mesmo tempo que facilitam a apreensão dos conhecimentos ao longo do semestre.

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

The teaching methodologies aim to involve the students in the learning process, allowing students to understand the importance of resource use optimization, critical thinking and the need for designing efficient solutions, as well as the importance of well-established scientific methodologies to support decision-making in real civil and environmental engineering problems. In order to achieve it, practical exercises are discussed and solved together with students after the theoretical expositions.

The individual practical assignments solved in class during the term aim to foster the autonomous learning, whilst facilitating a step by step knowledge acquisition during the term.

- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - [1] Coutinho-Rodrigues, J. Aplicações da Teoria de Sistemas 7ª edição, Ediliber, Coimbra,2018.
  - [2] Carter M.; Price C.; Rabadi G. Operations Research: A Practical Introduction, 2nd Ed., CRC Press, 2018.
  - [2] Guerreiro, J.; Magalhães, A.; Ramalhete, M. Programação Linear, vol 1 e 2, McGraw-Hill,1995.
  - [3] Hillier, F.; Lieberman, G. Introduction to Operations Research, McGraw-Hill, 2015.
  - [4] Labi, S. Introduction To Civil Engineering Systems, Wiley,2012.
  - [5] Ossenbruggen, P. Systems Analysis for Civil Engineers: Technological and Economic Factors in Design, Wiley, 1984.
  - [6] Revelle, C.; Whitlatch, E.; Wright, J. Civil and Environmental Systems Engineering, 2nd ed., Prentice Hall, 2004.
  - [7] Revelle, C.; McGarity, A. Design and Operation of Civil and Environmental Engineering Systems, Wiley, 1997.
  - [8] Tavares, L.; Oliveira, R.; Themido, I.; Correia, F. Investigação Operacional, Ed. McGraw-Hill Portugal Lda,1996.
  - [9] Templeman, A. Civil Engineering Systems, Macmillan, 1982.

Mapa IV - Hidráulica II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Hidráulica II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Hydraulics II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

81

4.4.1.5. Horas de contacto:

T= 21 h; TP= 14 h

4.4.1.6. ECTS:

3

# 4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

#### 4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

António Manuel Abreu Freire Diogo (T= 21 h \*1 turma; TP= 14 h \* 2 turma)

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

José Manuel Eça Guimarães de Abreu (TP= 14 h \* 3 turmas)

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

Formação adequada de base em Hidráulica, no domínio dos escoamentos com superfície livre e áreas complementares ou afins, necessária ao exercício corrente da profissão, que possibilite a assimilação dos conceitos base da área científica e a identificação, compreensão e resolução dos problemas hidráulicos mais comuns. Aprendizagem das matérias relativas aos escoamentos em canal em regime uniforme, regimes gradualmente e rapidamente variados, ressalto hidráulico e suas principais aplicações, escoamentos através de orifícios e descarregadores, bem como às medições hidráulicas mais comuns, tais como medições de nível, de pressão, de velocidade e de caudal. Desenvolvimento da capacidade de analisar os fenómenos físicos e de aplicar os modelos conceptuais através da resolução de problemas de aplicação a casos concretos, reforçando a capacidade de interpretação, conceção e análise, o espírito crítico relativamente às aproximações envolvidas, e a comunicação e aprendizagem independente.

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

Suitable learning in basic Hydraulics, in the field of open channel flows and related areas, necessary for the usual exercise of the profession, in order to allow the assimilation of the basic concepts of the scientific area and the identification, understanding and resolution of the more common hydraulic problems. Learning of the basic scientific contents relative to open channel uniform flows, open channel gradually and rapidly varied steady flows, hydraulic jump and their main applications, flow through orifices and weirs, as well as to the more common hydraulic measurements, like level, pressure, velocity and volumetric flow rate. Development of the capacity of analysing the physical phenomena and of applying the conceptual models through the resolution of application problems. Reinforcement of abilities of interpretation, conception, and analysis, including the critical spirit relatively to the involved approximations, as well as of communication and independent learning.

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

Escoamentos com superfície livre

Escoamentos uniformes. Energia específica e controlo do escoamento. Escoamentos permanentes gradualmente e rapidamente variados. Andamento qualitativo do regolfo em canais prismáticos. Cálculo do regolfo. Ressalto hidráulico e suas principais aplicações. Referência a alguns tópicos mais avançados.

Orifícios e descarregadores

Orifícios de parede delgada e de parede espessa. Bocais. Orifícios submersos. Aberturas reguladas por comportas. Descarregadores de soleira delgada e descarregadores de soleira espessa.

Medições hidráulicas

Medições hidráulicas mais comuns. Medições de nível, de pressão, de velocidade e de caudal. Dispositivos mais frequentemente utilizados em medições hidráulicas.

# 4.4.5. Syllabus:

Open channel flows

Uniform flows. Specific energy and flow control. Steady flows. Gradually varied flows. Qualitative water surface profile and computation of gradually varied steady flows. Hydraulic jump and their main applications. Reference to some more advanced topics.

Flow through orifices and weirs

Orifices of thin wall and of thick wall. Nozzles and tubes. Submerged orifices. Openings regulated by gates. Sharp crested and broad-crested weirs.

Hydraulic measurements

Common hydraulic measurements. Measurements of level, of pressure, of velocity and of volumetric flow rate. Devices more frequently used in the common hydraulic measurements.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Os conteúdos programáticos da disciplina constituem matérias básicas fundamentais relativamente estabelecidas dentro da ampla área científica de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, e são normalmente consideradas indispensáveis na formação básica em Engenharia Civil. Sendo os fenómenos em estudo predominantemente

geofísicos, a abordagem científica é efetuada segundo uma perspetiva de interpretação, modelação e análise dos fenómenos reais para obtenção das leis e expressões matemáticas que os permitam descrever. As aproximações efetuadas na obtenção dos modelos teóricos e a validade das leis obtidas são devidamente enfatizadas, de modo à sua posterior aplicação a casos concretos poder ser plenamente entendida relativamente ao rigor efetivamente obtido. O desenvolvimento de competências em interpretação, comunicação e livre aprendizagem resultam de uma forma direta e indireta do próprio decurso e desenvolvimento da disciplina e da lecionação dos seus conteúdos programáticos.

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

The programmatic contents lectured in this course unit are basic subjects relatively well established inside the ample scientific area of Hydraulics Water Resources and Environment, and are normally considered indispensable for a basic graduation in Civil Engineering. Since the phenomena studied are predominantly geophysical, the scientific approach is performed according to a perspective of interpretation and mathematical modelling of the real phenomena with the purpose of attainment the laws and mathematical expressions that will allow to describe them. The simplifications and approximations of the theoretical models and the validity of the resulting laws are duly emphasized, in order to fully understand the rigor obtained when they are used in each specific practical problem. The development of the abilities in interpretation, communication and autonomous learning are a direct and indirect result from the course unit implementation and from the teaching of its programmatic contents.

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

Apresentação dos conceitos e desenvolvimento das expressões nas Aulas Teóricas que permitem aos alunos resolver os exercícios de aplicação ou eventuais trabalhos nas aulas Práticas (Teórico-Práticas). O aluno é, tanto quanto possível, considerado elemento ativo no processo de aprendizagem. Para além da bibliografia da disciplina e de alguns elementos de estudo, são adicionalmente disponibilizadas folhas de enunciados de exercícios e formulários úteis para a resolução dos problemas práticos.

Método de avaliação: Frequência: 70% Mini Testes: 20%

Resolução de problemas: 10%

Outra: A avaliação pode ser feita por exame final em alternativa às frequências

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Presentation of the concepts and development of the expressions in the Theoretical Lessons that allow to solve the practical problems in the Practical (Theoretical-Practical) lessons. The student is, as much as possible, considered as an active element in the learning process. Beyond the bibliography of the course unit and of some elements of study, additional sheets with exercises and useful forms for the resolution of the practical problems are make available along the semester.

Assessment method: Midterm exam: 70%

Test: 20%

Problem resolving report: 10%

Other: Course assessment can also be made by exam as an alternative to the midterm exams assessment.

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A aprendizagem das matérias curriculares é, tanto quanto possível, efetuada de uma forma interativa, promovendo a capacidade do aluno interpretar, analisar, teorizar e sintetizar os fenómenos hidráulicos reais e de aplicar as leis obtidas a casos concretos, bem como de comunicar, quer de uma forma escrita, quer oralmente. Para além dos apontamentos que o aluno é incentivado a desenvolver nas aulas teóricas, o aluno é encorajado a pesquisar a ampla bibliografia disponível, no sentido de uma melhor pormenorização, entendimento e desenvolvimento dos seus apontamentos, promovendo uma atividade de pesquisa e desenvolvimento de competências de aprendizagem autónoma. Sendo a generalidade das expressões teóricas que são fornecidas nos formulários desenvolvidas ou demonstradas nas Aulas Teóricas, é possível ao aluno resolver os exercícios de aplicação nas Aulas Teórico-Práticas de uma forma coerente e com o indispensável espírito crítico relativamente às aproximações consideradas.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

  The learning of the curricular program contents is, as much as possible, performed by an interactive process, promoting the ability of the student to interpret, analyse and theorize the real hydraulic phenomena and to use the obtained laws to solve the specific problems, as well as to communicate, either by a written mode, as orally. Beyond the notes that the student is incentivized to develop in the theoretical lessons, the student is encouraged to search between the wide available bibliography, in order to obtain a better detail, understanding and development of its notes, promoting a research activity and developing abilities of learning autonomy. Since the theoretical expressions presented in the furnished material for the practical lessons are explained in detail and are generally demonstrated in the Theoretical Lessons, it is possible for the student to solve the exercises in a coherent mode, with the indispensable

critical spirit about the approximations effectively involved.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Quintela, A. C. (2002), "Hidráulica", 8ª Edição, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Lencastre, A. (1996), "Hidráulica Geral", Lisboa.

Manzanares, A. A. (1980), "Hidráulica Geral II-Escoamentos líquidos", Técnica, AEIST, Lisboa.

Novais-Barbosa, J. (1985), "Mecânica dos Fluidos e Hidráulica Geral", Vol. 1, Porto Editora.

Novais-Barbosa, J. (1986), "Mecânica dos Fluidos e Hidráulica Geral", Vol. 2, Porto Editora.

Pimenta, C. F., (1977), "Curso de Hidráulica Geral", 3ª Edição, Vol. 1, São Paulo.

Finnemore, E. J. and Franzini, J. B. (2002), "Fluid Mechanics with Engineering Applications", 10th Edition -International Edition, McGraw-Hill Higher Education.

### Mapa IV - Geologia da Engenharia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Geologia da Engenharia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Engineering Geology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

4.4.1.5. Horas de contacto:

T= 42h; TP= 16,5h; PL= 4,5h

4.4.1.6. ECTS:

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Mário Quinta Ferreira (T= 28h ; TP= 15h\*4Turmas )

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

Luís Joaquim Leal Lemos (T= 14h; TP= 1,5 \*4Turmas ; PL= 4,5\*4Turmas )

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

Fornecer aos alunos os conhecimentos de geologia fundamentais para compreenderem a origem, a evolução e a estrutura da Terra e os processos superficiais de alteração das rochas, de erosão, de transporte e de deposição na formação dos solos. Tipos de rochas e minerais que as constituem. Descrição e classificação de solos e índices físicos de solos na determinação relativa das três fases que compõem os solos (sólida, liquida e gasosa). Metodologia, princípios e objectivos dos estudos geológicos e geotécnicos aplicados a vários tipos de obras. Interacções entre a geologia, as obras de engenharia, os materiais geológicos, o ambiente e a sua colocação em obra, melhoramento e controlo.

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

06/05/2020, 16:44 53 de 114

Provide the students with fundamental knowledge of the geology to understand the origin, the evolution, and the structure of the Earth and the surface processes of alteration of the rocks, of erosion, of transport and deposition in the formation of the soils. Rock types and the constituent minerals. Characteristics and classifications of soils and physical indexes to give the relative composition of the three phases of the soils (solid, liquid and gas). The bases, objectives and methodology of the geological and geotechnical studies, applied to various kinds of engineering works is presented. Interactions between the geology, engineering works, geological materials and environment. The deposition of geological materials in embankments improvement and control.

## 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1- Relação entre a geologia e a engenharia civil.
- 2- Introdução à origem, à evolução e à estrutura da Terra.
- 3- Processos superficiais: alteração das rochas, formação dos solos, processos de erosão transporte e deposição.
- 4- Tipos de rochas e minerais que as constituem.
- 5- Mapas geológicos e geotécnicos. Elementos estruturais dos terrenos relevantes para as obras de engenharia.
- 6- Métodos e técnicas de prospecção e ensaios.
- 7- Geologia e ambiente (riscos geológicos e problemas ambientais resultantes das obras de engenharia).
- 8- Identificação macroscópica de minerais e de rochas.
- 9- Leitura e interpretação de cartas geológicas.
- 10- Cortes geológicos e cortes geotécnicos interpretativos.
- 11- Características físicas e de identificação de solos, Composição; grandezas básicas; granulometria; plasticidade de solos nos; classificação unificada.
- 12- Compactação Conceitos básicos; compactação no laboratório; equipamentos de compactação; procedimentos e controle da compactação no campo.

#### 4.4.5. Syllabus:

- 1-Relation between geology and civil engineering.
- 2-Introduction to the origin, evolution and structure of the Earth.
- 3-Surface processes: weathering, soil formation, transport processes erosion and deposition.
- 4-Types of rocks and their minerals.
- 5-Geological and geotechnical maps. Structural elements of the groundmass, with relevance to the engineering works.
- 6-Methods and techniques of prospection and testing.
- 7-Geology and Environment (geohazards and environmental problems resulting from engineering works).
- 8-Macroscopic identification of minerals and rocks.
- 9-Reading and interpretation of geological maps.
- 10-Geological and geotechnical cross sections,
- 11-Physical and Identification properties, Composition; basic properties; grain size distribution; plasticity of clayey soils; Unified Classification.
- 12-Compaction, Basic concepts; compaction in the laboratory; compaction equipment; compaction procedures and control in the field.
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Os pontos 1, 2, 3, 4 fornecem os conhecimentos de geologia fundamentais para compreenderem a origem, a evolução e a estrutura da Terra e os processos superficiais de alteração das rochas, de erosão, de transporte e de deposição na formação dos solos. Os pontos 4, 6, 8 e 11 fornecem conhecimentos sobre os tipos de rochas e minerais que as constituem, descrevem a composição e classificação de solos. apresentam os índices físicos dos solos na determinação relativa das três fases que os compõem. Os pontos 5, 7, 9, 10 e 12 transmitem a metodologia, princípios e objectivos dos estudos geológicos e geotécnicos aplicados a vários tipos de obras. Interacções entre a geologia, as obras de engenharia, os materiais geológicos, o ambiente e a sua colocação em obra, melhoramento e controlo através da compactação.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The items 1, 2, 3, 4, provide the fundamental knowledge of geology to understand the origin, the evolution, and the structure of the Earth and the surface processes of alteration of the rocks, of erosion, of transport and deposition in the formation of the soils. The items 4, 6, 8 and 11 provide knowledge about rock types constituent minerals and describe the composition and classification of the soils, present the physical indexes that give the relative composition of the three phases of the soils. The items 5, 7, 9, 10 and 12 provide the bases, objectives and methodology of the geological and geotechnical studies, applied to various kinds of engineering works. Interactions between the geology, engineering works, geological materials and environment. The deposition of geological materials in embankments improvement and control.

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

Aulas teóricas com exposição detalhada, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos, princípios e teorias fundamentais. Aulas teórico-práticas em que se pretende que os alunos, com a orientação do docente, se familiarizem com as cartas geológicas, com os materiais geológicos (rochas e minerais) e com exercícios de aplicação da Geologia

de Engenharia.

Método de avaliação:

Exame: 90%

Trabalho laboratorial: 10 %

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures with detailed exposition, using visual aids, presenting the concepts, principles and theories. Theoretical-practical classes in which the students, with the guidance of teachers, become familiar with geologic maps, with the geological materials (rocks and minerals) and applied exercises of Engineering Geology.

Assessment method:

Exam: 90%

Laboratory work: 10%

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Procura-se que os alunos aprendam os principais conceitos e técnicas da geologia com interesse para a Engenharia Civil. Para tal há que apresentar os princípios e conceitos fundamentais em geologia, o que muitas vezes parece pouco cativante para os alunos de engenharia civil. A apresentação de diversos casos de obra, e de casos práticos, permite melhorar a integração da formação geológica na prática de engenharia ministrada aos alunos.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

  It is intended that the students learn the key concepts and techniques of geology useful for Civil Engineering. For this purpose, it is necessary to introduce the principles and concepts of geology, which often present low attraction to the civil engineering students. The presentation of many case studies improves the integration of the geological formation in the engineering practice, which is taught to the students.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - Blyth, F.G.H., de Freitas, M.H. "A Geology For Engineers" (7ª edition). Edward Arnold, London.
  - González de Vallejo, L. (2004) "Ingeniería Geológica" Pearson Educácion, S.A., Madrid.
  - Problemas práticos da disciplina de Geologia da Engenharia Engª. Civil
  - Castilho, Ana M. A., "Cartas topográficas e geológicas. Uma introdução ao seu estudo"
  - Castilho, Ana M. A., (2002) "Propriedades Físicas dos Minerais"
  - Matos Fernandes, M. (2006) Mecânica dos Solos Conceitos e Princípios Fundamentais, Vol. I, Edições FEUP.
  - Lemos, L. L. (2002) Apontamentos de Mecânica dos Solos, DEC-FCTUC.Craigh, R. F. (2000) Soil Mechanics, Van Nostrand Reinhold.
  - Craigh, R. F. (2000) Soil Mechanics, Van Nostrand Reinhold.

Mapa IV - Hidrologia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Hidrologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Hydrology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EC

4.4.1.3. Duração:

Smestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

81

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP= 35 h

4.4.1.6. ECTS:

.3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

João L. M. Pedroso de Lima (TP= 17,5 h \* 4 turmas)

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

Maria Isabel Pedroso de Lima (TP= 17,5 h \* 4 turmas)

- 4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
  - Proporcionar aos alunos a compreensão do comportamento dos fenómenos hidrológicos e das ferramentas para a sua quantificação, com vista à análise dos recursos hídricos disponíveis, à inventariação das necessidades e à definição das solicitações emergentes da circulação da água.
  - Facultar aos alunos conhecimentos de base que os habilitem à prática de projeto, na sua componente hidrológica, nas áreas das águas superficiais, drenagem subterrânea, drenagem de águas pluviais em meio urbano e gestão de recursos hídricos.
  - Pretende-se que, em relação aos tópicos abordados, os alunos desenvolvam competências de aprendizagem autónoma e de raciocínio crítico, de análise e síntese, de trabalho em grupo, e orientadas para a aplicação prática de conhecimentos teóricos que permitam a resolução de problemas.
- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
  - To provide students with an understanding of the behavior of hydrological phenomena and tools for their quantification, with a view to analyzing available water resources, inventorying water needs and defining emerging water requirements.
  - To provide students with basic knowledge that enables them to carry out hydrological components of projects, in the areas of surface water, underground drainage, rainwater drainage in urban areas and water resources management.
  - To stimulate students to develop skills of autonomous learning and critical thinking, analysis and synthesis, and the ability to integrate teams and to apply theoretical knowledge in problem-solving, in relation to the topics covered.
- 4.4.5. Conteúdos programáticos:

Ciclo/Balanço Hidrológico/Bacia Hidrográfica.

Precipitação, Interceção, Retenção Superficial, Evaporação, Evapotranspiração, Infiltração.

Escoamento Subterrâneo e Escoamento Superficial.

Modelação Hidrológica (estatística e determinística).

4.4.5. Syllabus:

Hydrological Cycle/Balance and Drainage Basin.

Precipitation, Interception, Surface retention, Evaporation, Evapotranspiration, Infiltration.

Groundwater flow and Surface Flow.

Hydrological modelling (statistic, deterministic).

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Na sua globalidade, os conteúdos permitem atingir os objetivos expressos: i) fomenta-se no estudante a necessidade da compreensão dos processos hidrológicos e sua relação com os problemas emergentes no setor da água, nomeadamente face à extrema variabilidade nos processos, efeitos antrópicos nos recursos hídricos e crescente procura pela água; ii) garante-se que o estudante é capaz de usar ferramentas de trabalho durante o seu percurso académico e profissional.; iii) assegura-se ainda a capacidade do estudante para pesquisar informação em bases de dados científicas, e desenvolver análise crítica de resultados, sabendo comunicá-los.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

As a whole, contents allow to achieve the stated objectives: i) students are encouraged to understand the hydrological processes and their relationship with emerging problems in the water sector, particularly in view of the extreme variability in these processes, the anthropogenic effects on water resources and the growing demand for water; ii) envisaging the students' academic and professional careers, students are trained to use hydrological tools, to search

for information in scientific databases, and to develop critical analysis of results and skills to communicate them.

# 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas com exposição detalhada dos conceitos, princípios e teorias fundamentais da hidrologia e dos recursos hídricos e com resolução de alguns problemas práticos ilustrativos que ajudem à compreensão da exposição teórica (na aula, os problemas podem ser resolvidos individualmente ou em grupo, com a orientação do professor). Algumas aulas decorrem: i) no laboratório, onde os alunos, em trabalho de grupo, executam trabalhos laboratoriais aplicando na prática os conhecimentos teóricos adquiridos e elaboraram um relatório; ii) no campo, em trabalho de grupo.

Método de avaliação:

**Exame: 70%** 

Resolução de problemas: 20%

Trabalho laboratorial ou de campo: 10%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes for the detailed exposition of the fundamental concepts, principles and theories of hydrology and water resources and the solving of some illustrative practical problems that help the students to understand the theoretical exposition (in class, the problems can be solved individually or in groups, with the teacher's quidance).

Some classes take place: i) in the laboratory, where students, in teams, carry out experimental work, applying in practice the theoretical knowledge acquired and prepare a report; ii) in field environment, aiming at team work and discussion.

Assessment method:

Exam: 70%

Problem resolving report: 20 % Laboratory work or fieldwork: 10%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: As metodologias de ensino assentam: i) no desenvolvimento de competências que permitam ao aluno adquirir os conhecimentos necessários à resolução de problemas no setor, utilizando tecnologias da informação e comunicação disponíveis de forma correta e eficaz; ii) no equilíbrio entre componentes teóricos e práticos, possibilitando ao aluno adquirir conhecimentos sobre dados, processos e metodologias pertinentes a aplicações práticas.

Visando a melhor compreensão e integração dos conteúdos leccionados, as aulas compreendem:

- Exposição detalhada dos conceitos, princípios e teorias fundamentais da hidrologia e dos recursos hídricos;
- Discussão e resolução de exemplos práticos ilustrativos, sob a orientação do professor;
- Elaboração de trabalhos práticos obrigatórios, em grupo, complementado com discussão oral;
- Realização de trabalhos de laboratório obrigatórios, em grupo, com elaboração de um relatório escrito;
- Realização de visitas de estudo, de ligação a aplicações em engenharia.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies are based on: i) the development of competences that enable the student to acquire the knowledge necessary to solve problems in the sector, using the available information and communication technologies correctly and effectively; ii) the balance between theoretical and practical components, enabling the student to acquire knowledge about data, processes and methodologies that are pertinent to practical applications.

Aiming at a better understanding and integration of the contents, the classes comprise:

- Detailed explanations of the fundamental concepts, principles and theories of hydrology and water resources;
- Discussion and resolution of illustrative practical examples, under the guidance of the teacher;
- · Preparation of mandatory group assignments, complemented by oral discussion;
- Conducting mandatory laboratory work in groups, including writing a report;
- Conducting study visits, connecting to engineering applications.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - [1] Brutsaert, W., 2005. Hydrology An Introduction. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
  - [2] Chow, V.T.; Maidment, D.R.; Mays, L.W., 1988. Applied Hydrology. McGraw-Hill, Singapura.
  - [3] de Lima, J.L.M.P. (ed.), 2010. Hidrologia Urbana: Conceitos básicos. ERSAR, Lisboa, Série Cursos Técnicos № 1.
  - [4] Feio, M.J., V. Ferreira (eds.), 2019. Rios de Portugal. Comunidades, Processos e Alterações. Imp. Univ. Coimbra, Coimbra.
  - [5] Hipólito, J.R.; A. Carmo Vaz, 2011. Hidrologia e Recursos Hídricos. Coleção: Ensino da Ciência e da Tecnologia, 41, Lisboa.
  - [6] Lencastre, A.; Franco, F.M., 2003. Lições de Hidrologia, 3ª ed., Gráfica de Coimbra.
  - [7] Singh, V.P., 1992. Elementary Hydrology. Prentice Hall, USA.
  - [8] Singh, V.P. (ed.), 2016. Handbook of Applied Hydrology. McGraw-Hill, USA.

[9] Tucci, C.E.M., 1998. Modelos Hidrológicos. Univ. UFRGS e ABRH, Porto Alegre, Brasil. [10] Viessman, W., Jr.; Lewis, G.L., 1996. Introduction to Hydrology. 4th ed., Harper Collins College Publ.

## Mapa IV - Métodos Numéricos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Métodos Numéricos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

**Numerical Methods** 

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

М

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T= 42 h; TP= 21 h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

José Manuel de Eça Guimarães de Abreu (T= 42 h; TP= 21h\*1Turma = 21 h)

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

Paulo Mendes (TP= 21h\*1 turmas = 21 horas )

Anabela Ribeiro (TP= 21h\*1 turmas = 21 horas )

João Negrão (TP= 21h\*1 turmas = 21 horas )

Paulo Pinto (TP= 21h\*1 turmas = 21 horas )

Rui Simões (TP= 21h\*1 turmas = 21 horas )

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

O objetivo principal da disciplina é desenvolver o entendimento básico de algoritmos numéricos e competências para implementar algoritmos e resolver problemas de engenharia utilizando o computador. O Matlab será o ambiente de software padrão usado para implementação e aplicação dos métodos numéricos.

No final desta u.c. os alunos deverão estar aptos a:

- Compreender os processos de discretização e o seu impacto na resolução dos problemas de Engenharia.
- Compreender as potencialidades e limitações da aritmética computacional.
- Conhecer os fundamentos, funcionamento e limites de aplicação prática dos diferentes esquemas numéricos
- Selecionar e aplicar o método numérico mais apropriado para a solução de um dado problema, incluindo a correspondente análise e controlo do erro.
- Utilizar técnicas computacionais e implementar algoritmos através de programação em Matlab.
- Utilizar com capacidade crítica as diferentes rotinas numéricas Matlab já existentes.
- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The primary objective of the course is to develop the basic understanding of the construction of numerical algorithms

and skills to implement these algorithms to solve engineering problems on a computer.

At the end of the course, the students should be able to:

- Understand discretization processes and their impact on solving engineering problems.
- Understand the capabilities and the limitations of computer arithmetic.
- Know basic numerical techniques, emphasizing practical application and limits of their appropriate use.
- Identify and classify the numerical problem to be solved and choose the most appropriate numerical method for its solution
- · Have a solid base of computational skills and be able to write their own codes using Matlab.
- Utilizing with critical capacity more sophisticated numerical methods provided as built-in Matlab functions.

## 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Cap. 1 Introdução e erros em análise numérica. Formula de Taylor e séries de Taylor.
- Cap. 2 Álgebra linear numérica. Sistemas de equações métodos diretos (factorização de Cholesky e QR) e métodos iterativos (estacionários: Jacobi, Gauss-Seidel e SOR; não estacionários: descida mais rápida). Valores e vetores próprios (métodos das potências diretas e inversas).
- Cap. 3 Resolução de equações não-Lineares. Métodos de Newton e do ponto fixo. Sistemas de equações não-lineares.
- Cap. 4 Interpolação polinomial (Lagrange e Hermite). "Splines" cúbicos.
- Cap. 5 Aproximação: Modelos lineares e não lineares de dois parâmetros. Linearização. Modelos lineares de n parâmetros.
- Cap. 6 Integração numérica. Fórmulas de Newton-Cotes e quadratura de Gauss. Integrais múltiplos.
- Cap. 7 Equações diferenciais ordinárias (EDOs). Problemas de valor inicial (métodos de Taylor e Runge-Kutta; métodos de passo múltiplo).

#### 4.4.5. Syllabus:

- Chapter 1 Introduction and errors in numerical analysis. Taylor's formula and Taylor series.
- Chapter 2 Numerical linear algebra. Systems of linear equations: direct methods (Cholesky and QR factorization) and iterative methods (stationay: Jacobi, Gauss-Seidel and SOR; non-stationary: steepest descent method). Eigenvalues and eigenvectors (power and inverse power methods).
- Chapter 3 Root finding of non-linear equations. Newton's and fixed point method. Systems of non-linear equations
- Chapter 4 Interpolation: Polynomial interpolation (Lagrange and Hermite). Cubic splines.
- Chapter 5 Curve fitting: Two parameter linear and non-nonlinear models. Linearization. Linear models of n parameters.
- Chapter 6 Numerical integration. Newton-Cotes and Gaussian Quadrature Formulas. Multiple integrals.
- Chapter 7 Ordinary Differential Equations (ODEs). Initial value problems (Taylor Series methods, Runge-Kutta methods; Multistep methods).
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Como primeira disciplina de análise numérica, esta unidade introduz os métodos básicos utilizados na solução numérica de problemas científicos. Mostra a forma como os mesmos são obtidos, analisa as suas principais características e utiliza-os para converter conceitos matemáticos em algoritmos, que possam ser implementados em computador, através da utilização do Matlab. Em paralelo comparam-se os vários métodos e avaliam-se os respetivos erros.

São tratados os principais problemas que o engenheiro necessita resolver, começando com o simples caso dos sistemas lineares, aproximação de funções até, gradualmente, alcançar as equações diferenciais ordinárias. Neste processo, os alunos ficarão familiarizados com a aritmética computacional, processos de discretização e, em geral, com a terminologia utilizada na análise numérica. Desta forma fornecem-se as ferramentas para que o aluno possa compreender e modelar problemas de engenharia no âmbito de disciplinas mais avançadas do curso.

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

As a first course in numerical analysis, this curricular unit introduces basic numerical methods used for the numerical solution of scientific problems and shows how to develop, analyze, and use them in order to translate mathematical concepts into algorithms, that can be implemented on a computer. At the same time, methods are compared and errors are analyzed. It will be covered many of the commonly encountered problems that engineers need to solve, starting with simple systems of linear equations, curve fitting, and gradually building up to the numerical solution of ordinary differential equations. In the process, the students will become familiar with computer arithmetic, discretization processes and, generally, with the terminology used in numerical analysis. The end objective of this course is to provide tools and techniques in order for the student to understand and model engineering problems in other course curriculum units.

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

Aulas teóricas baseadas na apresentação e explicação de conceitos e métodos (recorrendo a meios audiovisuais) complementadas com a resolução de alguns problemas ilustrativos das folhas de exercícios. As aulas teórico-práticas têm três componentes:

- Resolução de exemplos importantes para melhorar a compreensão dos conteúdos das aulas teóricas;
- · Discussão dos problemas propostos nas folhas de exercícios, sendo os alunos estimulados a resolvê-los

individualmente ou em grupo, sob a orientação do professor;

Utilização do MatLab e implementação exemplificativa de alguns programas de cálculo.

Método de avaliação: Frequência: 50% Mini Testes: 25%

Resolução de problemas: 25%

Outro: A avaliação pode ser feita por exame final em alternativa às frequências

# 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes will be based on the presentation and explanation of concepts and methods (using media) complemented with the resolution of some illustrative problems of the exercises sheets.

The practical classes have three components:

- Resolution of important examples to improve the understanding of the theoretical lectures;
- Discussion of problems proposed at the exercises sheets, being the students stimulated to solve them individually or in group, under the supervision of the professor;
- Implement and test numerical methods using Matlab.

Assessment method: Midterm exam: 50%

Test: 25%

Problem resolving report: 25%

Other: Course assessment can also be made by exam as an alternative to the midterm exams assessment

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A abordagem metodológica adotada procura estabelecer estratégias que promovam um equilíbrio entre as componentes teórica e prática, combinando as várias atividades de forma a mobilizar as competências desejadas tentando envolver e motivar o aluno. Pretende-se que além do domínio dos conhecimentos, o aluno não dependa constantemente das orientações dos professores, e demonstre maleabilidade para aplicar os mesmos a novas situações. Para o efeito:
  - Na exposição teórica, os conceitos são expostos com recurso frequente a problemas de engenharia, devidamente contextualizados, permitindo um melhor enquadramento das ferramentas desenvolvidas que se traduz numa maior motivação e eficácia da aprendizagem.
  - Nas aulas teórico-práticas é promovida a discussão dos problemas propostos, sendo os alunos estimulados a resolvê-los individualmente ou em grupo.
  - Momentos de avaliação intercalar e elaboração de trabalhos computacionais para que o aluno siga continuamente o desenrolar da matéria.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The methodological approach seeks to establish strategies that promote a balance between the theoretical and practical components, combining the various activities in order to mobilize the desired skills trying to engage and motivate the student. It is intended that beyond the knowledge domain, the student does not constantly depend on the guidance of teachers, and demonstrates flexibility to apply knowledge to new situations. For this purpose:

- The theoretical exposition, whenever possible, is supported by practical engineering problems, properly contextualized, allowing a better framing of the developed tools which translates into greater motivation and learning effectiveness
- In practical classes, the discussion of problems proposed at the exercise sheets is promoted and the students are stimulated to solve those problems individually or in group
- Existence of mid-term evaluation and computational works so that the student can follow continuously the progress of taught subjects.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - [1] Abreu, J.M., Carmo, J.S.A. (2015) Métodos Numéricos em Engenharia, DEC-FCTUC.
  - [2] Chapra, S.C. (2017) Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists. McGraw-Hill, 4th Ed.
  - [3] Chapra, S.C., Canale, R.P. (2015) Numerical methods for engineers. McGraw-Hill, 7th Ed.
  - [4] Conte, S.D., de Boor, C. (1981) Elementary Numerical Analysis: An Algorithmic Approach. McGraw-Hill, 3rd Ed.
  - [5] Correia, A.A. (2018) Informática. Volume II Introdução à programação em MatLab. DEC-FCTUC.
  - [6] Heath, M.T. (2018) Scientific Computing. An Introductory Survey. Siam, 2nd Ed.
  - [7] Khoury, R., Harder, D.W. (2016) Numerical Methods and Modelling for Engineering. Springer.
  - [8] Lindfield, G.R., Penny J.E.T. (2012) Numerical Methods, Using MATLAB, Elsevier, 3rd Ed.
  - [9] Moler, C.B. (2008) Numerical Computing with MATLAB. Siam.
  - [10] Pina, H.L.G. (1995) Métodos numéricos. McGraw-Hill.
  - [11] Quarteroni, A., Saleri, F. (2007) Cálculo Científico Com MATLAB e Octave. Springer

### Mapa IV - Planeamento Regional e Urbano

# 4.4.1.1. Designação da unidade curricular: Planeamento Regional e Urbano

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

Regional and Urban Planning

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T= 42 h: TP= 21 h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo): Oxana Tchepel (T= 14 h; TP= 7 h\*5Turmas)

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

Álvaro Jorge da Maia Seco (T= 14 h; TP= 7 h\*5 Turmas ) João Miguel Fonseca Bigotte (T= 14 h; TP= 7 h\*5Turmas)

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

Esta disciplina pretende facultar aos alunos:

- o conhecimento dos conceitos, metodologias e técnicas fundamentais de planeamento regional e urbano,
- a compreensão dos processos de planeamentos regional e urbano, e
- a capacidade de participar de forma efectiva em equipas de planeamento regional e urbano.
- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This course aims to provide students with:

- the knowledge of the concepts, methodologies, and fundamental techniques of regional and urban planning,
- understanding of the regional and urban planning processes, and
- capacity to participate effectively in teams of regional and urban planning.
- 4.4.5. Conteúdos programáticos:
  - Noção de planeamento territorial. Finalidades do planeamento territorial.
  - · História do planeamento territorial.
  - Metodologias de planeamento. Planeamento estratégico. O Modelo Territorial
  - Análise demográfica. Indicadores demográficos. Projeções demográficas: extrapolação de tendências; método das componentes de crescimento.
  - Análise socioeconómica. Indicadores socioeconómicos. Projeções económicas: modelo da base económica.
  - Planeamento Urbano. Análise urbanística. Indicadores urbanísticos.

- Planeamento de equipamentos coletivos. Geração e análise de alternativas de intervenção: análises multicritério e custo-benefício.
- Planeamento de transportes: O sistema de transportes. O processo de planeamento. O modelo de 4 passos. Análise da procura ao longo da vida útil do projeto.
- Desenho de redes de transportes. Aplicação de técnicas de otimização.
- · Legislação sobre ordenamento do território em Portugal.
- · Políticas territoriais e desenvolvimento sustentável.

## 4.4.5. Syllabus:

- Concept of spatial planning. Spatial planning purposes.
- · History of regional planning.
- Methodologies for spatial planning. Strategic Planning. The Territorial Model.
- Demographic Analysis. Demographic indicators. Demographic projections: trends extrapolation method, the cohort survival method.
- Socioeconomic analysis. Socioeconomic indicators. Economic projections: economic base theory model.
- Urban Planning. Urban analysis. Urban indicators.
- Public facilities planning. Generation and analysis of intervention alternatives: multicriteria and cost benefit analyses.
- Transportation planning. The transportation system. The planning process. The four-step trasnportation model. Demand analysis over the project lifetime.
- Network design. Application of optimization technique.
- Portuguese legislation in the field of spatial planning.
- Spatial Development Policy and Sustainable Development
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: O programa da cadeira permite aos alunos tomar contacto com conceitos e metodologias de base no planeamento territorial, fazendo uso de técnicas fundamentais para o planeamento regional e urbano. O alunos são também confrontados com indicadores demográficos, económicos e urbanísticos do contexto português, tomando contacto com a realidade do planeamento territorial em Portugal. É ainda feita uma perspectiva resumida da história do planeamento territorial e do enquadramento legal do planeamento em Portugal e países lusófonos. A perspectiva multitemática do planeamento ensinada permite a compreensão dos processos de planeamento territorial e dá aos alunos a capacidade de intervir em trabalhos de planeamento regional e urbano.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus of the course allows students to have contact with the basic concepts and methodologies on territorial planning, making use of the fundamental techniques for urban and regional planning. The students are also faced with the demographic, economic and urban indicators from the Portuguese context, coming into contact with reality of spatial planning in Portugal. In addition, a summary of the spatial planning history is provided together with an introduction of the legal planning framework in Portugal and other Portuguese-speaking countries. The multi-thematic perspective planning taught allows the understanding of the processes of territorial planning and gives to students the ability to intervene in regional and urban planning works

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

Aulas teóricas com exposição detalhada, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos, princípios e teorias fundamentais e com a resolução de alguns exercícios práticos que preencham todas as necessidades de enquadramento dos alunos com a matéria. Aulas teórico-práticas em que se pretende que os alunos, com a orientação do docente, resolvam alguns exercícios de aplicação prática. As aulas teórico-práticas servem ainda de apoio à resolução de trabalhos práticos que contam para avaliação

Método de avaliação:

Exame: 50%

Resolução de problemas: 50%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures with the help of audiovisual media where concepts, principles and theories are presented. Practical exercises that meet all the needs of students are solved, with guidelines provided. In TP lectures guidance to solve some practical exercises is provided by professors. The practical classes are also used to support the students' work on the practical assignments that are considered for grading.

Assessment method:

Exam: 50%

Problem resolving report: 50%

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

Os conceitos e métodos de planeamento territorial são ensinados nas aulas teóricas com recurso a meios audiovisuais

e são consolidados com a resolução de exercícios práticos simples. O software usado para análise de um sistema territorial e para apoio à tomada de decisão são explicados e usados nas aulas teóricas de forma a ensinar os conceitos básicos destes e as potencialidades na prática do planeamento territorial. O Google Earth é usado nas aulas teóricas de forma a dar uma perspectiva espacial e multi-dimensional ao estudo da história do planeamento territorial. A resolução de trabalhos práticos nas aulas teórico-práticas permite aos alunos terem a perspectiva multi-temática necessária no planeamento territorial. Para além disso, a resolução de exercícios práticos nessas aulas dá aos alunos uma capacidade mais consolidada de resolução de problemas diversos de planeamento regional e urbano.

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

The concepts and methods of spatial planning are taught in the theoretical lectures using audiovisual media and are consolidated with the resolution of simple practical exercises. The software used for territorial system analysis and for decision making support are explained and used in lectures in order to teach the basic concepts and the potential use on territorial planning practice. Google Earth is used in lectures in order to provide a spatial perspective and multi-dimensional to the study of territorial planning history.

The assignments done in TP lectures allow students to have the multi-thematic perspective needed in spatial planning. In addition, the resolution of practical assignments gives to students a more consolidated capacity to solve regional and urban planning problems

- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - [1] Acetatos utilizados nas aulas teóricas.
  - [2] Antunes, A.P., Lições de Planeamento Regional e Urbano, FCTUC, 2007.
  - [3] Hall, P., Urban and Regional Planning, Routledge, 2002.
  - [4] Chadwick G.A., A System View of Planning, Oxford, Pergamon Press, 1978.
  - [5] Ortúzar J., Willumsen L., Modelling Transport, Wiley, 2011
  - [6] Daskin, M., Network and Discrete Location: models, Algorithms and Applications. John Wiley & Sons, NY (USA), 1995.
  - [7] Fujita, M., Krugman, P. & Venables, A., The Saptial Economy: Cities, Regions and International Trade. MIT Press, Cambridge (MA, USA), 1999.

Mapa IV - Resistência dos Materiais II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Resistência dos Materiais II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Strength of Materials II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP= 63 h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Vitor Dias da Silva (TP = 63 \* 1Turma)

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

Carla Ferreira (TP = 63 \* 1Turma)
Sandra Jordão (TP = 63 \* 1Turma)
Carlos Alberto da Silva Rebelo (TP = 63 \* 1Turma)

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

Nas disciplinas de Resistência de Materiais prossegue-se a leccionação de conceitos e metodologias de análise de estruturas iniciada nas disciplinas de Mecânica. Além de princípios básicos aplicáveis à análise e verificação de segurança de todos os tipos de estruturas, estudam-se em pormenor as peças lineares e as estruturas por elas constituídas (as estruturas reticuladas), nomeadamente no que diz respeito às tensões e deformações introduzidas pelos esforços axial e transverso e pelos momentos flector e torsor. São ainda introduzidos os fenómenos de instabilidade estrutural, teoremas de conservação energia e os principais métodos de análise de estruturas, que serão objecto de sistematização e aprofundamento nas disciplinas de Teoria de Estruturas.

Após ter obtido aprovação nesta disciplina, o aluno deverá estar apto a analisar e verificar a segurança de estruturas reticuladas simples. Deverá ainda dominar os princípios e métodos fundamentais de análise de estruturas.

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

The two courses of Strength of Materials continue the explanation of concepts and methodologies of structural analysis, which is initiated in the Mechanics courses. Besides the basic principles, which are valid for all kinds of structures, the case of framed structures and specially the slender members they are made of are addressed in detail. Methods for the computation of stresses and deformations caused by the internal forces (axial and shear forces and bending and torsional moments) are studied. Furthermore, the concepts of structural stability, energy conservation theorems, and the most important methods of structural analysis, which will be deepened and systematized in the courses of Theory of Structures, are introduced.

After being approved in this course, the student shall be able to perform analysis and safety assessment of simple framed structures and be familiar with fundamental principles and methods of structural analysis.

## 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- I.Deformação em flexão
- I.1 Deformações devidas ao momento flector
- 1.2 Deformações devidas ao esforço transverso
- I.3 Estruturas hiperestáticas em flexão
- I.4 Cálculo elastoplástico em flexão
- II. Momento torsor
- II.1 Introdução
- II.2 Secções de contorno circular
- II.3 Secções fechadas de paredes finas
- II.4 Caso geral
- II.5 Forma racional das secções em torção
- III. Análise de fenómenos de instabilidade
- III.1 Introdução
- III.2 Noções fundamentais
- III.3 Instabilidade em compressão axial
- III.4 Instabilidade em flexão composta
- IV. Teoremas sobre a energia de deformação
- IV.1 Generalidades
- IV.2 Energia potencial elástica em peças lineares
- IV.3 Teoremas relativos a estruturas de comportamento linear
- IV.4 Teorema dos deslocamentos e das forças virtuais
- IV.5 Considerações acerca da energia potencial total
- IV.6 Análise elementar dos problemas de choque.

# 4.4.5. Syllabus:

- I. Bending deflections
- I.1 Deflections caused by the bending moment
- I.2 Deflections caused by the shear force
- I.3 Statically indeterminate frames under bending
- I.4 Elastoplastic analysis under bending
- II. Torsion
- **II.1 Introduction**
- II.2 Circular cross-sections
- II.3 Closed thin-walled cross-sections

II.4 General case

II.5 Optimal shape of cross-sections under torsion

III. Structural stability

**III.1 Introduction** 

III.2 Fundamental concepts

III.3 Instability in the axial compression of a prismatic bar

III.4 Instability under composed bending

IV. Energy theorems

IV.1 General considerations

IV.2 Elastic potential energy in slender members

IV.3 Theorems for structures with linear elastic behaviour

IV.4 Theorems of virtual displacements and virtual forces

IV.5 Considerations about the total potential energy

IV.6 Elementary analysis of impact loads.

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Os conteúdos programáticos são os habituais nestas disciplinas que formam o núcleo básico da formação em Engenharia de Estruturas. Há no entanto um esforço de modernização de conteúdos, com frequentes incursões em problemas não-lineares, que estão cada vez mais ao alcance do Engenheiro projectista de estruturas através de ferramentas computacionais.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus contains the classical matters in these courses, which are the basic core of the initiation on Structural Engineering. Nevertheless, there is a substantial effort of modernisation, with frequent incursions in non-linear problems, which are progressively more available to the practicing engineer, by means of computational tools.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas com exposição detalhada dos conceitos, princípios e teorias fundamentais, acompanhada da resolução de exercícios teórico-práticos ilustrativos da aplicação dos conceitos teóricos introduzidos. Resolução autónoma de exercícios em que se pretende que os alunos, com a orientação do docente, resolvam problemas de aplicação teórico-prática e prática.

Método de avaliação: Frequência: 35%+65%

Outra: A avaliação pode ser feita por exame final em alternativa às frequências

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Detailed presentation of the theory, accompanied by the resolution of illustrative examples and exercises by the teacher. Autonomous problem solving in which the students work out exercises and problems of theoretical and practical application with the guidance of the teacher.

Assessment method: Midterm exam: 35%+65%

Other: Course assessment can also be made by exam as an alternative to the midterm exams assessment.

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A apresentação dos conceitos teóricos seguida da apresentação de exercícios resolvidos permite a iniciação dos alunos na matéria leccionada. A resolução autónoma de exercícios práticos permite a consolidação da aprendizagem dos conceitos teóricos.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The presentation of the theoretical concepts followed by the presentation of worked out exercises allows the initiation of the students in the addressed matters. The autonomous workout of practical exercises allows the consolidation of learned theoretical concepts

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

[1] V. Dias da Silva, Mecânica e Resistência dos Materiais, 4º edição, Edição do Autor, Coimbra, 2013, 989-20-4155-1 [2] V. Dias da Silva, Mechanics and Strength of Materials, Springer-Verlag Berlin HeidelberHeidelberg 2006, ISBN 3-540-25131-6.

Mapa IV - Análise de Estruturas

# 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise de Estruturas

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

Structural Analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FC

#### 4.4.1.3. Duração:

Semestral

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

# 4.4.1.5. Horas de contacto:

TP = 63 h

#### 4.4.1.6. ECTS:

6

#### 4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

#### 4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Anísio Alberto Martinho de Andrade (TP= 63 h x 2 turmas)

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

Paulo Manuel Mendes Pinheiro da Providência e Costa (TP= 63 h x 2 turmas) Alfredo Dias (TP= 63 h x 1 turmas)

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

Conhecimentos a adquirir e capacidade de compreensão a desenvolver:

- 1. Compreensão das hipóteses de base envolvidas na análise linear quase-estática de estruturas
- 2. Compreensão dos principais tipos de acção quase-estática sobre uma estrutura, sua modelação e seus efeitos
- 3. Conhecimento das variáveis fundamentais envolvidas na descrição e modelação de um problema estrutural
- 4. Compreensão do significado físico dos procedimentos de análise
- 5. Compreensão das principais características do comportamento estrutural linear
- 6. Compreensão dos modelos estruturais como modelos físicos de dimensão reduzida
- 7 Compreensão da natureza discreta dos modelos para estruturas reticuladas

Aplicação de conhecimentos:

 Determinação dos campos de esforços, deformações e deslocamentos em análise linear de estruturas reticuladas e lajes

Reflexão crítica e tomada de decisão:

- 1. Selecção dos métodos de análise aplicáveis a um problema concreto
- 2. Capacidade de avaliação qualitativa das soluções obtidas
- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Requirements of new knowledge and capacity of understanding:

- 1. Understanding the basic assumptions adopted in the quasi-static linear analysis of structures
- 2. Understanding the main types of quasi-static actions on a structure, their modeling and effects
- 3. Understanding the fundamental variables of a structural problem
- 4. Understanding the physical meaning of the analysis procedures
- 5. Understanding the main characteristics of linear structural behavior
- 6. Understanding of structural models as physical models of reduced spatial dimension
- 7. Understanding the discrete nature of the models for skeletal structures

## Application of new knowledge:

1. Calculation of fields of internal forces, generalized strains and displacements in the linear analysis of skeletal structures

Critic reflection / analysis:

- 1. Selection of the most appropriate analysis methods for a given practical application
- 2. Qualitative evaluation of the computed solutions

### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- A) Análise linear de estruturas reticuladas planas
- 1. Estática linear
- 1.1 Classificação das estruturas quanto ao tipo de sistema de equações de equilíbrio
- 1.2 Indeterminação estática
- 1.3 Relações de equilíbrio (solução geral). Bases isostáticas
- 2. Cinemática linear
- 3. Método das forças
- 3.1 Deformações generalizadas e relações de elasticidade
- 3.2 Teorema do trabalho e trabalho virtual relações de compatibilidade
- 3.3 Cálculo de deslocamentos
- 3.4 Equação canónica do método das forças
- 4. Método dos deslocamentos
- 4.1 Formulação discreta de peças lineares planas
- 4.2 Indeterminação cinemática
- 4.3 Equação canónica do método dos deslocamentos
- 4.4 Energia potencial
- 4.5 Constrangimentos internos
- 5. Linhas de influência
- B) Análise linear de lajes finas Teoria de Kirchhoff
- 1. Hipóteses
- 2. Campo de deslocamentos e deformações generalizadas
- 3. Esforços. Relações de elasticidade e de equilíbrio
- 4. Equação de Germain-Lagrange. Condições de fronteira
- 5. Energia potencial
- 6. Método de Ritz

# 4.4.5. Syllabus:

- A) Linear elastic analysis of plane skeletal structures
- 1. Linear statics
- 1.1 Classification of the structures with respect to the type of the system of equilibrium equations
- 1.2 Static indeterminacy
- 1.3 Equilibrium relations (general solution). Isostatic bases
- 2. Linear kinematics
- 3. Force method
- 3.1 Generalized strains and elasticity relations
- 3.2 Work theorem and virtual work compatibility relations
- 3.3 Calculation of displacements
- 3.4 Canonical equation of the force method
- 4. Displacement method
- 4.1 Discrete formulation for planar one-dimensional elements
- 4.2 Kinematical indeterminacy
- 4.3 Canonical equation of the displacement method
- 4.4 Potential energy
- 4.5 Internal constraints
- 5. Influence lines
- B) Linear analysis of thin slabs Kirchhoff's theory
- 1. Hypotheses
- 2. Displacement field and generalized strains
- 3. Internal forces. Equilibrium relations and elasticity relations
- 4. Germain-Lagrange equation. Boundary conditions
- 5. Potential energy
- 6. Ritz method
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Os conteúdos programáticos foram definidos de modo a proporcionar aos estudantes a possibilidade de adquirirem os conhecimentos e as competências definidas nos objectivos da unidade curricular. Assim, esta unidade curricular está organizada de modo a introduzir, de uma forma integrada e unificada, os principais aspetos envolvidos na modelação e

análise linear de estruturas reticuladas planas e de lajes sob ações diretas e indiretas de natureza quase-estática.

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

The design of the syllabus is such that it allows the students to acquire the knowledge and competencies established in the objectives of the curricular unit. Hence, this curricular unit introduces, in an integrated and unified way, the main scientific, technological and normative aspects involved in the modelling and linear analysis of plane framed structures and slabs under direct and indirect actions of a quasi-static nature.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A tradicional aula "no quadro" é usada (1) para a motivação e exposição detalhada das ideias fundamentais, conceitos e métodos e (2) para a aplicação e ilustração da teoria, através da discussão das diversas disposições e da resolução completa de exemplos seleccionados. O aluno é depois confrontado com um conjunto sistematicamente organizado de problemas, que deve resolver sob a supervisão do professor; pretende-se (1) sugerir-lhe linhas de pensamento disciplinado para lidar com problemas mais complexos e (2) promover a sua autonomia.

Método de avaliação: Frequência: 100%

Outra: A avaliação pode ser feita por exame final em alternativa às frequências

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The traditional blackboard lecture style is used for (1) the motivation and detailed exposition of the fundamental ideas, concepts and methods and (2) the application and illustration of the theory, by discussing the specific provisions and by working through selected examples in detail. The student is then expected to solve, under the supervision of the instructor, a collection of systematically arranged problems; the aim is (1) to suggest to him useful lines of disciplined thought in dealing with more complex problems and (2) to promote his autonomy.

Assessment method:

Midterm exam: 100%

Other: Course assessment can also be made by exam as an alternative to the midterm exams assessment.

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A estrutura do programa, a apresentação cuidadosa dos tópicos como blocos interligados, a análise de questões cada vez mais complexas, bem como a avaliação crítica das hipóteses básicas, métodos e resultados, permitem que o aluno (1) domine os principais conceitos que formam o núcleo da matéria, (2) adquira os reflexos necessários na manipulação desses conceitos, tornando-se assim proficiente na resolução de exercícios rotineiros, e (3) desenvolva as competências analíticas necessárias para resolver problemas envolvendo reais dificuldades, através dos quais pode adquirir uma compreensão mais profunda desses conceitos e da sua unidade subjacente. Além disso, as metodologias de ensino adotadas permitem que o professor avalie regularmente o progresso de seus alunos e possa ajustar o ritmo e ênfase da exposição em conformidade.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The structure of the syllabus, the careful presentation of the topics as interconnected blocks, the analysis of increasingly complex questions, as well as the critical assessment of basic assumptions, methods and results, allow the student (1) to master the main concepts, which form the core of the subject, (2) to acquire the necessary reflexes in handling those concepts, thereby becoming proficient in solving routine exercises, and (3) to develop the analytical skills necessary to solve problems involving some real difficulties, by which deeper insight into those concepts and their underlying unity is gained. Moreover, the adopted teaching methodologies allow the instructor to regularly assess the progress of his students and to adjust the pace and emphasis of the exposition accordingly.

- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - [1] P. Providência e A. Andrade, Apontamentos de Teoria das Estruturas I, Universidade de Coimbra, 2019
  - [2] P. Providência e A. Andrade, Resolução de Provas de Teoria das Estruturas I, Universidade de Coimbra, 2018
  - [3] J.A. Teixeira de Freitas e C. Tiago, Análise Elástica de Estruturas Reticuladas, Universidade de Lisboa IST, 2019
  - [4] V. Dias da Silva, Mechanics and Strength of Materials, Springer, 2005
  - [5] I. H. Shames e C. L. Dym, Energy and Finite Element Methods in Structural Mechanics, Taylor & Francis, 1985
  - [6] A. Borkowski, Analysis of Skeletal Structural Systems in the Elastic and Elastic-Plastic Range, Elsevier, 1988
  - [7] E. Arantes e Oliveira, Elementos da Teoria da Elasticidade, IST Press, 2008

Mapa IV - Materiais de Construção

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Materiais de Construção

4.4.1.1. Title of curricular unit:

**Building Materials** 

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T= 42 h; TP= 10,5 h; PL=10,5 h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo): Fernando Branco (T= 42,0 h; TP= 10,5\*3Turmas; PL= 10,5 \*3Turmas)

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

Paulo Amado Mendes (TP= 10,5\*2Turmas; PL= 10,5 \*2Turmas)
Paulo Santos (TP= 10,5\*2Turmas; PL= 10,5 \*2Turmas)

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

A disciplina de Materiais de Construção tem como principal objectivo proporcionar aos estudantes a oportunidade de se familiarizarem com os conhecimentos de base no que respeita aos materiais de uso corrente na construção civil. Tratando-se do primeiro contacto dos alunos com este tipo de matérias, pretende-se que estes adquiram uma visão global sobre esta temática, mas incidindo ainda assim sobre alguns materiais cujo conhecimento é fundamental para o engenheiro civil.

Pretende-se que os estudantes adquiram conhecimentos práticos, assentes em experiência laboratorial, no que respeita aos processos de produção, controlo de qualidade e normalização aplicável aos materiais de construção. Serão analisadas as suas características, comportamento e principais aplicações.

Pretende-se que os alunos desenvolvam competências de síntese e análise, comunicação oral e escrita, resolução de problemas, reflexão crítica, aprendizagem autónoma e aplicação aplicação prática de conhecimentos teóricos.

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

The main objective of this unit is to provide students the opportunity to familiarize themselves with the materials most commonly used in construction, acquiring basic knowledge about those materials. Since this is the first contact of the students with construction materials, it is intended that they acquire a global view on this subject, but still focusing on some materials which are essential for civil engineering.

It is intended that students acquire practical knowledge, based on laboratory experience, with regard to production processes, quality control and standardization applicable to building materials. Materials characteristics, performance and main applications will be analyzed.

It is intended that students develop skills of synthesis and analysis, oral and written communication, problem solving, critical thinking, independent learning and practical application of theoretical knowledge.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

No âmbito da unidade curricular, serão apresentadas as principais propriedades e tipos de aplicações, processo de produção, verificação de qualidade, principais patologias, legislação e normalização aplicável aos diversos tipos de materiais de construção.

Dar-se-á relevo às preocupações ambientais relacionadas com a produção e gestão dos materiais, nomeadamente à reutilização de resíduos de construção e demolição (RCD), redução de impactos ambientais, minimização de consumo de energia e libertação de carbono.

Os principais temas abordados são os seguintes:

- Classificação e comportamento dos materiais
- Pedras naturais aplicações estruturais e não estruturais
- Ligantes
- Argamassas e Betões e seus constituintes
- Aços
- Produtos cerâmicos e vidros
- · Madeiras e seus derivados
- · Materiais poliméricos
- Tintas e vernizes
- · Inovações tecnológicas e novos materiais

## 4.4.5. Syllabus:

The course will present the main properties and types of applications, production process, quality verification, main pathologies, legislation and standardization applicable to the various types of building materials. Emphasis will be placed on environmental concerns related to the production and management of materials, including reuse of construction and demolition waste (RCD), reduction of environmental impacts, minimization of energy consumption and carbon release.

The main topics covered are as follows:

- Classification and behavior of materials
- Natural stones structural and non-structural applications
- Binders
- · Mortars and Concrete and their constituents
- Steels
- · Ceramic and glass products
- Wood and its derivatives
- Polymeric materials
- Paints and varnishes
- · Technological innovations and new materials
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: As matérias lecionadas abrangem um leque considerável de matérias, sendo abordados conhecimentos genéricos referentes aos principais tipos de materiais utilizados em Construção.

O betão enquanto material de construção será objeto de um estudo mais detalhado, uma vez que éo material de construção mais utilizado, e em relação ao qual o engenheiro civil necessita de um conhecimento aprofundado. Desta forma, considera-se que é possível cumprir os objetivos da unidade.

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

The branch of knowledge lectured covers a considerable range of subjects. Generic information related to the main types of materials used in Construction is studied.

Concrete as a building material will be the subject of further study, as it is the most widely used building material, thus requiring more in-depth knowledge by the engineer.

Thus, it is considered that it is possible to meet the objectives of the unit.

# 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Na lecionação da disciplina, será feita a apresentação de conceitos teóricos e conhecimentos genéricos relativos aos temas definidos no programa da disciplina, estudo de casos práticos e resolução de exercícios de aplicação. Paralelamente, são efetuadas demonstrações de ensaios laboratoriais realizados nas aulas práticas. Os estudantes são incentivados a estudar a aplicação prática dos conceitos teóricos, realizando em grupo trabalhos laboratoriais que são contemplados na avaliação.

Método de avaliação:

Exame: 65% Mini Testes: 10%

Trabalho laboratorial: 25%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical concepts and generic knowledge related to the themes defined in the course syllabus, case study and resolution of application exercises. At the same time, demonstrations of laboratory tests are carried out in practical classes.

Students are encouraged to study the practical application of theoretical concepts, performing laboratory work that is covered in the course evaluation.

Assessment method:

Exam: 65% Test: 10%

Laboratory work: 25%

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

  Os objetivos incluem a aquisição de conhecimentos teóricos, sobretudo relacionados com conceitos físicos sobre os tópicos referidos, e uma componente de aplicação prática desses conceitos e da regulamentação em vigor. Por esse motivo, é essencial, por um lado, garantir que essa transmissão de conhecimentos ocorre nas aulas teórico-práticas e, por outro, dar oportunidade aos alunos de aplicarem esses conhecimentos e de se familiarizarem com ensaios laboratoriais nas aulas práticas.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

  The stated objectives include the acquisition of theoretical knowledge, specifically related to physical concepts regarding the topics listed in the syllabus, and a component of practical application of concepts and regulations. For

this reason it is essential, firstly, to ensure that the transmission of knowledge occurs in theoretical-practical classes, and, secondly, to provide the students with an opportunity to apply this knowledge and become familiar with common laboratorial tests during practical classes.

inner anemar toote marring principles consecutive

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Branco, F. G., Avaliação de resistência do betão in-situ. Método da Maturidade, 2017.

Branco, F. G., Belgas, L., Mascarenhas, J. Técnicas de Reabilitação em Estruturas de Madeira, de Alvenaria e de Betão - Breves resumos, 2018.

Gonçalves, M.C.; Margarido, F. (eds.), "Ciência e Engenharia de Materiais de Construção", Col. Ensino da Ciência e da Tecnologia, n.º 46, IST Press, 2012.

Lourenço, j. et al, "Betões de Agregados Leves de Argila Expandida", APEB, 2004.

Mehta, P.K.; Monteiro, P. "Concrete: Microstructure, Properties and Materials", McGraw Hill, 2005.

Neville, A. "Properties of Concrete", Longman Group Limited, London, 1995.

Rocha, A. "Materiais Plásticos para a Construção Civil", LNEC, 1990, ICT.

Serra e Sousa, A., et al (Coords.) "Manual de Aplicação de Telhas Cerâmicas", Apicer, 1998.

Serra e Sousa, A., et al (Coords.) "Manual de Alvenaria de Tijolo", Apicer, 2000.

Sousa Coutinho, A. – Fabrico e Propriedades do Betão , LNEC, Lisboa, 2006 (2 vol.).

Mapa IV - Mecânica dos Solos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecânica dos Solos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Soil Mechanics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

```
4.4.1.5. Horas de contacto:
```

T= 42h; TP= 18h; PL= 3h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

teóricos.

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

Paulo Alexandre Lopes de Figueiredo Coelho (T= 21 h; TP= 9\*4Turmas; PL= 1,5 \* 4Turmas)

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

Maria Isabel Moita Pinto (TP= 9\*2Turmas ; PL= 1,5 \* 2Turmas ) António Manuel G. Pedro (TP= 9\*2Turmas ; PL= 1,5 \*2Turmas )

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes): Fornecer aos alunos os principais conceitos, princípios e teorias que permitem explicar, compreender e prever o comportamento hidráulico e mecânico dos maciços terrosos, quer naturais quer de aterros, sob as ações impostas pelas estruturas que sobre eles ou no seu interior se pretende construir. Assim, partindo do conhecimento previamente adquirido sobre o estado físico e o comportamento de diferentes tipos de solos, esta UC oferece o conhecimento necessário ao dimensionamento de vários tipos de obras geotécnicas, a desenvolver na UC subsequente.
A UC pretende ainda promover a aquisição de competências em análise e síntese, comunicação escrita, resolução de problemas não convencionais, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma e aplicação prática de conhecimentos

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

Provide students key concepts, principles and theories allowing to explain, understand, and predict the hydraulic and mechanical behavior of soil deposits under loadings imposed by different type of structures. Starting from the knowledge previously acquired knowledge about the physical state and behavior of different types of soils, this Curricular Unit (CU) offers the necessary knowledge for the design of various types of geotechnical works, which will be considered in a subsequent CU.

This CU also aims at promoting the acquisition of skills in analysis and interpretation, written communication, unconventional problem solving, critical thinking, independent learning and practical application of theoretical knowledge.

- 4.4.5. Conteúdos programáticos:
  - 1. Estado de tensão em repouso

Conceito de tensão em meios particulados; princípio da tensão efetiva; avaliação das tensões em repouso.

2. Água nos solos. Percolação

Escoamentos unidimensionais; avaliação da permeabilidade; escoamentos bidimensionais; instabilidade de origem hidráulica; anisotropia de permeabilidade; capilaridade

3. Compressibilidade e consolidação

Estratos confinados; ensaio edométrico; assentamentos por consolidação primária; teoria de consolidação unidimensional de Terzaghi; consolidação secundária; aceleração da consolidação

4. Tensões e deformações elásticas

Formulação do problema; modelos de comportamento de solos; soluções elásticas para cargas aplicadas à superfície; cálculo das deformações; assentamento à superfície

5. Resistência ao corte

Rotura pontual e global; comportamento de areias e argilas; modelo de Mohr-Coulomb; parâmetros de resistência ao corte (tensões efetivas e totais); rotura a curto e longo prazo; avaliação experimental da resistência.

- 4.4.5. Syllabus:
  - 1. Stress state at rest

Stress concept in particulate media; principle of effective stress; evaluation of the stress state at rest

2. Water in soils. Percolation

One-dimensional flow; assessment of permeability; bi-dimensional flow; hydraulic instability; anisotropy of

permeability; capillarity

3. Compressibility and consolidation

Confined stratum; oedometer test; primary consolidation settlements; Terzaghi's theory of consolidation; secondary consolidation; consolidation acceleration

4. Stresses and elastic strains

Problem formulation; models of soil behaviour; elastic solutions for surface loading; calculation of strains; ground settlements.

5. Shear strength

Local versus global failure; sand and clay behaviour; Mohr-Coulomb model; shear strength parameters; short and long-term failures; experimental evaluation of shear strength

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

O tópico 1 introduz e generaliza para meios particulados e submersos o conceito de tensão, e apresenta a forma de estimar as tensões pré-existentes a qualquer obra humana.

No 2º tópico são introduzidos os conceitos e grandezas associados à hidráulica dos solos e evidenciado como o escoamento afeta as tensões instaladas.

Nos tópicos 3 e 4 aborda-se o modo como os solos respondem, em termos de deformações, a alterações das tensões impostas por carregamentos em condições de confinamento lateral, usando a Teoria da Terzaghi, e por carregamentos em condições gerais, usando a Teoria da Elasticidade.

No 5º tópico são introduzidos os conceitos fundamentais para a análise da rotura local de solos sujeitos a alterações do estado tensão, com base na Teoria de Mohr-Coulomb, distinguindo as particularidades dos solos arenosos e argilosos.

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

Topic 1 introduces and generalizes the concept of stress for particulate and submerged media, describing how to estimate the pre-existing stresses prior to any human construction.

Topic 2 introduces the concepts and parameters related to hydraulics in soil, highlighting how the flow affects the stresses.

Topics 3 and 4 consider the soil response, in terms of deformations, to the changes in stress due to surface loads, considering the existence of lateral confinement, using Terzaghi's Theory, and more general conditions, using the Elasticity Theory.

Topic 5 introduces the fundamental concepts for the analysis of local failure of soils caused by stress changes, using Mohr-Coulomb theory and highlighting the differences between sandy and clayey soils.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com exposição detalhada, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos, princípios e teorias fundamentais e com a resolução de exercícios práticos elementares que concretizem o interesse prático da matéria e exemplifiquem a sua aplicação a situações reais.

Aulas teórico-práticas em que se pretende que os alunos, com a orientação do docente, resolvam alguns exercícios de aplicação prática, que exijam a conjugação de conceitos teóricos distintos e promovam o raciocínio crítico face a problemas mais complexos.

Aulas laboratoriais com execução/observação de ensaios relevantes.

Método de avaliação:

Exame: 50% Mini Testes: 30%

Trabalho laboratorial: 20%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes with detailed presentation, using audiovisual means, of the concepts, principles and fundamental theories and solving of basic practical exercises to illustrate the practical interest of the subject and exemplify its application to real cases.

Theoretical-practical classes where the students, supervised by the staff member, solve practical exercises, which require the combination of different theoretical concepts and promote critical reasoning in the presence of more complex problems.

Laboratory classes with execution/observation of relevant tests.

Assessment method:

Exam: 50% Test: 30%

Laboratory work: 20%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A estratégia e o método de ensino adotado procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem e na sua

valorização pessoal, e assim levar ao desenvolvimento, para além de competências técnicas específicas, de algumas competências genéricas, de natureza instrumental, pessoal e sistémicas.

Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas nas aulas teóricas e os exercícios de aplicação prática que se procura que os alunos resolvam nas aulas teórico-práticas estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, em raciocínio crítico, em aplicar na prática os conhecimentos teóricos e, num nível mais avançado, da competência em análise e síntese.

Nas aulas laboratoriais, com a realização dos ensaios simples que permitem obter as características físicas, procura-se familiarizar os alunos com o material solo e relacionar as tendências básicas do seu comportamento com aquelas características.

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

The teaching strategy and methods adopted aim at engaging the student in the learning process and his personal development, and lead to the development of some generic competencies of instrumental, personal and systemic

With the knowledge and comprehension of the matters taught in the theoretical classes and the exercises with practical applications given in the theoretical-practical classes, conditions exist for the development of competencies in problem solving, critical reasoning, applying in practice theoretical knowledge and, at a more advanced level, analysis and

In the laboratory classes, simple experiments to assess physical properties are carried out to familiarize students with soils and relate their basic trends of behaviour with those properties.

- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - Matos Fernandes, M. (2006) Mecânica dos Solos Conceitos e Princípios Fundamentais, Vol. I, Edições FEUP.
  - Lemos, L. L. (2002) Apontamentos de Mecânica dos Solos, DEC-FCTUC.
  - Das, B. M. (2000) Fundamentals of Geotechnical Engineering, Brooks/Cole.
  - Coelho, P.A.L.F., Almeida e Sousa, J. e Marques, F.E.R. (2007) Diapositivos das aulas teóricas de Mecânica dos Solos I, DEC-FCTUC.

#### Mapa IV - Modelação Matemática

- 4.4.1.1. Designação da unidade curricular: Modelação Matemática
- 4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Modelling

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP = 63 h

4.4.1.6. ECTS:

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

#### Luis M. Cortesão Godinho (TP= 10,5 h\*5Turmas )

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

Fernando Pedro D. Simão (TP= 10,5 h\*5Turmas)
Paulo da Venda Oliveira (TP= 10,5 h\*5Turmas)
Maria Rita Fernandes de Carvalho (TP= 10,5 h\*5Turmas)
Ricardo Joel T. Costa (TP= 10,5 h\*5Turmas)
Anabela Ribeiro (TP= 10,5 h\*5Turmas)

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

Pretende-se que esta unidade curricular permita o desenvolvimento e aplicação de conceitos de modelação numérica focalizada em temáticas de Engenharia. Introduz-se, nesta u.c. a modelação matemática de problemas complexos de Engenharia, tipicamente formulados com base em equações às derivadas parciais e abordados através de métodos numéricos avançados. Lecionam-se os princípios matemáticos dos principais métodos numéricos de uso geral em engenharia, designadamente Diferenças Finitas, Volumes Finitos e Elementos Finitos. Pretende-se possibilitar não só a compreensão da sua formulação como também a sua aplicação, pelo que se pretende que esta u.c. proporcione a utilização de ferramentas computacionais de modelação. Será utilizado como ferramenta base o software Matlab, que os estudantes usam já em outras unidades curriculares.

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

It is intended that this course allows the development and application of numerical modeling concepts focused on engineering problems. It is introduced in this unit the mathematical modeling of complex engineering problems, typically formulated based on partial differential equations and solved using advanced numerical methods. The mathematical principles of the most common methods used in engineering, namely Finite Differences, Finite Volumes and Finite Elements, are lectured. It is intended to provide students with knowledge on the the methods' formulation but also on its application, and so computational modeling tools are used. The software Matlab will be used, which students already learn and use in other courses.

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1.Introdução à unidade curricular
- •Importância e relevância dos métodos numéricos em Engenharia
- •Exemplos gerais para motivação
- 2.Tipos de EDPs
- •EDPs elípticas, parabólicas e hiperbólicas, e relação com fenómenos físicos.
- ·Condições iniciais e de fronteira.
- 3.Problemas 1D
- •FDM e FVM
- -Formulação
- -Exemplo simples de aplicação
- •FEM
- -Formulação
- -Exemplo simples de aplicação
- 4.Resolução numérica de EDPs não dependentes do tempo no plano e espaço
- •Métodos das diferenças finitas e volumes finitos aplicados à resolução numérica de EDPs.
- -Formulação.
- -Aplicação à resolução de problemas práticos simulação computacional.
- •Método dos elementos finitos aplicado à resolução numérica de EDPs.
- -Formulação, introdução ao cálculo de variações e Método dos Resíduos Pesados.
- -Formulação de elementos.
- -Aplicação à resolução de problemas práticos simulação computacional.
- 5. Problemas dependentes do tempo
- ·Esquemas explícitos e implícitos.
- ·Aplicação prática.

#### 4.4.5. Syllabus:

- 1.Introduction to the curricular unit
- Importance and relevance of numerical methods in Engineering
- General examples for motivation
- 2. Types of PDEs
- Elliptical, parabolic and hyperbolic PDEs, and relation to physical phenomena.
- Initial and boundary conditions.
- 3. 1D Problems
- FDM and FVM
- -Formulation

- -Simple application example
- FEM
- -Formulation
- -Simple application example
- 4. Numerical solution of time-independent PDEs in 2D and 3D
- Finite difference and finite volume methods applied to numerical resolution of PDEs.
- -Formulation.
- -Application to practical problem solving computer simulation.
- Finite element method applied to numerical resolution of EDPs.
- -Formulation, Introduction to variational principles and weigthed residues.
- -Formulation of elements.
- -Application to practical problem solving computer simulation.
- 5.Time dependent problems
- · Explicit and implicit schemes.
- Practical application.
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Como se verifica da observação dos conteúdos programáticos, a transmissão de conhecimentos incide fundamentalmente nas áreas definidas como prioritárias para esta unidade curricular, designadamente a formulação e utilização de métodos numéricos para a análise computacional de problemas físicos de engenharia. A transmissão de conhecimentos nestas áreas e a sua aplicação em trabalhos práticos permitirá aos alunos a aquisição das competências e conhecimentos propostos.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

As can be seen from the observation of the syllabus, the transmission of knowledge focuses mainly on the areas defined as priorities for this course, namely the formulation and use of numerical methods for the computational analysis of physical engineering problems. The transmission of knowledge in these areas and its application in practical work will allow students to acquire the skills and knowledge proposed.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Na leccionação da disciplina, prevê-se a apresentação de conceitos teóricos e conhecimentos relativos aos temas definidos no programa da disciplina de forma expositiva. Para além dos conteúdos transmitidos em aulas teórico-práticas, a sua aplicação a casos práticos com o acompanhamento do docente permite uma efectiva aprendizagem orientada para os tipos de problemas propostos. Na aplicação a casos práticos serão utilizadas ferramentas computacionais.

Método de avaliação:

Exame: 70%

Resolução de problemas: 30%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In the teaching of this course, it is expected to present theoretical concepts and knowledge related to the themes defined in the course syllabus. In addition to the contents transmitted in theoretical-practical classes, its application to practical cases with the teacher's support allows an effective learning oriented to the types of problems proposed. In the application to practical cases computational tools will be used.

Assessment method:

Exam: 70 %

Problem resolving report: 30%

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

  Os objetivos indicados incluem a aquisição de conhecimentos teóricos, sobretudo relacionados com métodos numéricos aplicados a problemas de engenharia, e uma componente de aplicação prática desses conceitos. Deste modo, para além de se pretender garantir a transmissão de conhecimentos através das aulas teórico-práticas, pretende dar-se oportunidade aos alunos de aplicarem esses conhecimentos a casos práticos, com auxílio do professor. A resolução de exercícios práticos de aplicação considera-se essencial como forma de síntese e aplicação dos conhecimentos transmitidos. De igual modo, a utilização de ferramentas computacionais permitirá aos alunos uma mais fácil compreensão e aplicação dos conhecimentos, num contexto de resolução de problemas de engenharia.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

  The indicated objectives include the acquisition of theoretical knowledge, mainly related to numerical methods applied to engineering problems, and a practical application component of these concepts. Thus, in addition to ensuring the transmission of knowledge through theoretical-practical classes, students will be given the opportunity to apply this

knowledge to practical cases, with the help of the teacher. The solution of practical exercises of application is considered essential as a form of synthesis and application of the knowledge transmitted. Similarly, the use of computational tools will enable students to more easily understand and apply knowledge in a context of engineering problem solving.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Chapra, S. C., Canale, R. P., Numerical methods for engineers, 7th Ed., NY: McGraw Hill, 2015

Bathe, K.-J., Finite Element Procedures, Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall, 1996

Stoer, J, Bulirsch, R., Introduction to numerical analysis, 2nd Ed., NY: Springer, 1993

Ferziger, J. H., Peric, M., "Computational methods for fluid dynamics", Springer, 1996

F. Teixeira-Dias, J. Pinho-da-Cruz, R.A. Fontes Valente, R.J. Alves de Sousa (2010), Método dos Elementos Finitos – Técnicas de Simulação Numérica em Engenharia, ETEP.

Mapa IV - Recursos Hídricos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Recursos Hídricos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Water Resources

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

81

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP= 35 h

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

- 4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo): Maria da Conceição Morais de Oliveira Cunha (TP= 35 h\*3 turmas)
- 4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

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

- o conhecimento de conceitos, metodologias e instrumentos para a caracterização e a gestão de recursos hídricos numa perspectiva integrada
- a compreensão das vertentes sociais, económicas, ambientais, tecnológicas, legais e políticas para a gestão

sustentável de recursos hídricos e ecosistemas associados

- capacidade de utilizar métodos científicos nos processos de decisão relativos à gestão de recursos hídricos.

- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students): To provide
  - the main principles, concepts, methodologies and tools for the analyses and the integrated water resources management
  - the understanding of the various issues involved (social, economic, environmental, technological, legal and political) in the sustainable water resources and ecosystems management.
  - skills in using scientific methods for simulation and decision-making of water resources management

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

Ciclo hidrológico e diferentes origens da água. Disponibilidades hídricas e sustentabilidade da sua gestão. A identificação das pressões e descrição dos impactes significativos. Classificação das massas de água. Gerir a água para dominar a sua escassez e o seu excesso, a sua variabilidade espacial e temporal. Princípio de gestão integrada das águas e dos ecossistemas associados.

Diretiva Quadro da Água. Lei da Água. SNIRH. Instrumentos legais para o planeamento dos recursos hídricos. Plano Nacional da Água e Planos de Bacia/Região Hidrográfica.

Afetação de recursos hídricos a diferentes atividades e as restrições ambientais. Integração das perspetivas técnicas, ambientais, económicas e sociais no desenho de programas de medidas para o planeamento sustentável dos recursos hídricos. Análise multicritério. Conceitos de risco e vulnerabilidade. Fiabilidade, resiliência e robustez de sistemas hídricos. A adaptação dos sistemas hídricos a futuros incertos. As soluções flexíveis.

#### 4.4.5. Syllabus:

Hydrologic cycle and different sources of water. Water availability and sustainability of its management. Identification of pressures and description of significant impacts. Classification of water bodies. Management of water to master its scarcity and excess, its spatial and temporal variability. Principle of integrated water management and associated ecosystems.

Water Framework Directive. Water Law. SNIRH. Legal instruments for water resources planning. National Water Plan and River Basin / Region Plans. Allocation of water resources to different activities and environmental restrictions. Integration of technical, environmental, economic and social perspectives in the design of programs of measures for the sustainable planning of water resources. Multicriteria analysis. Risk and vulnerability concepts. Reliability, resilience and robustness of water systems. The adaptation of water systems to future uncertainty. The flexible solutions.

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Os conteúdos programáticos cobrem aqueles que se consideram ser os conhecimentos e capacidades essenciais para um bom domínio sobre do tema dos recursos hídricos e da sua gestão sustentável, de acordo com a melhor literatura disponível e a experiência de I&D adquirida no grupo de investigação.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus addresses the knowledge and skills considered to be essential for a good understanding of contemporary water resources planning and management, according to the best literature available on the subject and the R&D expertise acquired in the research group.

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

Método de ensino: aulas teórico-práticas com exposição de matéria e discussão e análise de questões conceptuais e casos reais.

Método de avaliação:

Exame: 50% Projeto: 40%

Trabalho de síntese: 10 %

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methods: Theoretical and practical lectures for conceptual and real-case studies discussions.

Assessment method:

Exam: 50% Project: 40%

Synthesis work: 10%

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: As metodologias de ensino adoptadas permitem dotar o aluno com os conhecimentos teórico-práticos e as capacidades analíticas relevantes para analisar e resolver problemas de recursos hídricos, sendo semelhantes àquelas que são usadas em unidades curriculares do mesmo tipo nos melhores programas de Licenciatura em Engenharia Civil existentes na área dos Recursos Hídricos.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

  The teaching methodology allows providing the student with the relevant theoretical and practical knowledge and analytical skills to deal with Water Resources problems, being similar to the ones used in curricular units of similar type included in world-leading 1st cycle diploma in Civil Engineering.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Cunha, M.C. & Nunes, L., Groundwater Characterization, Management & Monitoring, WIT press, 277p., 2011.

Cunha, M.C., Recursos Hídricos, DEC-FCTUC, 2019.

Hipólito, J,R. &Vaz, A.C., Hidrologia e Recursos Hídricos, IST, 3ªed., 207. ISBN: 9789728469863

Loucks, D. and Van Beek, E., Water Resources System Planning and Management: An introduction to methods, models and applications. UNESCO, 2005.

Karamouz, M., Zahraie, B. & Szidarovszky, F., Water Resources Systems Analysis, Lewis Publishers, 2003. .

ReVelle, C., Whitlach. E., & Wright, J., Civil and Environmental Systems Engineering, Prentice-Hall, 1997.

ReVelle, C., Optimizing Reservoir Resources, John Wiley & Sons, Inc., 1999.

#### Mapa IV - Transportes e Mobilidade Sustentável

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Transportes e Mobilidade Sustentável

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Transports and Sustainable Mobility

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

81

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP= 35 h

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

- 4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo): Anabela Ribeiro (TP= 22,5 h \* 4 Turmas)
- 4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular: Alvaro Jorge Maia Seco (TP= 12,5\*4Turmas)
- 4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Explicar a intervenção da Engenharia Civil na articulação entre Planeamento dos Transportes e Desenvolvimento Urbano Sustentável (economicamente, socialmente, ambientalmente e institucionalmente);

Fornecer aos alunos os principais conceitos e métodos que permitem demonstrar que é através desta articulação que se promove a gestão sustentável da mobilidade urbana. Esta demonstração deverá ser baseada em ciência reconhecida (estado da arte) e em exemplos práticos (estado do mundo), incluindo exemplos de trabalhos realizados no DEC;

Desenvolver nos alunos o raciocínio crítico relativamente a esta articulação na perspetiva do Engenheiro Civil, com preocupações de funcionalidade e sustentabilidade futura;

Garantir a aquisição de competências no diagnóstico e na programação da mobilidade urbana sustentável, através da análise de projetos e da realização de exercícios práticos, com recurso a ferramentas quantitativas.

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

Explain the intervention of Civil Engineering in the articulation between Transport Planning and Sustainable Urban Development (economically, socially, environmentally and institutionally);

Provide students with the main concepts and methods that demonstrate that it is through this articulation that the sustainable management of urban mobility is promoted. This demonstration should be based on recognized science (state of the art) and practical examples (state of the world), including examples of work done at DEC; Develop in students the critical reasoning regarding this articulation in the perspective of the Civil Engineer, with

Ensure the acquisition of skills in the diagnosis and programming of sustainable urban mobility through project analysis and practical exercises, using quantitative tools.

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

•Gestão sustentável da mobilidade urbana: presente e futuro;

concerns of functionality and future sustainability;

- ·Objetivos, critérios e metodologias de avaliação da mobilidade sustentável;
- •Caracterização e Diagnóstico dos Sistemas de Transportes e do Território;
- Definição de Políticas eficientes e sustentáveis de Transportes: Fatores condicionantes, Opções e Soluções de Referência; impactes do novo paradigma tecnológico; análise de benchmarks;
- •Estratégias, instrumentos e medidas parcelares e integradas de atuação sobre o sistema para concretização das políticas;
- •Princípios, Instrumentos e Métodos de Otimização do sistema de transportes: Princípios básicos de organização funcional das redes viárias. Otimização da localização de pontos âncora da rede de transportes para satisfazer a procura modelos de maximização da cobertura.

#### 4.4.5. Syllabus:

- Sustainable management of urban mobility: present and future;
- · Objectives, criteria and methodologies for assessing sustainable mobility;
- Characterization and Diagnosis of Transport and Territory Systems;
- Definition of efficient and sustainable transport policies: conditioning factors, options and reference solutions; impacts of the new technological paradigm; benchmark analysis;
- Partial and integrated strategies, instruments and measures of action on the system to implement policies;
- Principles, Instruments and Methods of Transport System Optimization: Basic principles of functional organization of road networks. Optimization of transport network anchor point locations to meet demand models for maximizing coverage.
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Os conteúdos programáticos permitem concretizar os objetivos apresentando primeiro a temática que se pretende desenvolver, tendo por base os conceitos principais, as políticas gerais e a identificação de problemas a resolver (seção 1). Para concretizar esta abordagem global são apresentados objetivos, critérios e métodos de avaliação na perspetiva do Engenheiro Civil, com preocupações de funcionalidade e sustentabilidade futura (seções 2 e 3). Na sequência do disgnóstico de problemas é importante projetar soluções, o que passa pela identificação de condicionantes, opções e soluções de referência (seção 4) e pelas estratégias e instrumentos a aplicar na sua implementação (seção 5). Finalmente, propõe-se a explicação e aplicação de alguns métodos quantitativos, nomeadamente instrumentos e métodos de otimização do sistema de transportes, completando-se assim a aquisição das competências fundamentais numa primeira abordagem a esta temática (seção 6).
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus makes it possible to achieve the objectives by first presenting the theme to be developed, based on the main concepts, the general policies and the identification of problems to be solved (section 1). To achieve this global approach, objectives, criteria and evaluation methods are presented from the Civil Engineer's perspective, with concerns for functionality and future sustainability (sections 2 and 3). Following problem diagnosis, it is important to design solutions, which include identifying conditions, options, and reference solutions (section 4) and the strategies and instruments to implement them (section 5). Finally, it is proposed to explain and apply some quantitative methods, namely transport system optimization instruments and methods, thus completing the acquisition of fundamental

competences in a first approach to this theme (section 6).

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

Cada aula terá uma exposição da matéria referente aquela seção, à qual se seguirá a realização de exercícios práticos e/ou análise de estudos de caso, sendo os alunos chamados a ter um papel interventivo e colaborativo através da apresentação de diagnósticos e propostas, com vista à sua discussão.

Método de avaliação:

Exame: 50%

Resolução de problemas: 25% Trabalho de síntese: 25%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Each class will have an exposition of the material referring to that section, which will be followed by practical exercises and / or analysis of case studies. have an intervening and collaborative role through the presentation of diagnoses and proposals, with a view to their discussion.

Assessment method:

Exam: 50%

Problem resolving report: 25%

Synthesis work:25 %

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Esta unidade curricular beneficiará de várias matérias já lecionadas em unidades curriculares anteriores, como sejam técnicas de análise custo-benefício, otimização ou de análise multicritério. Incluem-se nestas UCs, Sistemas de Engenharia Civil e Planeamento Regional e Urbano. Sendo aulas teórico práticas organizam-se em torno de períodos de exposição das matérias coordenados com outros de resolução ou discussão de exercícios ou estudos de caso. Neste processo, espera-se que os alunos sejam capazes de discutir as questões essenciais associadas à mobilidade e aos transportes para a cidade do futuro, com funcionalidade e sustentabilidade, na perspetiva de um Engenheiro Civil. Neste enquadramento, que sejam capazes quer de discutir questões de políticas e de estratégias, quer de resolver problemas práticos e propor soluções concretas.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

  This course will benefit from several subjects already taught in previous course units, such as cost-benefit analysis, optimization or multicriteria analysis techniques. These UCs include Civil Engineering Systems and Regional and Urban Planning. Being theoretical-practical classes are organized around periods of exposure of the subjects coordinated with others of resolution or discussion of exercises or case studies. In this process, it is expected that students will be able to discuss the essential issues associated with mobility and transport to the city of the future, with functionality and sustainability, from the perspective of a Civil Engineer. In this framework, they are capable of discussing both policy and strategy issues and solving practical problems and proposing concrete solutions.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - [1] L Schiller, Preston, Kenworthy, Jeffrey R (2018) An Introduction to Sustainable Transportation: Policy, Planning and Implementation. Routledge.
  - [2] Knoflacher, Herman and Ocalir-Akunal, Ebru V. (2017) Engineering Tools and Solutions for Sustainable Transportation Planning. Series: Advances in Civil and Industrial Engineering. IGI Global.
  - [3] United Nations (2013) Planning and design for sustainable urban mobility global report on human settlements. Earthscan from Routledge.
  - [4] Black, William R. (2010) Sustainable Transportation Problems and Solutions. Guilford Press
  - [5] van Nunen, Jo; Huijbregts, Paul; Rietveld, Piet (Eds.) (2010) Transitions Towards Sustainable Mobility. New Solutions and Approaches for Sustainable Transport Systems. Springer.
  - [6] CCDRN (2008) Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária.
  - [7] IMT, Mobilidade e Transportes. Documentos de Referência e Coleção de Brochuras Técnicas.

Mapa IV - Projeto Integrador

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto Integrador

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Integrator Project

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP= 42h ; OT= 21h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Paulo da Venda Oliveira (TP= 10,5h \* 3Turmas ; OT = 3,5\*3Turmas)

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

Fernando Branco (TP= 10,5h \* 3Turmas ; OT = 3,5\*3Turmas)
Adelino Ferrreira (TP= 10,5h \* 3Turmas ; OT = 3,5\*3Turmas)
Alfredo Dias (TP= 10,5h \* 3Turmas ; OT = 3,5\*3Turmas)
Luis Costa Neves (TP= 10,5h \* 3Turmas ; OT = 3,5\*3Turmas)
José Alfeu Sá Marques (TP= 10,5h \* 3Turmas ; OT = 3,5\*3Turmas)

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

Esta unidade curricular tem como objectivo global promover a interdisciplinaridade e a contextualização dos temas/assuntos abordados durante o curso da Licenciatura em Engenharia Civil.

Em termos mais específicos:

- i) Promover a utilização de conhecimentos teóricos para resolver problemas práticos, aproximando o conhecimento obtido em sala de aula da atividade profissional no âmbito da engenharia civil.
- ii) Promover a ligação entre os conteúdos estudados ao longo do curso, abordando temas que se complementam, de modo a promover a formação integral do estudante.
- iii) Desenvolver competências de organização e colaboração no âmbito de trabalhos multidisciplinares.
- iv) Desenvolvimento de projeto que compreenda as várias fases que ocorrem na pratica corrente.
- v) Incentivar a criatividade, o espirito crítico, a autonomia, bem como o espirito de iniciativa e de inovação.
- vi) Promover o trabalho em equipa e a competição sadia(não concordo com esta parte AD) entre os diversos grupos.
- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This course aims at promoting the interdisciplinarity and contextualization of the themes / subjects addressed during the course of Civil Engineering Degree.

In more specific terms:

- i) To promote the use of theoretical knowledge to solve practical problems, bringing the knowledge obtained in the classroom closer to professional activity in the field of civil engineering.
- ii) To promote the connection between the contents studied throughout the course, addressing complementary themes, in order to promote the integral formation of the student.
- iii) Development of competencies in the area of work organization and collaboration within the aim of multidisciplinary projets.
- iv) Development of a projet that comprises the various phases that are to be found in practice activity.
- v) Encourage creativity, critical spirit, autonomy, as well as initiative and innovation.

vi) Promote teamwork and healthy competition between the various groups.

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

Fases e peças de um projeto de Engenharia Civil.

Análise, em grupos de trabalho, de problemas específicos relacionados com a Engenharia Civil através das perspetivas das diferentes áreas científicas. Os problemas em análise poderão envolver a proposta de soluções técnicas alternativas, e requerer a realização de ensaios laboratoriais, apoiados com modelação computacional e emissão de um relatório escrito.

Escolhido um objeto de estudo concreto, os estudantes farão a sua análise integrando desejavelmente conhecimentos de várias áreas da engenharia.

#### 4.4.5. Syllabus:

Phases and parts of a Civil Engineering project.

Analysis, in working groups, of specific problems related to Civil Engineering through the perspectives of different scientific areas. The problems under analysis may involve the proposal of alternative technical solutions, and require the performance of laboratory tests, supported by computer modeling and the issuance of a written report. Chosen as a specific object of study, students will make their analysis by desirably integrating knowledge from various areas of engineering.

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Ao longo da disciplina, os estudantes organizarão grupos de trabalho para realizar as tarefas previstas. Os temas selecionados serão passíveis de tratamento na ótica de todas as áreas científicas. O trabalho a realizar exigirá o recurso a conhecimentos teóricos ministrados nas disciplinas já lecionadas ao longo do curso, e de outras que decorrerão em paralelo. Os resultados esperados consistirão na identificação e enquadramentos dos problemas, sendo aplicadas técnicas de modelação e/ou experimentais, a selecionar pelos estudantes, adequadas a cada problema concreto.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Throughout the course, students will organize working groups to accomplish the intended tasks. The selected themes will be subject to treatment from the perspective of all scientific areas. The work will require the use of theoretical knowledge taught in disciplines already lectured throughout the course, and those that will be lectured in parallel with the current course. The expected results will include the identification and characterization of technical problems, application of modeling and / or experimental techniques, selected by the students, that are appropriate for each specific problem.

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

Os métodos de ensino adquirem natureza prática, envolvendo orientação do tipo tutorial, com acompanhamento e supervisão dos trabalhos de modelação computacional e ensaios laboratoriais. Os grupos de trabalho terão oportunidade de, seguindo uma escala semanal, realizarem trabalhos inserido nas diferentes áreas científicas constituintes da Eng. Civil. Ao longo do desenrolar da UC, todos os grupos terão contacto com todas as áreas científicas. De modo a garantir um desenvolvimento contínuo do trabalho durante as aulas, os alunos devem efetuar entregas periódicas dos relatórios dos trabalhos

Método de avaliação:

Projeto: 100%

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methods acquire practical nature, involving tutorial orientation, with monitoring and supervision of computer modeling works and laboratory tests. Throughout the duration of the course, all groups will have contact with all scientific areas of Civil Engineering. In order to ensure continuous work development during the course, students should periodically deliver progress reports of work in progress.

Assessment method:

Project: 100%

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

As metodologias de ensino adotadas para esta unidade curricular assentam num trabalho cooperativo, em equipas formadas por diversos estudantes, proporcionando uma promoção do trabalho em equipa e autonomia dos estudantes.

Os temas propostos e a liberdade de opções disponíveis permitirão incentivar a criatividade, o espírito crítico, bem como o espirito de iniciativa e de inovação. Estas atividades permitirão o desenvolvimento de competências que permitam ao aluno aplicar os conhecimentos teóricos pré-adquiridos, e utilizar as ferramentas de modelação e laboratoriais disponíveis, de forma correta e eficaz. O processo de avaliação preconizado na unidade curricular

promove a aplicação prática dos conteúdos previamente lecionados.

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

The teaching methodologies adopted for this curricular unit are based on cooperative work, in teams formed by several students, providing a promotion of teamwork and student autonomy. The proposed themes and the freedom of choice will encourage creativity, the critical spirit as well as the spirit of initiative and innovation. These activities will enable the development of competencies that allow the student to apply the pre-acquired theoretical knowledge, and to use the modeling and laboratory tools available, correctly and effectively. The assessment method recommended in the course promotes the practical application of previously taught content.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia deverá ser definida caso a caso. Bibliography will depend on the specific project developed.

#### Mapa IV - Estabilidade de Estruturas Geotécnicas

- 4.4.1.1. Designação da unidade curricular: Estabilidade de Estruturas Geotécnicas
- 4.4.1.1. Title of curricular unit: Stability of Geotechnical Structures
- 4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

87

4.4.1.5. Horas de contacto:

T= 21h ; TP= 14h

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

- 4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo): Paulo José da Venda Oliveira (T= 10,5h; TP= 14 h\*2Turmas)
- 4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular: António Alberto Santos Correia (T= 10,5h; TP= 14 h\*3Turmas)
- 4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

  Em complemento à matéria leccionada em Mecânica dos Solos, pretende-se fornecer aos alunos as principais metodologias empregues para abordar problemas de estabilidade global desses maciços. Em seguida procura-se transmitir os conceitos subjacentes a métodos de dimensionamento e da avaliação da segurança de taludes naturais, fundações superficiais e de muros de suporte rígidos.

Espera-se, ainda, que os alunos desenvolvam competências em análise e síntese, comunicação escrita, conhecimentos de informática relativos às matérias em estudo, resolução de problemas, raciocínio crítico,

aprendizagem autónoma e aplicação prática de conhecimentos teóricos.

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

In complement to the subjects delivered in Soil Mechanics, firstly is intended to give to the students the main methodologies used to evaluate the global stability of the earth massive. Next are given the additional design concepts and to access the safety of natural slopes, shallow foundations and rigid retaining walls.

Acquiring capabilities in synthesis and analysis, written communication, computer skills, problems solving, critic reflection, autonomous learning and practical application of theoretical knowledge.

- 4.4.5. Conteúdos programáticos:
  - 1. Estabilidade e estabilização de taludes
  - 1.1 Classificação; tipos de taludes e superfícies de rotura.
  - 1.2 Causas de rotura.
  - 1.3 Estabilidade de taludes em termos da tensão total e efetiva; Método das fatias; Ábacos de Taylor e Bishop e Morgenstern.
  - 1.4 Métodos de remedeio e estabilização.
  - 2. Fundações superficiais
  - 2.1 Tipologia.
  - 2.2 Capacidade de carga
  - 3. Muros de suporte rígidos
  - 3.1 Impulso ativo, passivo em repouso e deslocamentos associados à sua mobilização.
  - 3.2 Teorias de Rankine e de Coulomb;
  - 3.3 Dimensionamento externo (condições estáticas).
  - 3.4 Drenagem.

#### 4.4.5. Syllabus:

- 1. Stability and stabilization of slopes
- 1.1 Classification; types of slopes and failure surfaces
- 1.2 Causes for failure.
- 1.3 Stability of slopes in terms of total and effective stresses. Method of slices; Taylor and Bishop and Morgenstern abacus.
- 1.4 Stabilization methods.
- 2. Shallow foundations
- 2.1 Types of foundations.
- 2.2 Bearing capacity.
- 3. Rigid retaining walls
- 3.1 Active and passive earth pressures and conditions for their mobilization.
- 3.2 Rankine and Coulomb theories.
- 3.3 External design (static conditions).
- 3.4 Drainage.
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: O programa desta unidade curricular aborda a rotura global do maciço, apresentando-se as diversas metodologias de análise da estabilidade que devem integrar o processo de dimensionamento das estruturas geotécnicas. Neste âmbito introduz-se o conceito de segurança e os aspetos mais importantes do comportamento das três estruturas geotécnicas em análise

Por fim, os conceitos adquiridos no âmbito desta unidade curricular e de Mecânica dos Solos, são aplicados no dimensionamento de três tipos de estruturas geotécnicas: taludes naturais, fundações superficiais e muros de suporte rígidos.

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

This curricular unit analyses the global failure of the soil mass, where several methodologies of stability analysis are presented, which integrates the design processes of geotechnical works. They are introduced the safety concept and the most important aspects related with the behaviour of the three geotechnical structures in study. The concepts acquired in this unit and in Soil Mechanics are applied to the design of three geotechnical structures: slopes, shallow foundations and rigid retaining walls.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com exposição detalhada, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos, princípios e teorias

fundamentais e com a resolução de alguns exercícios práticos que preencham todas as necessidades de enquadramento dos alunos com a matéria. Aulas teórico-práticas em que se pretende que os alunos, com a orientação do docente, resolvam alguns exercícios de aplicação prática. Esta resolução pode envolver a utilização de software comercial.

Método de avaliação:

Exame: 75% Mini Testes: 15%

Trabalho prático (utilização de software comercial): 10%

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical lectures with detailed exposition, using overhead projection, of the concepts, principles and fundamental theories, supported by the resolution of some practical problems that frame the students with all the theoretical subjects addressed. Theoretical-practical classes where the students solve under the supervision of the teacher some applied exercises. Here the students could involve the use of some commercial software.

Assessment method:

Exam: 75% Test: 15%

Practical work (use of commercial software): 10%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A estratégia e o método de ensino adotado procuram levar ao desenvolvimento, para além de competências técnicas específicas, de algumas das competências genéricas anteriormente listadas.

Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas nas aulas teóricas e os exercícios de aplicação prática que se procura que os alunos resolvam nas aulas teórico-práticas estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, em aplicar na prática os conhecimentos teóricos e, num nível mais avançado, da competência em análise e síntese.

A utilização de software comercial na resolução de alguns problemas nas aulas teórico-práticas, para além de permitir ilustrar a matéria leccionada, promove o contacto com ferramentas de cálculo que encontrarão na sua vida profissional e possibilita a aquisição de conhecimentos de informática no âmbito da geotecnia.

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

The teaching strategy and the methodology adopted intend to develop, besides the specific technical competences, some of the general competences already listed above.

With the knowledge and understanding of the thought theoretical subjects complemented by practical exercises for the students to solve during the tutorial lectures, are created conditions to develop the competences to solve problems and to apply to practical problems the theoretical knowledge, and at a higher level to acquire competences of analyze and synthesis.

The use of commercial software to the resolution of some practical problems in the tutorial lectures, will illustrate the given subjects and at the same time let the students contact with numerical tools and implement the knowledge of informatics applied to geotechnical problems.

- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - Matos Fernandes, M. (2011) Mecânica dos Solos Introdução à Engenharia Geotécnica, Vol. II, Edições FEUP.
  - Das, B. M. (2000) Fundamentals of Geotechnical Engineering, Brooks/Cole.
  - Craigh, R. F. (2000) Soil Mechanics, Van Nostrand Reinhold.
  - Atkinson, J.H. (1993) An Introduction to the Mechanics of Soils and Foundations, McGraw-Hill.

Mapa IV - Empreendedorismo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

**Empreendedorismo** 

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Entrepreneurship

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

СТ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

81

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP= 28 h

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo): Joao Bigotte (TP=14 h \*5 Turmas)

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

Paulo Pinto (TP= 7 h \*5Turmas)

Luis Simões da Silva (TP= 7 h\*5Turmas )

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes): A unidade curricular tem como objetivos gerais estimular o espírito de iniciativa, promover o desenvolvimento de competências de empreendedorismo e inovação, e familiarizar os futuros profissionais com a realidade do ambiente de negócios na área da engenharia civil.

Especificamente pretende-se que os/as alunos/as adquiram e consolidem conhecimentos sobre formulação de de modelos de negócio, formas de criação e de apresentação de propostas de valor para o cliente, análise de mercado e de tendências, e gestão de projetos inovadores, e saibam empregar metodologias e ferramentas adequadas a cada propósito.

No final da disciplina os/as alunos/as deverão ser capazes de i) identificar e criar oportunidades para o empreendedorismo e a inovação, ii) empreender a transformação de uma vaga ideia de negócio numa realidade concreta e de iii) liderar e gerir a inovação e mudança em empresas/instituições.

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

The course has the following main objectives: to encourage a culture of entrepreneurship, to promote the development of innovation and entrepreneurial competences, and to familiarize students with the business environment of civil engineering.

In particular, students should become knowledgeable about generation of business models, ways to come up with and present value propositions for the customer, market and trend analysis. They should also learn to master the methods and tools appropriate for each purpose.

By the end of the course students are expected to have acquired the ability to i) identify and shape opportunities for entrepreneurship and innovation, ii) transform a mere business idea into a reality, and iii) to lead and manage innovation and change within companies/organizations.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução

- Importância do empreendedorismo e da inovação
- Conceitos fundamentais
- Tipos de empreendedorismo

- Caracterização dos empreendedores e realização pessoal
- Panorama da inovação na engenharia civil

#### Fontes e Oportunidades para o Empreendedorismo

- Ferramentas de criatividade e geração de ideias
- Inovação tecnológica

#### Criação de valor para o cliente/utilizador

- Necessidades de mercado
- Segmentação de mercado
- Proposta de Valor

#### Modelos de Negócio

- Conceitos fundamentais e ferramentas de análise
- Tipologias de modelos de negócio

#### O processo de exploração e validação

- Metodologia lean startup
- Processo e ferramentas de teste
- Análise preliminar de viabilidade
- Rentabilidade e escalabilidade

#### Ambiente de Negócios

- Posicionamento estratégico
- Vantagens competitivas
- Estratégia "Oceano Azul"
- Análise competitiva e de cadeia de valor

#### Gestão da Inovação

- Gestão de projetos IDI
- Gestão da mudança
- Criação de organizações inovadoras

#### 4.4.5. Syllabus:

#### Introduction

- The relevance of innovation and entrepreneurship
- Fundamental concepts
- Types of entrepreneurship
- Entrepreneurial motivation
- The innovationlandscape in civil engineering

#### Sources and Opportunities for Entrepreneurship

- Criativity tools and ideation
- Technological innovation

# Creating Value for the Customer

- Customer job/needs
- Market segmentation
- Value Proposition

#### **Business Models**

- Fundamental concepts and tools/frameworks
- Business Model typologies

#### The Search Process and Validation

- Lean startup methodology
- Testing process and tools
- Preliminary viability analysis
- Profitability and scalability

#### **Business Environment and Strategy**

- Strategic positioning
- Competitive advantage
- Blue Ocean strategy
- Competitive and value chain analysis

# Innovation Management

- Managing innovation projects
- Leading change
- Building systemic innovation in organizations
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Os conteúdos programáticos fornecem os conceitos, os modelos e as ferramentas que permitem dar uma resposta estruturada aos objectivos da unidade curricular, incluindo ainda a apresentação e análise de casos reais.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The contents provide concepts, models and tools that meet the objectives of the course in a structured way, including also the presentation and analysis of real world cases.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas combinando exposição oral para transmissão de conhecimentos com aprendizagem pelo fazer. Os conteúdos são abordados de forma prática e interativa, com base em estudos de caso e desafios que são colocados aos alunos. Destaca-se também o desenvolvimento de um projeto/trabalho prático em grupo.

Método de avaliação:

Exame: 40% Projeto: 40 % Relatório: 20%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes combine oral presentation with learn-by-doing approaches. The contents are lectured in a practical and interactive way, with basis on case-study analysis and practical challenges. Also, methods include project-base learning (group work).

Assessment method:

Exam: 40% Project: 40% Report: 20%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A exposição oral fornece o conhecimento teórico relevante e os estudos de caso e exercícios práticos permitem a aplicação em contextos reais das matérias lecionadas. O trabalho em grupo permite treinar competências de pensamento crítico e interacção pessoal, e aprendizagem pelo fazer e pelos pares, essenciais ao espírito empreendedor e implementação prática da inovação.

O processo de avaliação promove a aplicação prática dos conteúdos expostos.

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

  Oral exposition provides the relevant theoretical knowledge and the case studies and practical exercises allow its application in real contexts. Group work promotes learning-by-doing and allows training of social skills and critical thinking, which are fundamental for entrepreneurial thought and the practical implementation of innovation.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

[1] Saraiva, P.M. (2015). Empreendedorismo: do conceito à aplicação, da ideia ao negócio, da tecnologia ao valor. Coimbra, Portugal: Imprensa da Universidade de Coimbra.

[2] Osterwalder, A. and Pigneur, Y. (2010). Business Model Generation. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Hoboken.

Mapa IV - Física das Construções

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Física das Construções

4.4.1.1. Title of curricular unit:

**Building Physics** 

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

EC

#### 4.4.1.3. Duração:

Semestral

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

T= 42 h; TP= 21 h

#### 4.4.1.6. ECTS:

6

#### 4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

#### 4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Luis Godinho (T= 14 h; TP= 7 h\*5Turmas)

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

Andreia Pereira (T= 14 h ; TP= 7 h\*5Turmas) Fernando Branco (T= 14 h ; TP= 7 h\*5Turmas)

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

A disciplina de Física das Construções tem como principal objectivo proporcionar aos estudantes a oportunidade de se familiarizarem com os conhecimentos de base e a regulamentação nacional em vigor no domínio da segurança e conforto em edifícios, nomeadamente nas áreas da Segurança contra Incêndios, Térmica e Acústica. Pretende-se que os alunos desenvolvam competências de síntese e análise, comunicação oral e escrita, resolução de problemas, reflexão crítica, aprendizagem autónoma e aplicação prática de conhecimentos teóricos.

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

The main objective is to provide the students with knowledge in the fields of higrothermal behavior, fire safety and acoustic behavior of buildings. The student learns theoretical concepts and contacts with current regulations in those fields.

The student should acquire capabilities in synthesis and analysis, oral and written communication, problems solving, critic reflection, autonomous learning, practical application of theoretical knowledge.

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- · Perspetiva sobre os sistemas construtivos em edifícios correntes
- Exigências funcionais dos edifícios
- Comportamento Higrotérmico

Fenómenos de transferência de calor e de massa

Avaliação do risco de condensações

Regulamentação relativa ao desempenho termohigrométrico em edifícios

Ventilação natural de edifícios

Geometria de Insolação

Breves notas sobre soluções construtivas

• Comportamento Acústico

Introdução à acústica

Noções de acústica de edifícios e de espaços fechados

Isolamento a sons aéreos e de percussão

Regulamentação relativa ao desempenho acústico de edifícios

Breves notas sobre soluções construtivas

• Segurança contra riscos de incêndios

Qualificação dos materiais e elementos de Construção Exigências de segurança contra riscos de incêndios e regras de qualidade Regulamentação nacional de segurança contra incêndio Soluções construtivas de protecção dos elementos de construção contra o fogo

#### 4.4.5. Syllabus:

- Overview of building construction systems
- Functional requirements in buildings
- Hygrothermal behavior of buildings

Heat and mass transfer

Assessment of moisture condensation risk

Regulations concerning thermal behaviour of buildings

Natural ventilation of buildings

Bioclimatic architecture

Insolation geometry

Brief overview of construction solutions

Acoustic behavior of buildings

Introduction to acoustics

Notions of building and closed space acoustics

Airborne and impact sound insulation

Regulations concerning acoustic behaviour of buildings

Brief overview of constructive solutions

· Safety against fire hazards

Qualification of materials and construction elements

Requirements of safety against fire hazards and quality rules

National legislation for fire safety

Constructive solutions for the protection of building elements against fire

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Como se verifica da observação dos conteúdos programáticos, a transmissão de conhecimentos incide fundamentalmente nas três áreas definidas como prioritárias para esta unidade curricular: segurança contra incêndio, comportamento termohigrométrico de edifícios e comportamento acústico de edifícios. Estas áreas coincidem com as definidas nos objectivos da unidade.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

As can be seen from the syllabus, the transmission of knowledge focuses primarily on three areas identified as priorities for the transmission of knowledge in this course: fire safety, hygrothermal behaviour of buildings and acoustic behavior of buildings. These areas coincide with those defined in the objectives defined for the unit.

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

Na leccionação da disciplina, prevê-se a apresentação de conceitos teóricos e conhecimentos genéricos relativos aos temas definidos no programa da disciplina, estudo de casos práticos e resolução de exercícios de aplicação. No decorrer da disciplina, os alunos têm possibilidade de assistir a ensaios laboratoriais apresentados nas aulas. A avaliação contempla os conteúdos teóricos e a componente prática. A avaliação é realizada através de um exame teórico-prático, complementada com trabalhos realizados nas aulas práticas.

Método de avaliação:

Exame: 70%

Resolução de problemas: 30%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching of theoretical concepts and general knowledge concerning the issues set forth in the syllabus, including case studies and practical application of problem solving. During the course, students are able to observe some of the relevant laboratory presented in class. The evaluation includes a theoretical and a practical component. The evaluation is performed through a theoretical-practical test, supplemented with and by the resolution of practical problems in the classroom.

Assessment method:

Exam: 70%

Problem resolving report: 30%

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

Os objectivos indicados incluem uma a aquisição de conhecimentos teóricos, sobretudo relacionados com conceitos

físicos sobre os tópicos referidos, e uma componente de aplicação prática desses conceitos e da regulamentação em vigor. Por esse motivo, é essencial, por um lado, garantir que essa transmissão de conhecimentos ocorre nas aulas teórico-práticas, e por outro dar oportunidade aos alunos de aplicarem esses conhecimentos e de se familiarizarem com a regulamentação em vigor nas aulas práticas.

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

The stated objectives include the acquisition of theoretical knowledge, specifically related to physical concepts regarding the topics listed in the syllabus, and a component of practical application of concepts and regulations. For this reason it is essential, firstly, to ensure that the transmission of knowledge occurs in theoretical-practical classes, and, secondly, to give the students an opportunity to apply this knowledge and become familiar with the national regulations in the practical classes.

#### 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- [1] Canha da Piedade, A., Braga, A., Moret Rodrigues, A., Térmica de Edifícios, Editora Orion, 2009.
- [2] Rodrigues, A. Moret; Piedade, A. Canha. Higrotérmica e ventilação natural de edifícios: Humidade em Edifícios.
- [3] Gonçalves, H.; Graça, J. M..Conceitos bioclimáticos para os edifícios em Portugal, DGGE/IP-3E, Lisboa, 2004.
- [4] Decreto-Lei 118/2013 de 20 de agosto.
- [5] Tadeu, A., Mateus, D., António, J., Godinho, L., Amado Mendes, P. Acústica Aplicada apontamentos de apoio à disciplina, DEC-FCTUC, 2010.
- [6] Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios Dec-Lei n.º 96/2008 de 9 de Junho;
- [7] Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios, Dec-Lei nº.220-2008 de 12 de Novembro alterado pelo Decreto-Lei 224/2015 de 9 de outubro.
- [8] Leça Coelho, A., Incêndios em Edifícios. Edições Orion, 2010.
- [9] Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios, Portaria n.º 1532/2008 de 29 de Dezembro.

Mapa IV - Vias de Comunicação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Vias de Comunicação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

**Highways** 

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T= 42 h; TP= 21 h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Ana Maria César Bastos Silva (T= 22,5h; TP= 21\*3 turmas)

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

Álvaro Jorge da Maia Seco (T= 19,5h) Arminda Almeida (TP= 21h \*2 turmas )

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

A disciplina representa uma introdução básica à Engenharia das Vias de Comunicação e do Tráfego devendo, no final, o aluno ficar conhecedor dos conceitos e ferramentas básicos necessários à resolução de problemas correntes. Especificamente, deverá ficar habilitado a aplicar métodos expeditos de estimação da procura previsível e, a partir daí, proceder ao projeto dos elementos infraestruturais básicos das redes rodoviárias.

Deverão, assim, ficar com as competências necessárias à estimação da capacidade e níveis de serviço bem como a desenvolver a solução geométrica relativa a problemas comuns de traçado de estrada corrente e de interseções do tipo cruzamento prioritário

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

The course makes a basic but comprehensive introduction to Highway and Traffic Engineering, enabling the student to acquire the concepts and tools needed to solve standard problems.

He should be able to apply simplified demand models and to use the results as support elements in the design of basic highway infrastructure elements.

Specifically, he should gain the competences enabling him to estimate the capacity and level of service of normal stretches of roads and of priority intersections, as well as to design their geometric characteristics.

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Componentes básicas de engenharia de Vias de Comunicação
- 2. O Projeto: Estrada vs Rua
- 3. Traçado Geral de Estrada corrente
- 4. Movimentação de terras
- 5. Analise e previsão de tráfego
- 6. Níveis de serviço em estrada Corrente
- 7. Tipologias de Cruzamentos
- 8. Dimensionamento e Desenho de Cruzamentos Prioritários
- 9. Avaliação dos impactes ambientais

#### 4.4.5. Syllabus:

- 1. Basic Highway Engineering Components
- 2. The project: Road vs Street
- 3. Road Geometric Design
- 4. Earth moving in highways
- 5. Traffic Analysis and Forecasting
- 6. Levels of service
- 7. Intersection Types
- 8. Geometric design, and capacity and level of service evaluation of Priority junctions
- 9. Environmental Impacts evaluation
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Faculta-se aos alunos conceitos e ferramentas necessários à resolução de problemas correntes pela organização do conteúdo da disciplina em quatro áreas fundamentais à análise e projeto de vias de comunicação rodoviárias:
  1.apresentação do contexto em que o projeto de infraestruturas é realizado, e quais as principais condicionantes e componentes associadas ao seu projeto; 2. conceitos teóricos básicos associados à caracterização e previsão de tráfego e à descrição da interação entre condutores e e a estrada; 3. e 4. desenho geométrico de troços de estrada corrente e de cruzamentos, e estimação das suas capacidades e NS.

Este conjunto de blocos temáticos garante ao aluno uma aprendizagem natural começada com a compreensão da importância e função dos elementos infraestruturais que vão ser estudados, seguida da aquisição das ferramentas e modelos básicos de análise e projeto necessárias à adequada resolução de problemas práticos correntes.

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

The course is organized in 4 main areas essential to highway analysis and design, giving students adequate knowledge of concepts and tools needed to solve standard problems.

In the first the context within which road infrastructure projects are developed and the main design conditioning factors are presented.

In the second there is a focus on basic theoretical concepts associated to the characterization and prediction of traffic demand and to the description of the interaction between drivers and the road.

The third and fourth focus on the presentation of the roads and intersections geometric design principles and rules, and on the methodologies to estimate their capacity and LS.

This approach enables a learning process starting on the understanding of the role of each infra-structure element, followed by the learning of the different sectorial design principles and tools needed to solve standard real life problems.

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

Aulas teóricas, recorrendo a meios audiovisuais, com exposição oral dos conceitos, princípios e teorias fundamentais associados às diversas áreas temáticas integrantes do programa. As aulas teóricas são complementadas pela apresentação quando relevante de exemplos práticos de aplicação e de referência, recorrendo-se ainda à resolução de exercícios práticos elucidativos para consolidação dos conceitos e aplicação integrada de técnicas e de modelos. Aulas TP voltadas para o acompanhamento dos trabalhos práticos, onde os problemas parcelares de um projeto são analisados de forma integrada.

Método de avaliação: Frequência: 60% Mini Testes: 10% Projeto: 30%

Outra: A avaliação pode ser feita por exame final em alternativa às frequências

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical presentations of basic principles and theories relating to the different topics, using audiovisual tools complemented by practical exercises resolution when adequate.

Students are also required to solve real life problems with only limited tutorial support, with most of the work to be carried out in group work during practical classes. This enables the consolidation of concepts and the understanding of how the analysis of real life problems and the search for adequate solutions implies the integrated use of different design rules and models.

TP classes focused on the monitoring of practical work, where the problems of a project are analyzed in an integrate way.

Assessment method: Midterm exam: 60%

Test: 10% Project: 30%

Other: Course assessment can also be made by exam as an alternative to the midterm exams assessment

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Esta UC lida com duas vertentes do projeto que, sendo distintas, se interligam e integram: (1) modelação, eminentemente analítica, das inter-relações entre o tráfego e a infraestrutura, e consequentes implicações ao nível da capacidade e níveis de serviço expectáveis; (2) conceção geométrica, associada à análise de vantagens e desvantagens das soluções alternativas, que implicam um nível de subjetividade não negligenciável. Esta dualidade dos problemas e o seu carácter marcadamente multifacetado justifica a adoção de um modelo de aprendizagem fortemente ancorado no desenvolvimento de trabalhos práticos que abordam de forma integrada problemas com um grau de realismo efetivo, essenciais à consolidação do conhecimento das ferramentas de projeto sectoriais.

São desenvolvidos dois trabalhos práticos: um relativo ao traçado geométrico de um trecho de estrada corrente (planta e perfil longitudinal; o outro sobre desenho e dimensionamento de uma intersecção prioritária.

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

The course deals with two very different, but interconnected and integrated, design problems: (1) a modeling component, essentially analytical, dealing with the understanding of the interactions between traffic and infra-structure; a geometric design which includes a evaluation of (des)advantages associated to alternative solutions, which imply a significant subjective analysis.

This dual type of problems justifies the adoption of a learning model strongly anchored on the analysis of real life problems, allowing a better understanding of the way in which the different aspects of the problems interact and how to make compatible different components of the solutions, which are by themselves adequate to solve each aspect of the global problem.

This problem-solve approach is anchored in the development of two main practical projects: one deals with the geometric design of a stretch of road; the second involves the design of an intersection regulated as a priority type.

- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
  - [1] Branco, E.F.; Picado-Santos, L.; 2006; "Vias de Comunicação: Vol. I" (Caps. 1 a 8 e 10 a 15)
  - [2] Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária (2010), Édição CCRDN
  - [3] Capacidade e N.S.: Estradas 1x1 e Multivias (2006), Edição fCTUC
  - [4] Norma de Traçado (1994), Junta Autónoma de Estradas, Lisboa
  - [5] Norma de Intersecções (1990), Junta Autónoma de Estradas, Lisboa

Complementar/Other [6] Highway Capacity Manual (2002); TRB [7] Highway Safety Manual (2010): AASHTO-TRB

#### Mapa IV - Betão Estrutural

4.4.1.1. Designação da unidade curricular: Betão Estrutural

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Structural Concrete

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP = 63 h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

- 4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo): Sérgio Manuel Rodrigues Lopes (TP= 31,5h \*5Turmas)
- 4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Ricardo Joel Teixeira Costa (TP= 31,5h \*5Turmas )

- 4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
  O objetivo é dotar os/as alunos/as de conhecimentos sólidos dos fundamentos de estruturas de betão armado visando conferir as bases para (i) avaliação do comportamento e dimensionamento de elementos de betão armado correntes, (ii) o aprofundamento destas temáticas em ciclos de ensino posteriores e (iii) a compreensão dos requisitos da legislação em vigor aplicável. Pretende-se ainda que os alunos adquiram conceitos básicos relativos a estruturas préesforçadas e à durabilidade de estruturas de betão armado. No final da disciplina os/as alunos/as deverão ser capazes de dimensionar e pormenorizar de forma expedita elementos de betão armado correntes e avaliar criticamente a sua capacidade resistente e pormenorização.
- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

  The objective is to provide students with solid knowledge of the fundamentals of reinforced concrete structures in order to provide him basis for (i) evaluation of the behavior and design of current reinforced concrete elements, (ii) the deepening of these topics in graduate courses, (iii) an understanding of the requirements of relevant national and international standards. It is also intended that students acquire basic concepts regarding prestressed structures and durability of reinforced concrete structures. At the end of the course students should be able to design and detail current reinforced concrete elements and critically assess their strength and detailing.
- 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Verificação de segurança
- Estados limite e situações de projeto
- Variáveis básicas
- Método dos coeficientes parciais
- 2. Materiais
- Betão
- Armaduras ordinárias e pré-esforço
- Aderência aço-betão
- Durabilidade
- 3. Compressão, tração, flexão simples, flexão composta plana e desviada
- Comportamento de elementos de betão armado
- Critérios de rotura
- Teoremas de análise plástica limite, análise não linear, redistribuição de esforços e ductilidade
- 4. Esforço transverso e torção em elementos lineares; zonas de descontinuidade
- Elementos sem armadura transversal
- Modelos baseados na treliça de ângulo variável
- Generalização de modelos de campos de tensões
- Fundações
- 5. Lajes
- Classificação e comportamento
- Punçoamento
- 6. Fendilhação e deformação
- Modelos de comportamento
- Controlo indireto
- 7. Pré-esforço
- Efeito do pré-esforço
- Componentes de um sistema
- Critérios de dimensionamento

#### 4.4.5. Syllabus:

- 1.Basic safety concepts
- Limit states and design situations
- Basic Variables
- Partial coefficients method
- 2. Materials
- Concrete
- Ordinary and prestressing reinforcement
- Steel-concrete bond
- Durability
- 3. Compression and tension; pure, composed and inclined bending
- Behavior of reinforced concrete elements
- Collapse criteria
- Limit plastic analysis theorems, nonlinear analysis, stress redistribution and ductility
- 4. Shear force and torsion in linear elements; discontinuity regions
- Elements without transverse reinforcement
- Models based on variable angle truss model
- Generalization of stress field models
- Foundations
- 5. Slabs
- Classification and behavior
- Punching
- 6. Cracking and deformation
- Behavior models
- Indirect control
- 7. Prestressed concrete structures
- Effect of prestress
- Components of a prestress system
- Design criteria
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: O programa contem um largo espectro de matérias fundamentais para o aluno compreender o comportamento de estruturas de betão armado e o seu dimensionamento. É dada particular importância ao desenvolvimento do espírito crítico sobre os modelos de cálculo, a ordem de grandeza dos resultados espectáveis e sobre a necessidade de aprofundar a aprendizagem tendo em vista a maior fluência na temática.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The program contains a broad spectrum of key subjects for the student to understand the behavior of reinforced concrete structures and their design. Particular importance is provided to the development of critical thinking about the calculation models, the order of magnitude of the expected results and the need to deepen learning in order to have a greater fluency in the subject.

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

Aulas teórico-práticas com exposição detalhada, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos, princípios e teorias fundamentais e com a resolução de alguns exercícios práticos em cada capítulo. Apresentam-se alguns exercícios de aplicação prática que se pretende que sejam resolvidos pelos alunos, com a orientação do docente. Ilustração laboratorial do comportamento de uma viga de betão armado carregada até à rotura.

Método de avaliação: Frequência: 90%

Trabalho laboratorial: 10%

Outra: A avaliação pode ser feita por exame final em alternativa às frequências

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes with detailed exposition of the concepts, principles and fundamental theories and the resolution of some practical exercises in each chapter. Some practical exercises to be solved by the students, with the guidance of the teacher, will be provided. A reinforced concrete beam will be tested in the laboratory in order to illustrate the several stages of a typical reinforced concrete element.

Assessment method: Midterm exam: 90% Laboratorial work: 10%

Other: Course assessment can also be made by exam as an alternative to the midterm exams assessment.

- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: As metodologias de ensino adotadas para esta unidade curricular assentam no desenvolvimento de competências que permitem ao aluno adquirir os conhecimentos básicos necessários ao dimensionamento de estruturas de betão armado e à avaliação crítica de capacidade resistente de forma eficaz. A metodologia de ensino a aplicar assenta no equilíbrio entre componentes teóricos e práticos, possibilitando ao aluno adquirir os conhecimentos teóricos sobre modelos de comportamento para levar a cabo o dimensionameto e compreender a regulamentação aplicável. O processo de avaliação preconizado na unidade curricular promove a aplicação prática dos conteúdos expostos.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies adopted for this curricular unit are based on the development of competences that allow the student to acquire the basic knowledge necessary for the design of reinforced concrete structures and the critical assessment of its strength. The teaching methodology to be applied is based on the balance between theoretical and practical components, enabling the student to acquire theoretical knowledge about behavioral models to carry out the design and to understand the applicable standards. The assessment method promotes the practical application of the contents taught.

#### 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia principal

- [1] Appleton, J. (2013), Estruturas de betão (Vols I e II)., Edições Orion.
- [2] NP EN 1990: 2009, Bases para o projecto de estruturas. IPQ.
- [3] NP EN 1992-1-1: 2010, Projecto de estruturas de betão, Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios. IPQ.

# Bibliografia complementar

- [1] Ghali, A., Favre, R. e Elbadry, M. (2012), Concrete structures. Stresses and deformations: analysis and design for serviceability (4th edition), Spon Press.
- [2] Leonhhardt, F., Monning, E. (1978), Construções de Concreto (Vols. 1, 3 e 4). Editore Interciência Ltda.
- [3] fib (2009), Structural Concrete Textbook on Behaviour Design and Performance (Vols. 1, 2 e 3), International Federation for Structural Concrete.
- [4] Muttoni, A., Schwartz, J., Thürlimann, B. (1998), Design of Concrete Structures With Stress Fields, Birkhäuser.
- [5] NP EN 1991-1-1: 2009, Acções em estruturas, Parte 1-1: Acções gerais Pesos volúmicos, pesos próprios, sobrecargas em edifícios, IPQ.

#### 4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem

4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:

A UC garante o alinhamento na definição das Fichas de Unidade Curricular, de forma que os objetivos de aprendizagem, competências, métodos de ensino e avaliação sejam coerentes. O Conselho Científico analisa e valida as FUC e o Conselho Pedagógico analisa e discute estas matérias. Procurou-se ainda garantir a promoção desta adequação através da análise dos resultados dos inquéritos pedagógicos e definição de ações de melhoria, quando aplicável — estes inquéritos avaliam a perceção dos estudantes sobre os resultados da aprendizagem alcançados. Adicionalmente, ainda no âmbito dos inquéritos, os comentários dos estudantes e docentes são analisados e classificados, permitindo a identificação de aspetos a ajustar nas metodologias de ensino e aprendizagem e sua adequação aos objetivos de aprendizagem definidos. Esta informação é utilizada pela Coordenação do Ciclo de Estudos e Direção da UO, para definir e implementar melhorias.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

The University of Coimbra guarantees that the Curricular Unit Programmes (Fichas de Unidade Curricular - FUC) have been defined so that the learning objectives, the skills, teaching and assessment methods are coherent. The Scientific Board analyses and validates the FUCs and the Pedagogical Board analyses and discusses the subject matters. Also, in order to ensure that this method is suitable, the pedagogical surveys are analysed and, where applicable, improvements are put in place. These surveys assess students' perception of the learning outcomes achieved. Furthermore, and also with regard to the surveys, comments made by students and teaching staff are analysed and classified so as to identify aspects of the teaching and learning methods that need changing and verify how adequate they are to the learning objectives established. This information is used by the Cycle of Studies Coordination Department and Management of the Organic Unit (OU) to establish and implement improvements.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:

A UC procura, desde logo, garantir esta verificação através da análise dos inquéritos pedagógicos a outros ciclos de estudo com unidades curriculares análogas, nomeadamente o anterior Mestrado Integrado em Engenharia Civil (MIEC), sendo solicitado a estudantes e docentes que avaliem a adequação da carga de esforço exigida (ligeira, adequada, moderadamente pesada ou excessiva)

- 4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

  From the outset, the University of Coimbra has sought to ensure that this verification takes place by analysing the pedagogical surveys carried out for other cycles of study with similar curricular units, namely the former Integrated Master's in Civil Engineering (Mestrado Integrado em Engenharia Civil MIEC), whereby students and Professors are asked to assess the effort required to follow the course (minor, sufficient, moderately high, or excessive)
- 4.5.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os docentes definem a avaliação de acordo com os objetivos de aprendizagem das unidades curriculares que coordenam, considerando os objetivos gerais do curso. Estes aspetos, bem como a adequação da avaliação aos objetivos encontram-se definidos na ficha da unidade curricular (FUC), que é analisada e validada pelo Conselho Científico. A verificação desta coerência é feita em reuniões de coordenação com o corpo docente e discente no início de cada semestre, permitindo a identificação de aspetos a ajustar nas metodologias de avaliação e a sua adequação aos objetivos de aprendizagem definidos.

- 4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes: With the general objectives of the course in mind, each Professor determines how assessment is carried out as per the learning objectives of the curricular unit they coordinate. These points, including how the objectives are assessed, are defined in the curricular unit programmes (Ficha da Unidade Curricular FUC), which is analysed and validated by the Scientific Board. This verification takes place at the beginning of each semester, at meetings between the coordination department, the teaching staff and students to identify any necessary adjustments to the assessment methods as well as their suitability regarding the learning objectives established.
- 4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

Na sequência das ações que têm vindo a ser implementadas nos últimos anos no DEC, com o intuito de promover a participação dos estudantes em atividades científicas, estão previstas as seguintes medidas:

- (i) Criação de estágios de verão de curta duração (30 a 60 dias) nos diversos laboratórios e Centros de Investigação do Departamento de Engenharia Civil, bem como em laboratórios associados ao DEC (ITECONS, LABGEO, SERQ, etc), os quais visam a integração dos estudantes em atividades de investigação que estão a decorrer.
- (ii) Promoção pelo DEC de 1/2 bolsas anuais de iniciação científica para promover o interesse dos alunos pela investigação.

- (iii) Concurso a bolsas de iniciação científica promovidas por diversas instituições de promoção científica e centros de investigação científica.
- (iv) Manter o apoio ao clube de "Programação" no desenvolvimento de atividades por parte dos alunos, visando aproximar os estudantes das atividades científicas.
- 4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

  Following the actions implemented in the Department of Civil Engineering (DEC) in recent years aimed at encouraging students to participate in scientific activities, the following measures will be taken:
  - (i) The creation of short duration summer traineeships (30 to 60 days) at the different laboratories and Research Centres of the Civil Engineering Department, as well as laboratories associated to the DEC (ITECONS, LABGEO, SERQ, etc.), aimed at integrating students in ongoing research activities.
  - (ii) The DEC has 1-2 undergraduate research grants per year aimed at promoting students' interest in the field of research.
  - (iii) Applications for undergraduate research grants funded by several science-related institutions and scientific research centres.
  - (iv) Continue supporting students' activities at the "Computer Programming" club with the objective of attracting students to scientific activities.

#### 4.6. Fundamentação do número total de créditos ECTS do ciclo de estudos

4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL n.º 74/2006, de 24 de março,com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto:

O número de ECTS definido para esta Licenciatura é de 180, cumprindo assim os requisitos definidos no Decreto-Lei nº 74/2006 de 24 de março, na redação dada pelo Decreto-Lei nº 65/2018, de 16 de agosto, nomeadamente os requisitos definidos no artigo 9.º para ciclos de estudos conducentes ao grau de licenciado no ensino universitário. Considera-se que uma estrutura curricular com 180 ECTS permite a transmissão de conhecimentos sólidos nas ciências base (matemática, física, química e computação) e dar formação fundamental específica dos diversos domínios da engenharia civil.

4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018, of August 16th:

This Bachelor's degree equates to 180 ECTS, thereby complying with the requirements laid down by Decree Law no. 74/2006, dated 24th March, and amended by Decree Law no. 65/2018, of 16th August, namely those established in article 9 for cycles of study leading to the Bachelor's degree in higher education. A curricular structure of 180 ECTS is considered to provide sound knowledge in terms of the core science subjects (mathematics, physics, chemistry, and computing) and provide specific fundamental training in the different civil engineering fields.

4.6.2. 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 unidade curricular (UC) foi realizada em conjunto pelo corpo docente que colabora no ciclo de estudos. A Coordenação do ciclo de estudos 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, articulou-se em reunião de coordenação com os docentes a quantidade de trabalho de cada unidade curricular, tendo em consideração que a generalidade das UCs tem 6 ECTS, existindo algumas UCs com 3 ECTS.

Na sequência do que tem sido realizado no MIEC, a Coordenação da Licenciatura em Engenharia Civil agendará no início de cada semestre letivo uma reunião de coordenação, visando garantir e controlar a adequação do número de ECTS atribuído a cada UC e o trabalho efetivamente desenvolvido.

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

The credit units allocated to each curricular unit (CU) were determined by the Professors involved in this cycle of studies. The Coordination of the cycle of studies met with each Professor to discuss the amount of work that students would effectively be required to accomplish in each curricular unit, and ensuring that the CUs are not excessively

heterogeneous causing an imbalance in terms of the subjects and training provided.

Considering the principle that 1 ECTS is equivalent to 27 hours of effective work, the amount of work for each CU was discussed by the Coordination and the Professors, taking into account that most CU are equivalent to 6 ECTS, and some to 3 ECTS.

As with the Integrated Master's in Civil Eng. (MIEC), the Coordination for the Bachelor's Degree in Civil Eng. will schedule a coordination meeting at the beginning of each semester aimed at ensuring and monitoring that the number of ECTS for each CU and verifying that the work effectively carried out is adequate

#### 4.7. Observações

#### 4.7. Observações:

Para a determinação do número de ECTS atribuído a cada unidade curricular, foi sempre tida em conta a especificidade do tipo de unidade em causa, tendo-se utilizado a seguinte metodologia:

- Definição dos conteúdos programáticos e objetivos da unidade.
- Avaliação do número de horas necessárias para a transmissão de conhecimentos e acompanhamento de trabalhos práticos por parte do docente (horas de contacto).
- Avaliação do número de horas de trabalho adicionais necessárias para o correto estudo, compreensão e aplicação de conhecimentos.
- Cálculo do número de ECTS de acordo com o Regulamento de Aplicação do Sistema de Créditos Curriculares aos Cursos da Universidade de Coimbra (Despacho nº 25318/2005 de 8 de dezembro), o qual estabelece que 1 ECTS equivale a 27 horas de trabalho total (soma das horas de contacto com as de trabalho individual).
- Com base na experiência adquirida ao longo dos anos nas reuniões de coordenação do curso pré-existente (MIEC) e reuniões frequentes com os alunos, através dos seus representantes no Núcleo de Estudantes em Engenharia Civil.

Em todas as unidades curriculares o número de horas de contacto ronda 37-40% do número de horas de trabalho previstas.

#### 4.7. Observations:

In order to determine the number of ECTS allocated to each Curricular Unit (CU), the specificity of the CU in question has always been taken into account and the following methodology used:

- Definition of the program contents and objectives of the unit.
- Assessment of the number of hours each Professor needs to transmit knowledge and follow-up practical work (contact hours).
- Assessment of the number of additional hours of work needed for adequate study, understanding and application of the knowledge gained.
- Calculation of the number of ECTS in compliance with the Regulation for the Applications of the Curricular Credit System to the University of Coimbra Courses (Order no. 25318/2005 of 8th December), which establishes that 1 ECTS is equivalent to 27 hours of total work (contact hours plus individual work).
- Based on the experience obtained over the years in coordination meetings of the previous course (MIEC) and frequent meetings with the students, through their representatives in the Students Association in Civil Engineering.

The number of contact hours for each curricular unit is around 37-40% of the number of expected work hours.

# 5. Corpo Docente

#### 5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos. Paulo José da Venda Oliveira Rui António Duarte Simões

# 5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

#### 5.3. Equipa docente do ciclo de estudos / Study programme's teaching staff

Nome / Name Categoria / Grau / Especialista / Área científica / Scientific Regime de tempo / Employment Informação / Information

António Alberto Santos Correia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
JOSÉ ALFEU ALMEIDA DE SÁ MARQUES	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil / Civil Engineering	100	Ficha submetida
Paulo José da Venda Oliveira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil / Especialidade de Fundações e Geotecnia	100	Ficha submetida
Adelino Jorge Lopes Ferreira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil, na especialidade de Urbanismo, Ordenamento do Território e Transportes	100	Ficha submetida
Alberto Miguel Bizarro Martins	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Alfredo Manuel Pereira Geraldes Dias	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Alvaro Jorge da Maia Seco	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia dos Transportes	100	Ficha submetida
Ana Cristina Faria Ribeiro	Investigador	Doutor		Electroquímica	100	Ficha submetida
Ana Luisa Sousa Pinto	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Psicologia	100	Ficha submetida
Ana Maria César Bastos Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Anabela Salgueiro Narciso Ribeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Andreia Sofia Carvalho Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil / Construções	100	Ficha submetida
Anísio Alberto Martinho de Andrade	Professor Auxiliar ou equivalente Professor	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
António José Barreto Tadeu	Catedrático ou equivalente	Doutor		Mecânica Aplicada	100	Ficha submetida
António Manuel Abreu Freire Diogo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil - Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente	100	Ficha submetida
António Manuel Gonçalves Pedro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Arminda Maria Marques Almeida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Carla Maria Araújo Fernandes da Costa Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil / Estruturas	100	Ficha submetida
Carlos Alberto da Silva Rebelo	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil na especialidade de Mecânica dos Materiais e das Estruturas	100	Ficha submetida
Carlota Isabel Leitão Pires Simões	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Título de especialista (DL 206/2009)	Matemática	100	Ficha submetida
Cidália Maria Parreira da Costa Fonte	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Geográfica	100	Ficha submetida
Fernando Jorge Rama Seabra Santos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Fernando José Forte Garrido Branco	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Fernando Pedro Simões da Silva Dias Simão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil - Mecânica das Estruturas e dos Materiais	100	Ficha submetida
Joana Maria da Silva Teles Correia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida
João Henrique Jorge de Oliveira Negrão	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil - Estruturas	100	Ficha submetida
João Luís Mendes Pedroso de Lima	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Ciências Ambientais	100	Ficha submetida

João Manuel Coutinho Rodrigues	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Joao Miguel Fonseca Bigotte	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil - Urbanismo, Ordenamento do Território e Transportes	100	Ficha submetida
José Manuel de Eça Guimarães de Abreu	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
José Paulo Pereira de Gouveia Lopes de Almeida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Docteur en Sciences Appliquées	100	Ficha submetida
José Simão Antunes do Carmo	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Ciências de Engenharia, área de Engenharia Civil, especialidade de Hidráulica	100	Ficha submetida
Julieta Maria Pires António	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Júlio Severino Neves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Matemática, Análise Funcional - Teoria de Espaços de Funções	100	Ficha submetida
Luís Alberto Esteves Batista de Carvalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
Luis Alberto Proenca Simoes da Silva	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Luís Filipe da Costa Neves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Mecânica das Estruturas e dos Materiais	100	Ficha submetida
Luís Joaquim Leal Lemos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Civil Engineering/ Soil Mechanics	100	Ficha submetida
Luís Manuel Cortesão Godinho	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Maria da Conceição Morais de Oliveira Cunha	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Maria da Graça Santos Temido Neves Mendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Título de especialista (DL 206/2009)	Matemática Aplicada	100	Ficha submetida
Maria Isabel Mendes Leal Pereira Pedroso de Lima	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências Ambientais	100	Ficha submetida
Maria Isabel Moita Pinto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil / Geotecnia	100	Ficha submetida
Maria Rita Lacerda Morgado Fernandes de Carvalho Mesquita David	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências da Engenharia - Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente	100	Ficha submetida
Mário de Oliveira Quinta Ferreira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Geologia de Engenharia	100	Ficha submetida
Oxana Anatolievna Tchepel	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências Aplicadas ao Ambiente	100	Ficha submetida
Paulo Alexandre Lopes de Figueiredo Coelho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Sísmica Geotécnica	100	Ficha submetida
Paulo Fernando Antunes dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Paulo Jorge Rodrigues Amado Mendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Paulo Manuel Mendes Pinheiro da Providência e Costa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Paulo Miguel Cunha Matos Lopes Pinto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil - Especialidade de Geotecnia e Fundações	100	Ficha submetida
Ricardo Joel Teixeira Costa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil (Estruturas)	100	Ficha submetida

Rui António Duarte Simões	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil / Mecânica das Estruturas e dos Materiais	100	Ficha submetida
Sandra Filomena da Silva Jordão Alves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil Mecânica Estrutural	100	Ficha submetida
Sandra Raquel de Sousa Monteiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil - Estruturas	100	Ficha submetida
Sérgio Manuel Rodrigues Lopes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil / Estruturas de Betão	100	Ficha submetida
Vitor Dias da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Estruturas	100	Ficha submetida
Vítor Hugo Nunes Rodrigues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física	100	Ficha submetida
Maria Elisabete Felix Barreiro Carvalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Título de especialista (DL 206/2009)	Matemática Pura	100	Ficha submetida
José Paulo Elvas Duarte de Almeida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Geomática	100	Ficha submetida
Amílcar José Pinto Lopes Branquinho	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida
	545.15.5110				6100	

#### <sem resposta>

# 5.4. Dados quantitativos relativos à equipa docente do ciclo de estudos.

- 5.4.1. Total de docentes do ciclo de estudos (nº e ETI)
- 5.4.1.1. Número total de docentes.

6

5.4.1.2. Número total de ETI.

61

#### 5.4.2. Corpo docente próprio - Docentes do ciclo de estudos em tempo integral

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral.\* / "Full time teaching staff" – number of teaching staff with a full time link to the institution.\*

	Nº / No.	Percentagem / Percentage
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	60	98.360655737705

# 5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado - docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor\* / "Academically qualified teaching staff" – staff holding a PhD\*

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem / Percentage
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	61	100

# 5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

#### 5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / "Specialised teaching staff" of the study programme.

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 holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	49	80.327868852459	61
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0	0	61

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

# 5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente. / Stability and development dynamics of the teaching staff

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and tranning dynamics		Percentagem* / Percentage*	_
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	61	100	61
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0	0	61

# Pergunta 5.5. e 5.6.

5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

O procedimento de avaliação dos docentes da UC tem por base o disposto no "Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da Universidade de Coimbra". A avaliação do desempenho dos docentes da UC é efetuada relativamente a períodos de três anos e tem em consideração quatro vertentes: investigação; docência; transferência e valorização do conhecimento; gestão universitária e outras tarefas.

O processo de avaliação compreende cinco fases (autoavaliação, validação, avaliação, audiência, homologação). O resultado final da avaliação de cada docente é expresso numa escala de quatro posições: excelente, muito bom, bom e não relevante.

Antes de cada novo ciclo de avaliação, cada UO define, para as suas áreas disciplinares, o conjunto de parâmetros que determinam os novos objetivos do desempenho dos docentes e cada uma das suas vertentes, garantindo, assim, permanente atualização do processo

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The academic staff performance evaluation procedures of the University of Coimbra (UC) are set in the "UC's Regulation for Teacher Performance Evaluation". This regulation establishes the mechanisms to identify the teacher performance goals for

each evaluation period. It clearly states the institution's vision across its different levels and simultaneously outlines a clear reference board to value the teachers' activities with the goal of improving their performance. At UC teachers' performance evaluation is carried out over three-year periods and takes into account four pillars: research; teaching; knowledge transfer and enhancement; university management and other tasks.

Before a new evaluation cycle, each OU identifies for its subject areas a set of parameters that define the new teacher performance goals and their components, thus ensuring the continuous updating of this process.

	•			•
5.6.	. Ob	ser	vacĉ	es:

5.6. Observations:

# 6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

Um total de 12 funcionários distribuídos em termos de vínculos por:

6 funcionários do Quadro;

6 funcionários com Contrato Individual de Trabalho;

distribuídos em termos de categoria por:

2 Assistentes Operacionais;

8 Assistentes Técnicos;

2 Técnicos Superiores.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

A total of 12 employees on a contract, distributed as follows:

6 permanent staff;

6 employees on an Individual Employment Contract;

distributed per category as follows:

2 Assistant Officers;

8 Technical Assistants;

2 Senior Officers.

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

4 titulares de licenciaturas universitárias (Pré-Bolonha);

5 titulares do Ensino Secundário (12º ano);

1 titular do 10º ano;

1 titular do 6º ano;

1 titular do 4º ano.

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

4 hold university degrees (Pre-Bologna);

5 hold Secondary Education certificates (12th grade);

1 completed 10th grade;

1 completed 6th grade;

1 completed 4th grade.

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

A Universidade de Coimbra garante uma avaliação do desempenho do seu pessoal não docente de acordo com o disposto na lei que rege o SIADAP que adotou o método de gestão por objetivos, estabelecendo uma avaliação do desempenho baseada na confrontação entre objetivos fixados e resultados obtidos. O processo de avaliação é bienal e concretiza-se: em reuniões com o avaliador, superior hierárquico imediato, para negociação e contratualização dos objetivos anuais e para comunicação dos resultados da avaliação; e no preenchimento de um formulário de avaliação. A avaliação visa identificar o potencial de desenvolvimento do pessoal e diagnosticar necessidades de formação. Para a aplicação do SIADAP, o processo é supervisionado pela Comissão Paritária e pelo Conselho Coordenador da Avaliação.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

The University of Coimbra guarantees an evaluation of its non-teaching staff as per the law that governs the SIADAP [Integrated Performance Evaluation System for Public Administration] that adopted the management by objectives method, establishing a performance evaluation that confronts objectives established with results obtained. The evaluation process takes place every two years: in meetings with the evaluator, immediate superior, to negotiate and agree on annual objectives, and to communicate the results of the evaluation; and when/upon filling in the evaluation sheet. The aim of the evaluation is to identify any potential for staff development and pinpoint training needs. When applying the SIADAP method, the process is supervised by the Joint Committee and the Evaluation's Coordinating Council.

# 7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

O ciclo de estudos proposto decorrerá no Departamento de Eng.ª Civil (DEC) da Universidade de Coimbra, o qual dispõe de todas as condições físicas necessárias à lecionação de aulas, possuindo 22 salas de aula equipadas com meios audiovisuais de apoio, 2 salas de informática e 4 espaços laboratoriais vocacionados e fortemente equipados para a realização dos mais diversos ensaios nos vários domínios da engenharia civil e estando apetrechados para darem apoio à exemplificação prática de matérias lecionadas em sala de aula. O DEC dispõe de uma biblioteca que disponibiliza bibliografia em suporte físico e/ou digital. Existem ainda diversas 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 estudos, bem como uma sala "24 horas" que poderá ser utilizada pelos estudantes em regime permanente.

- 7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

  The proposed cycle of studies takes place at the Department of Civil Engineering (DEC) of the University of Coimbra, which features all the physical conditions expected for teaching, 22 classrooms prepared with audio-visual support equipment, 2 computer rooms and 4 well-equipped and prepared laboratories for diverse testing in the different civil engineering areas, planned to provide support for practical examples of the subject matter taught in class. There is also a library at the DEC with physical and/or digital bibliography available for students to use, and several study rooms with computer equipment which students can use for group and individual work, with teaching staff and students of the cycle of studies in the vicinity. Also available is a "24-hour" room for students to use any time.
- 7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

Neste ciclo de estudos serão usados 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 das ciências básicas de Física e de Química.
- Instalações laboratoriais específicas da engenharia civil, no domínio das Construções, Estruturas, Hidráulica, Geotecnia e Vias de Comunicação, integrando espaços com equipamentos demonstrativos das matérias lecionadas e equipamento de investigação de ponta.

O Departamento de Engenharia Civil possui ainda um número significativo de licenças de softwares para serem utilizados como meio auxiliar de aprendizagem (entre os quais: Package Office, Matlab, AutoCad, Package Roc-Science, URKUND, etc) bem como software próprio desenvolvido por docentes.

- 7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs): The following equipment is used in this cycle of studies:
  - Computers and computer peripherals in classrooms and work areas.
  - Audio-visual equipment in classrooms.
  - Laboratory facilities for Physics and Chemistry.
  - Specific civil engineering laboratory facilities for Constructions, Structures, Hydraulics, Geotechnics, and Highways, comprising areas with equipment to demonstrate the subjects taught, and state-of-the-art research equipment.

The Department of Civil Engineering also owns a significant number of software licences which can be used to provide extra teaching support (including: Package Office, Matlab, AutoCad, Package Roc-Science, URKUND, etc) as well as own software developed by teachers.

- 8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.
- 8.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica
- 8.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica / Research centre(s) in the area of the study programme where teaching staff develops its scientific activity

Centro de Investigação / Research Centre

Classificação (FCT) / IES / HEI Classification FCT

N.º de docentes do CE integrados / Number of study programme teaching staff integrated

Observações / Observations

ISISE – Institute for Sustainability and Innovation in Structural Engineering	Muito Bom / Very Good	Universidade de Coimbra / Universidade do Minho	14
INESC- Institute for Systems Engineering and Computers	Bom / Good	Universidade de Coimbra/ Instituto Politécnico de Leiria	11
CITTA – Research Centre for territory, transports and environment	Excelente / Excellent	Universidade do Porto / Universidade de Coimbra	8
CMUC - Centre for Mathematics, University of Coimbra	Excelente / Excellent	Universidade de Coimbra	5
MARE – Marine and Environmental Sciences Centre	Excelente / Excellent	Universidade de Lisboa/ Universidade de Coimbra/ Instituto Politécnico de Leiria	4
LAETA - Associated Laboratory for Energy, Transports and Aeronautics	Excelente / Excellent	Universidade de Coimbra	3
CFisUC - Center for Physics of the University of Coimbra	Muito Bom / Very Good	Universidade de Coimbra	2
CGEO - Geosciences Center	Bom / Good	Universidade de Coimbra	2
CEMMPRE - Centre for Mechanical Engineering, Materials and Processes	Excelente / Excellent	Universidade de Coimbra	2
CIEPQPF – Chemical Process Engineering and Forest Products Research Centre	Muito Bom / Very Good	Universidade de Coimbra	1
CQC - Coimbra Chemistry Centre	Excelente / Excellent	Universidade de Coimbra	1
CEBER - Centre for Business and Economics Research	Bom / Good	Universidade de Coimbra	1
Molecular Physical-Chemistry" R&D Unit (QFM-UC)	Bom / Good	Universidade de Coimbra	1

#### Pergunta 8.2. a 8.4.

8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.

http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/491f46b4-97ea-be87-85ea-5e81ff3b3147

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos: http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formld/491f46b4-97ea-be87-85ea-5e81ff3b3147

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

As parcerias científicas e tecnológicas do DEC com entidades nacionais e internacionais são diversificadas, tanto a nível institucional como por iniciativa individual dos docentes. Alguns dos centros de investigação onde se enquadram os docentes do DEC são de natureza multi-institucional (INESC, ISISE, MARE, CITTA), enquanto outros incluem membros investigadores provenientes de diversas de escolas. Há participação em parcerias internacionais importantes, como o Programa MIT-Portugal ou o Mestrado Erasmus-Mundos em Construção Metálica Sustentável, em colaboração com outras 6 universidades europeias. O volume de projetos de investigação em curso, com participação financeira ou gestão do DEC-FCTUC ascende a cerca de 9,9 milhões de euros dos quais alguns são projetos europeus. Vários docentes do DEC têm participações ativas em Ações COST e em organismos (CIB, ECCS, RILEM, ...) que têm resultado em publicações, parcerias multi-laterais e outras iniciativas conjuntas.

Lista dos principais projetos de investigação:

- SUSpENSE, CENTRO2020 SAICT Progr.integrados,Investigação Nacional,Orç. Proj. €1599995, Orç. UC €1599995;
- Programa MIT Transportes , MIT,Investigação Nacional, Orç. Proj. €494266, Orç. UC €494266;
- INNO3DJOINTS,RFCS, Investigação Internacional, Orç. Proj. €1483735, Orç. UC €295562;
- STROBE,RFCS, Investigação Internacional, Orç. Proj. €240577, Orç. UC €240577;
- PTDC/ECI-CON/28382/2017 CYCLICSSRF, PT2020 SAICT –PTDC/ICDT,Inv. Nacional, Orç. Proj. €239899, Orç. UC €239899;
- PTDC/ECI-EGC/32061/2017 TYRE4BUILDINS, PT2020 SAICT –PTDC/ICDT, Inv. Nacional, Orç. Proj. €238259 Orç. UC €238259:
- PTDC/ECI-EGC/31850/2017 NANOFIRE,PT2020 SAICT –PTDC/ICDT, Inv. Nacional, Orç. Proj. €230972, Orç. UC €230972;

- PTDC/ECI-EGC/31858/2017 INNOCFSCONC,PT2020 SAICT –PTDC/ICDT, Inv. Nacional, Orç. Proj. €229891, Orç. UC €229891:
- PTDC/ECM-COM/1364/2014 METASHIELD, PT2020 SAICT –PTDC/ICDT, Inv. Nacional, Orç. Proj. 197706€, Orç. UC 132486€;
- POCI-01-0247-FEDER-033990 INBRAIL, PT2020-SI&IDT Copromoção, Orç. Elegível Proj. 846227.35 €, Orç. UC 164114.25€.
- 8.4. List of main projects and/or national and international partnerships underpinning the scientific, technologic, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme.

DEC's scientific and technological partnerships with national and international bodies are diversified both on an institutional level as well as lecturers' own initiative. Some of the research centers where DEC's lecturers are working are of multi-institutional nature (INESC, ISISE, MARE, CITTA), whereas others include researchers from a wide range of schools. DEC participates in important international partnerships, such as the MIT-Portugal Programme, or the Erasmus-Mundus in Sustainable Metal Construction Master's, together with another 6 European universities. The volume of on-going research projects, funded or managed by DEC-FCTUC totals about 9,9 million euros, some of them are European projects. Several DEC lecturers actively participate in COST Actions and other bodies (CIB, ECCS, RILEM, ...) which has resulted in publications, multi-lateral partnerships, and other joint initiatives.

#### List of main research projects:

- SUSpENsE, CENTRO2020 SAICT Progr.integrados,Investigação Nacional,Orç. Proj. €1599995, Orç. UC €1599995;
- Programa MIT Transportes , MIT,Investigação Nacional, Orç. Proj. €494266, Orç. UC €494266;
- INNO3DJOINTS,RFCS, Investigação Internacional, Orc. Proj. €1483735, Orc. UC €295562;
- STROBE,RFCS, Investigação Internacional, Orç. Proj. €240577, Orç. UC €240577;
- PTDC/ECI-CON/28382/2017 CYCLICSSRF, PT2020 SAICT –PTDC/ICDT,Inv. Nacional, Orç. Proj. €239899, Orç. UC €239899;
- PTDC/ECI-EGC/32061/2017 TYRE4BUILDINS, PT2020 SAICT –PTDC/ICDT, Inv. Nacional, Orç. Proj. €238259 Orç. UC €238259;
- PTDC/ECI-EGC/31850/2017 NANOFIRE,PT2020 SAICT –PTDC/ICDT, Inv. Nacional, Orç. Proj. €230972, Orç. UC €230972;
- PTDC/ECI-EGC/31858/2017 INNOCFSCONC,PT2020 SAICT -PTDC/ICDT, Inv. Nacional, Orç. Proj. €229891, Orç. UC €229891;
- PTDC/ECM-COM/1364/2014 METASHIELD, PT2020 SAICT –PTDC/ICDT, Inv. Nacional, Orç. Proj. 197706€, Orç. UC 132486€:
- POCI-01-0247-FEDER-033990 INBRAIL, PT2020-SI&IDT Copromoção, Orç. Elegível Proj. 846227.35 €, Orç. UC 164114.25€.

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

9.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclo de estudos similares com base em dados oficiais:

Com base nos dados da DGEEC (http://www.dgeec.mec.pt) de dezembro de 2018, em seguida comparam-se as taxas de desemprego dos diplomados em Engenharia Civil pelo DEC-UC, desde 1984, com os valores nacionais (Nac):

```
1984-2004: DEC-UC= 4,7%; Nac= 2,3%; 2005-2009: DEC-UC= 2,7%; Nac= 1,9%; 2010-2012: DEC-UC= 1,9%; Nac= 1,8%; 2013-2015: DEC-UC= 1,5%; Nac= 2,2%; 2016-2017. DEC-UC=3,9%; Nac=4,0%.
```

Os dados da empregabilidade mostram que a taxa de desemprego dos diplomados no DEC-UC após 2005 é semelhante à média nacional, sendo de salientar a baixa taxa de desemprego dos recém-diplomados (2013-2015). Estes dados comprovam a boa aceitação pelo Mercado dos Engenheiros Civis-diplomados no DEC-UC, o que corresponde às informações de carácter informal provenientes dos antigos estudantes e dos empregadores, tanto a nível nacional como internacional.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

The following table compares the unemployment rates among Civil Engineering graduates from DEC-UC, since 1984, with national figures (Nat), based on the DGEEC data (http://www.dgeec.mec.pt), from December 2018:
1984-2004: DEC-UC= 4,7%; Nat= 2,3%;
2005-2009: DEC-UC= 2,7%; Nat= 1,9%;

```
2010-2012: DEC-UC= 1,9%; Nat= 1,8%; 2013-2015: DEC-UC= 1,5%; Nat= 2,2%; 2016-2017: DEC-UC=3,9%; Nat=4,0%.
```

The employability data shows that the unemployment rate among DEC-UC graduates after 2005 is similar to the national average. It is emphasized the low unemployment rate of the recent graduates (2013-2015). This data is evidence that the Market is open to Civil Engineering graduates from DEC-UC, and corresponds to the information informally provided by former students and employers, in the country as well as abroad.

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

Nos últimos anos (após 2011/2012) tem-se constatado uma reduzida apetência dos alunos do ensino secundário pelos cursos de Engenharia Civil, sendo este fenómeno transversal a todas as instituições de ensino superior. Tendo em consideração as especificidades da região centro, em particular a baixa densidade populacional e a inexistência de um tecido empresarial pujante ao nível da construção civil, o recrutamento de alunos para o DEC-UC tem-se afigurado difícil, muito embora se note um crescimento da procura e do número de colocados no MIEC por via do Concurso Nacional de Acesso (CNA). Paralelamente, o DEC-UC tem conseguido atrair um número significativo de alunos Internacionais (INT) e através de concursos de escola (ESC).

```
Colocações no DEC-UC desde 2015:
2015: CNA= 24; INT=13; ESC= 6;
2016: CNA=28; INT= 7; ESC= 5;
2017: CNA=44; INT= 13; ESC= 5;
2018: CNA=55; INT= 12; ESC= 0;
2019: CNA=51; INT= 8; ESC= 4.
```

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

In recent years (after 2011/2012), secondary education students have not shown much interest in Civil Engineering courses - a phenomenon that is transversal to higher education institutions. Considering the specificities of the central region of Portugal, particularly the low population density and the inexistence of a strong business fabric in terms of civil engineering, recruiting students for the DEC-UC has proven difficult regardless of the increase in demand and number of students placed at the MIEC upon successful completion of the State Examination for Access to Higher Education [CNA]. At the same time, the DEC-UC has managed to attract a significant number of International students (INT) and students who have applied to the course through internal access schemes (ESC).

New students studying at the DEC-UC since 2015:

```
2015: CNA= 24; INT=13; ESC= 6;
2016: CNA=28; INT= 7; ESC= 5;
2017: CNA=44; INT= 13; ESC= 5;
2018: CNA=55; INT= 12; ESC= 0;
2019: CNA=51; INT= 8; ESC= 4.
```

- 9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

  O DEC tem regularmente colaborado com instituições de ensino superior da região, na organização de eventos científicos (UP, UM, UL, ISEC e IPL), na orientação de trabalhos científicos (UP, UM, UL, ISEC, IPL e IPCB), na participação em júris de trabalhos científicos (UM, UP, UL, UNL e IPL), na colaboração nos diversos Centros de Investigação (UP, UM, UL, ISEC, IPCB e IPL), bem como na organização conjunta de mestrados de 2º ciclo, em particular:
  - i) Mestrado em Gestão Sustentável do Ciclo Urbano da Água Universidade do Minho (UM);
  - ii) Mestrado em Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica Universidade do Ponto (UP);
  - iii) Mestrado em Gestão da Mobilidade Urbana Universidade do Porto (UP).
- 9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

  The DEC has collaborated with several higher education institutions in the region, on a regular basis, in the organisation of scientific events (UP, UM, UL, ISEC and IPL), providing guidance in scientific fields (UP, UM, UL, ISEC, IPL and IPCB), as a member of the jury for scientific work (UM, UP, UL, UNL e IPL), has collaborated with several Research Centres (UP, UM, UL, ISEC, IPCB and IPL), and has been one of the bodies formulating the 2nd cycle Master's degree, in particular:
  - i) Master's in Sustainable Management of the Urban Cycle of Water University of Minho (UM);
  - ii) Master's in Soil Mechanics and Geotechnical Engineering University of Porto (UP);
  - iii) Master's in Urban Mobility Management University of Porto (UP).

# 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:

O ciclo de estudos da licenciatura em Engenharia Civil, organizado em 6 semestres e 180 ECTS, está alinhado com um número elevado de cursos que conferem a licenciatura em Engenharia Civil, ministrados no espaço europeu por instituições universitárias de elevado prestígio, tais como: École des Ponts ParisTech, Technical University of Munich (TU-Munchen), Delft University of Technology (TU-DELFT), École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Politecnico de Milano (POLIMI), entre outras.

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

The cycle of studies for the Bachelor's Degree in Civil Engineering, which takes place over 6 semesters and equates to 180 ECTS, is in line with a high number of courses conferring a Bachelor's Degree in Civil Engineering, taught by higher education institutions of renowned prestige in Europe, such as: École des Ponts ParisTech, Technical University of Munich (TU-Munchen), Delft University of Technology (TU-DELFT), École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Politecnico de Milano (POLIMI), among others.

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

O ciclo de estudos encontra-se estruturado em 180 ECTS, dos quais 60 destinam-se a promover a transmissão de conhecimentos sólidos nas ciências base (matemática, física, química e computação), visando os restantes 120 ECTS dar formação fundamental nos diversos domínios da eng. civil. Paralelamente, pretende-se dar formação em áreas transversais (6 ECTS) de modo a abrir os horizontes dos estudantes e promover a interdisciplinaridade. Complementarmente, pretende-se que os estudantes adquiram uma formação sólida nos diversos ramos da eng. civil, de modo a poderem integrar um mestrado de 2º ciclo, o qual irá complementar a formação base e a aquisição de valências para o exercício profissional. O curso encontra-se, em termos gerais, alinhado com diversas licenciaturas em eng. civil ministradas por instituições de elevado prestígio: École des Ponts ParisTech, Technical University of Munich, Delft University of Technology, École Polytechnique Fédérale de Lausanne e Politecnico de Milano.

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

The course is structured into 180 ECTS, 60 of which are aimed at providing sound knowledge in fundamental sciences (mathematics, physics, chemistry and computing), whereby the remaining 120 ECTS refer to training in the different civil eng. fields. The course also provides training (6 ECTS) in fields transversal, thus providing more opportunities for students and encouraging interdisciplinarity. Furthermore, students are expected to obtain sound knowledge regarding the different civil eng. sectors so that they may progress to a 2nd cycle Master's degree. This will complement their core training and further their knowledge in every field enabling them to work in civil engineering. The course is essentially in line with the different Civil Eng. Bachelor's Degrees taught higher education institutions of renowned prestige: École des Ponts ParisTech, Technical University of Munich, Delft University of Technology, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, and the Politecnico de Milano

# 11. Estágios e/ou Formação em Serviço

#### 11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação: <sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB): <sem resposta>

- 11.2. Plano de distribuição dos estudantes
- 11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

- 11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.
- 11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

<sem resposta>

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

#### 11.4. Orientadores cooperantes

- 11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).
- 11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

  \*sem resposta\*>
- 11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)
- 11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Instituição ou estabelecimento a Que pertence / Institution Categoria Profissional / Habilitação Profissional (1)/ N° de anos de serviço / Professional qualifications (1) N° of working years

<sem resposta>

# 12. Análise SWOT do ciclo de estudos

- 12.1. Pontos fortes:
  - i) Curso abrangente conferindo boa preparação nas ciências básicas e sólida formação académica.
  - ii) Reconhecimento internacional da Engenharia Civil do DEC/FCTUC, em sucessivos anos incluindo 2020, no Top 150 do internacional QS World University Top Rankings.
  - iii) Boa imagem gerada pela certificação máxima da EUR-ACE atribuída ao actual MIEC.
  - iv) Corpo docente, em regime de tempo integral, totalmente doutorado, com boa produtividade técnica e científica.
  - v) Corpo docente com vasta experiência no ensino e na preparação de material de apoio, propenso à inovação na transmissão do conhecimento e com disponibilidade para o acompanhamento pedagógico.
  - vi) Instalações modernas, com salas de aula, bibliotecas e laboratórios bem equipados.
  - vii) Disponibilização pela UC de infraestruturas e de serviços de apoio aos estudantes, tanto no percurso académico como na procura de emprego.
  - viii) Boa rede (nacional e internacional) de contactos e parcerias para a investigação científica.

- ix) Pessoal não docente com motivação e preparação adequada.
- x) Coordenação efetiva na gestão do curso.
- xi) Boa procura por parte de estudantes internacionais, oriundos de países muito diversificados.
- xii) Ambiente académico ímpar, facilitando a integração social e promovendo o contacto multidisciplinar e multicultural.

#### 12.1. Strengths:

- i) A comprehensive course giving good preparation in the basic sciences and solid formation.
- ii) International Recognition of DEC/FCTUC Civil Engineering programme, in successive years including 2020, in the Top 150 of the international QS World University Rankings.
- iii) Good image generated by the maximum EUR-ACE certification awarded to the current MIEC
- iv) Full-time teaching staff, entirely PhDs, with good technical and scientific productivity.
- v) Highly experienced teaching staff, not only in the classroom but also in terms of preparing support material, open to innovative teaching methods, and available to provide pedagogical support.
- vi) DEC's facilities are modern: well-equipped classrooms, library and laboratories.
- vii) The UC's infrastructures and student assistance services are available to students while still studying and later when job seeking.
- viii) Sound contact and partnership (national and international) networks for scientific research.
- ix) Non-teaching staff adequately prepared.
- x) Effective coordination in the course management
- xi) Highly sought by international students from different countries.
- xii) A unique academic environment helps students feel socially integrated, and promotes multidisciplinary and multiculturalism contact.

#### 12.2. Pontos fracos:

i) Alguma dificuldade no recrutamento de candidatos.

Apesar das medidas de promoção do curso que se pretendem implementar e da evolução favorável dos indicadores verificada no MIEC nos últimos anos, numa primeira fase será de esperar ainda alguma dificuldade no recrutamento de candidatos devido principalmente a fatores exógenos ao DEC e que têm a ver mais com a situação do mercado e perspectivas percepcionadas pelos jovens.

ii) Dificuldades de adaptação dos alunos do 1º ano.

Alguns alunos do 1º ano podem revelar dificuldades de adaptação ao ensino universitário (por possuir características muito diferentes do secundário), podendo este facto ser potenciado pela insuficiente formação e/ou excessivo apoio escolar no ensino secundário e a intensa vida social de Coimbra.

iii) Insucesso escolar.

Apesar das medidas de promoção do sucesso escolar, o insucesso pode ainda apresentar alguma expressão, nomeadamente em UCs das ciências básicas, o que pode potenciar alguma diminuição na percentagem de diplomados neste ciclo de estudos.

#### 12.2. Weaknesses:

i) Some difficulty in recruiting candidates-

Despite the efforts in promoting the course and the favourable evolution of indicators of the MIEC in recent years, it was not the first choice for most of the students, mainly due to factors exogenous to the DEC and which have more to do with the market situation and perspectives perceived by young people.

ii) 1st year students experience difficulty adapting.

Most 1st year students can still experience difficulties in adapting to university learning. Unprepared students, excessive tutoring during secondary school, and a full social life of Coimbra are factors that can contribute towards

this situation.

iii) Academic failure.

Despite the measures implemented to promote the success, the course's failure rate, particularly for scientific-based CUs, can be significant. Additionally, it is expected that the percentage of graduates in the course can be less than desirable.

#### 12.3. Oportunidades:

- i) O DEC tem um corpo docente qualificado com capacidade para responder a necessidades específicas/pontuais.
- ii) As atuais redes de contactos institucionais e informais abrem perspetivas para iniciativas de cooperação internacional.
- iii) A proximidade com outros departamentos da UC facilita a exploração de sinergias e o desenvolvimento de iniciativas multidisciplinares.
- iv) A disponibilidade de instalações/laboratórios bem equipados motivam o corpo docente a participar em projetos de investigação.
- v) O trabalho do núcleo de estudantes constitui uma oportunidade para integrar os novos estudantes.
- vi) A oferta crescente de atividades interdisciplinares e culturais da UC são um fator positivo para a formação integral dos estudantes.
- vii) A disponibilização de novas ferramentas tecnológicas promove a aquisição das aptidões e competências.
- viii) As parcerias com entidades externas potenciam o desenvolvimento tecnológico e constituem fontes de financiamento privilegiadas.

#### 12.3. Opportunities:

- i) DEC has a qualified teaching staff, capable of developing subjects to meet occasional or specific needs.
- ii) The current institutional and informal contact networks open up opportunities for international cooperation.
- iii) The proximity to other departments at the UC makes it easier to exploit synergies and develop multidisciplinary initiatives.
- iv) Having well-equipped facilities and laboratories encourages the teaching staff to participate in research projects.
- v) The work carried out by students should be an opportunity to integrate the new students.
- vi) The increasing offer in terms interdisciplinary and cultural activities at the UC are a further positive factor in the education of the students.
- vii) The new technological tools available can contribute towards gaining skills and competences.
- viii) Partnerships with external bodies increase technological development and also represent privileged funding sources.

#### 12.4. Constrangimentos:

- i) A atual reduzida apetência dos alunos pela Eng. Civil dificulta o recrutamento pelo o DEC, facto este agravado por fatores intrínsecos da Região Centro: falta de percepção da abrangência e importância da profissão. debilidade do setor da Construção Civil, baixa densidade populacional e dificuldades económicas das famílias.
- ii) A baixa qualificação dos alunos recrutados pode originar algum insucesso escolar e o abandono prematuro.
- iii) Os condicionalismos orçamentais do Sector Público têm reflexo nos recursos materiais e humanos, nomeadamente em termos de contratação de pessoal técnico.
- iv) A celebração de parcerias do DEC com empresas poder ser, em certos casos, afetada pela dificuldade que estas têm em assumir a sua parcela de financiamento.
- v) O processo de avaliação dos docentes tende a secundarizar os aspetos pedagógicos, o que pode eventualmente trazer consequências indesejáveis para o ensino a longo prazo.

- vi) Escassez ou mesmo inexistência de bolsas para integração dos estudantes nas atividades de investigação.
- vii) Apesar das melhorias registadas nos últimos anos, será sempre expectável que alguns estudantes ainda continuem a revelar um nível de absentismo nas aulas teóricas superior ao desejável, alguns problemas de falta de organização e método de trabalho, bem como alguma apatia/desmotivação nas aulas.

#### 12.4. Threats:

- i) The current students' lack of enthusiasm for Civil Engineering makes it difficult to recruit to the DEC, a fact that is aggravated by factors intrinsic to the Centre Region: lack of perception of the scope and importance of the profession, vulnerable Civil Construction sector, low population density and families' economic difficulties.
- ii) The low qualifications of students recruited can increase the academic failure and the premature drop-out.
- iii) The budgetary restrictions of the Public Sector has effects on material and human resources, namely in terms of technical staff.
- iv) The partnerships between DEC and companies can be affected by companies' difficulty in financing their share.
- v) The assessment of the teaching staff's performance tends to neglect pedagogical aspects which can have negative consequences on education in the long term.
- vi) Grants to integrate students in research activities are reduced or inexistent.
- vii) Despite the improvement observed in the last years, it is expected that some students still reveal a level of absenteeism in theoretical classes higher than the desirable, some lack of organization and work method, and some apathy/no motivation in classes.

#### 12.5. Conclusões:

Embora se identifiquem e reconheçam algumas fraquezas, constrangimentos e ameaças, as ações de mitigação previstas (intensificação das ações de divulgação/promoção nas escolas secundárias e feiras educativas, aumento da qualidade de informação disponibilizada sobre a profissão, reforço da avaliação contínua, apoio tutorial para os alunos do 1º ano, aulas de recuperação para os alunos que entram nas 2º e 3º fases do CNA, incentivo para os alunos recorrerem ao apoio dos docentes para esclarecimento de dúvidas, em conjunto com o Núcleo de Estudantes (NEEC) promover a integração dos novos alunos, entre outras ações) o prestígio que o atual Mestrado Integrado em Engenharia Civil granjeou no meio académico e empresarial, tanto a nível nacional como internacional, associado aos Centros de Investigação de excelência, e às inovações introduzidas no curso (comunicação, liderança e empreendedorismo, projeto integrador, reformulação de matérias e unidades curriculares com introdução de novas metodologias de ensino e reforço da componente experimental e tecnológica, entre outras) permitem mitigar as debilidades mencionadas, reforçando a imagem da instituição e do curso, dotando-o de maior modernidade, o que irá potenciar a atratividade do curso e o recrutamento de candidatos.

Em suma, o curso encontra-se estruturado para dar formação base, mas fundamentada, nos diversos domínios da Engenharia Civil, além de proporcionar uma formação sólida em áreas estruturantes, tais como matemática, química, física e computação, de modo a fomentar a capacidade de compreensão e análise de problemas de diversa índole, bem como o ingresso num mestrado de 2º ciclo em engenharia civil, ou em áreas afins.

#### 12.5. Conclusions:

Although some weaknesses, constraints and threats are identified and recognized, the planned mitigation actions (intensification of dissemination/promotion actions in secondary schools and educational fairs, increasing the quality of information available about the profession, reinforcement of ongoing assessment, tutorial support for 1st year students, recovery classes for students entering in the 2nd and 3rd phases of the CNA, encouraging students to use the support of teachers to clarify doubts, together with the NEEC promote the integration of new students, among others actions) the prestige that the current Integrated Master in Civil Engineering has in academia and business, both at national and international level, associated with the Research Centres of excellence, and the innovations introduced in the course (communication, leadership and entrepreneurship, integrative project, reformulation of matters and subjects with the introduction of new teaching methodologies and reinforcing the experimental and technological components, among others) allow to mitigate the weaknesses mentioned, reinforcing the image of the institution and the study cycle, giving it greater modernity, which will enhance the attractiveness of the study cycle and the recruitment of candidates.

In short, the study cycle is structured to provide basic, but founded, training in the various fields of Civil Engineering, besides providing a solid training in structuring areas such as mathematics, chemistry, physics and computing to foster the ability of understanding and analysis of different type of issues, as well as enrolling in a Master's degree (2nd study cycle) in civil engineering, or related field.