

# NCE/19/1901163 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

---

## 1. Caracterização geral do ciclo de estudos

### 1.1. Instituição de Ensino Superior:

*Universidade Do Porto*

### 1.1.a. Outra(s) Instituição(ões) de Ensino Superior (proposta em associação):

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

*Faculdade De Engenharia (UP)*

### 1.2.a. Outra(s) unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação):

### 1.3. Designação do ciclo de estudos:

*Engenharia Informática e Computação*

### 1.3. Study programme:

*Informatics and Computing Engineering*

### 1.4. Grau:

*Mestre*

### 1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

*Engenharia Informática e Computação*

### 1.5. Main scientific area of the study programme:

*Informatics and Computing 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):

*523*

### 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:

*529*

### 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:

*481*

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

*120*

### 1.8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto):

*4 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):

*4 semesters*

### 1.9. Número máximo de admissões:

*465*

### 1.10. Condições específicas de ingresso.

*Podem candidatar-se ao acesso ao CE conducente grau mestre Eng<sup>a</sup> Informática e Computação*

- a) Titulares grau licenciado ou equivalente legal nas áreas Eng<sup>a</sup> Informática e Computação ou similares, consideradas adequadas pela CC;*
  - b) Titulares grau académico superior estrangeiro conferido na sequência de 1.º CE organizado acordo com os princípios do Processo Bolonha por um Estado aderente a este Processo;*
  - c) Titulares de um grau académico superior estrangeiro que seja reconhecido como satisfazendo os objetivos do grau de licenciado pelo órgão científico estatutariamente competente da IES onde pretendem ser admitidos;*
  - d) Detentores de um currículo escolar, científico ou profissional, que seja reconhecido como atestando capacidade para realização deste CE pelo órgão científico estatutariamente competente da IES onde pretendem ser admitidos.*
- Anualmente, a CC do CE poderá definir condições específicas ingresso, indicando, entre outras, condições, áreas científicas correspondentes às alíneas a), b) e c) anteriores*

#### 1.10. Specific entry requirements.

*May apply to the Master in Informatics and Computing Engineering:*

- a) Holders of a bachelor's degree or legal equivalent in the areas of Informatics and Computing Engineering or similar, considered appropriate by the Scientific Committee;*
  - b) Holders of a foreign academic degree conferred following a 1st cs organized in accordance with the principles of the Bologna Process by a State adhering to this Process;*
  - c) Holders of a foreign higher academic degree that is recognized as meeting the objectives of the Bachelor's degree by the statutory competent scientific body of the IES where they intend to be admitted;*
  - d) Holders of an academic, scientific or professional curriculum, which is recognized as attesting the capacity to carry out this cs by the statutory competent scientific body of the IES where they intend to be admitted.*
- Annually, the sc of the sc may define specific admission conditions, indicating, among other conditions, the scientific areas corresponding to points a), b) and c).*

#### 1.11. Regime de funcionamento.

*Diurno*

##### 1.11.1. Se outro, especifique:

-

##### 1.11.1. If other, specify:

-

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

*Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*

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

*Faculty of Engineering of the University of Porto*

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

[1.13.\\_Regulamento de Creditação.pdf](#)

#### 1.14. Observações:

*O M.EIC resulta da transformação do anterior Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação (MIEIC) da FEUP em dois ciclos de estudos independentes, de forma a dar cumprimento ao artigo 19.º do Decreto-Lei n.º 65/2018 de 16 de agosto, sendo a LiEIC o 1º e o M.EIC o 2º desses ciclos. Tendo em conta o sucesso e reconhecimento no mercado do anterior ciclo de estudos integrado, a constante evolução tecnológica e científica na área de Eng. Informática, e a evolução das práticas e tecnologias pedagógicas, aproveitaram-se diversos pontos fortes do anterior ciclo de estudos integrado e introduziram-se diversas atualizações e melhorias na conceção do novo ciclo de estudos.*

*O M.EIC é composto por:*

- a) um curso de mestrado, não conferente de grau, constituído por um conjunto organizado de unidades curriculares (UCs) a que correspondem 90 créditos ECTS. Confere um diploma de curso de mestrado (não conferente de grau) em Engenharia Informática e Computação. A possibilidade de atribuição do diploma não conferente de grau só ocorrerá no 2º ano.*
- b) uma dissertação de natureza científica original e especificamente realizada para este fim, a que correspondem 30 do total dos 120 créditos ECTS do ciclo de estudos; a defesa em provas públicas da dissertação permitirá a obtenção do grau de mestre em Engenharia Informática e Computação.*

*As UCs oferecidas na componente curricular estão organizadas nas seguintes áreas científicas:*

- a) 7 áreas nucleares da Engenharia Informática e Computação: Arquitetura de Computadores, Sistemas Operativos e Redes; Cibersegurança; Engenharia de Software; Inteligência Artificial; Interação e Multimédia; Programação; Sistemas de Informação;*
- b) 2 áreas complementares: Métodos Quantitativos e Gestão; Desenvolvimento Pessoal/Competências Transversais/Transferíveis;*
- c) UCs classificadas em Temas Multidisciplinares, por abrangerem potencialmente todas as áreas anteriores.*

*A componente curricular compreende:*

- um núcleo comum de UCs obrigatórias totalizando 40.5 ECTS, com 5 UCs de diferentes áreas nucleares e 2 UCs multidisciplinares (Laboratório de Gestão de Projetos e Preparação da Dissertação);
- um conjunto de UCs optativas de escolha livre, totalizando 49.5 ECTS, incluindo uma unidade de Competências Transversais com 1.5 ECTS.

O nº máximo de 465 admissões proposto para o M.EIC está alinhado com o nº máximo de 410 admissões proposto para a LiEIC, que agrega as vagas e corpos docentes dos anteriores mestrados integrados da FEUP e FCUP (Fac. de Ciências da UP) que lhe deram origem (MIEIC e MIERSI), acrescido de uma margem de 13% para permitir acomodar não só os estudantes da LiEIC que pretendam prosseguir para o M.EIC bem como estudantes oriundos de outros 1ºs ciclos. Para responder à procura expectável, o corpo docente é reforçado com a colaboração de docentes do Departamento de Ciência de Computadores da FCUP, esperando-se que essa colaboração se possa traduzir na partilha do M.EIC a partir de 2022/23 entre a FEUP e a FCUP.

#### 1.14. Observations:

*This study cycle (M.EIC) results from the transformation of the former Integrated Master in Informatics and Computing Engineering (MIEIC) of FEUP into two independent study cycles, in order to comply with article 19 of Decree-Law No. 65/2018 of 16 August, LiEIC being the 1st and M.EIC the 2nd of these cycles. Given the success and market recognition of the previous integrated study cycle, the constant technological and scientific evolution in the area, and the evolution of pedagogical practices and technologies, several strengths of the previous integrated study cycle have been preserved and a number of updates and improvements have been introduced in the design of the new study cycle.*

*This study cycle consists of:*

- a) a non-degree-awarding master's course in Informatics and Computing Engineering, consisting of an organized set of course units (UCs) corresponding to 90 ECTS credits. The possibility of awarding the diploma will only occur in the 2nd year.
- b) an original scientific dissertation specifically conceived for this purpose, corresponding to 30 of the 120 ECTS credits in the study cycle; the defense of the dissertation in public examination will allow obtaining the master degree in Informatics and Computing Engineering.

*The curricular units offered in the curricular component are organized in the following scientific areas:*

- a) 7 core areas of Informatics and Computing Engineering: Computer Architecture, Operating Systems and Networks; Cybersecurity; Software Engineering; Artificial Intelligence; Interaction and Multimedia; Programming; Information Systems;
- b) 2 complementary areas: Quantitative Methods and Management; Personal Development/ Transversal/Transferable Skills;
- c) UCs classified in Multidisciplinary Themes, as they potentially cover all areas of Informatics and Computing Engineering.

*Regarding mandatory and elective UCs, the curricular component comprises:*

- a) a common core of mandatory UCs totaling 40.5 ECTS credits, with 5 UCs from different core areas plus two multidisciplinary UCs (Project Management Laboratory and Dissertation Planning);
- b) a set of free choice electives totaling 49.5 ECTS credits, including an option in "Transferable Skills" with 1.5 ECTS credits.

*The maximum number of 465 admissions proposed for M.EIC is in line with the maximum number of 410 admissions proposed for LiEIC, which aggregates the vacancies and teaching staff of the previous integrated masters of FEUP and FCUP (Fac. of Sciences) that gave rise to it (MIEIC and MIERSI), plus a 13% margin to accommodate not only LiEIC students wishing to continue to M.EIC as well as students from other 1st cycles. In order to respond to the expected demand, the teaching staff is reinforced with the collaboration of professors from the Department of Computer Science at FCUP, and it is hoped that this collaboration will translate into the sharing of M.EIC from 2022/23 between FEUP and FCUP.*

## 2. Formalização do Pedido

### Mapa I - Conselho Científico da FEUP

---

#### 2.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho Científico da FEUP*

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

[2.1.2.\\_Oficio\\_Criação CC M.EIC FEUP.pdf](#)

### Mapa I - Conselho Pedagógico da FEUP

---

#### 2.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho Pedagógico da FEUP*

- 2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):  
[2.1.2.\\_FEUP 1.pdf](#)

## Mapa I - Reitor da Universidade do Porto

---

### 2.1.1. Órgão ouvido:

*Reitor da Universidade do Porto*

- 2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):  
[2.1.2.\\_Despacho reitoral 2°C Eng Informatica e Computacao.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 primeiro do M.EIC é promover a excelência da qualificação em desenvolvimentos recentes e aspetos avançados da Engenharia Informática (EI), com aplicação à conceção, projeto, implementação e operação de sistemas informáticos e à integração das TIC nos ambientes organizacionais, habilitando assim os seus graduados para desempenhar funções de grande responsabilidade e funções de liderança em contextos complexos, multidisciplinares e com foco na inovação, ou para prosseguir para doutoramento.*

*Para isso, oferece uma formação conciliando:*

- *uma formação comum nos desenvolvimentos mais recentes nas grandes áreas científicas e técnicas de EI;*
- *uma formação especializada em tópicos avançados de EI do interesse de cada estudante, via UCs optativas;*
- *uma formação flexível em aspetos complementares de Gestão e Competências Transversais.*

*O ciclo de estudos compreende 40.5 ECTS de UCs obrigatórias, 49.5 de UCs optativas e 30 de Dissertação.*

### 3.1. The study programme's generic objectives:

*M.EIC's primary objective is to promote the qualification of its graduates in recent developments and advanced aspects of Informatics Engineering (EI), with application to the conception, design, implementation and operation of computer systems and the integration of ICT in organizational environments, thus enabling its graduates to perform high responsibility roles and leadership roles in complex, innovative and multidisciplinary contexts, or to pursue a PhD.*

*To this end, it offers an education combining:*

- *common education on the most recent developments in the major scientific and technical areas of EI;*
- *specialized education in advanced EI topics of interest to each student by choosing optional UCs;*
- *flexible education in complementary aspects in Management and Transversal Skills.*

*The study cycle comprises 40.5 ECTS of compulsory UCs, 49.5 ECTS of optional UCs and 30 ECTS of Dissertation.*

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

- *De forma geral, e com referência aos descritores CDIO, adquirir com a necessária proficiência conhecimentos de ciências de engenharia (1.2) e de tecnologias (1.3) na área das TIC, bem como conhecimentos de gestão (1.4) e capacidades e atitudes pessoais, profissionais (2) e interpessoais (3), e ser capaz de os utilizar na resolução, antecipação e prevenção de problemas complexos no domínio das TIC (1.1) e na conceção, projeto, implementação e operação de sistemas complexos baseados em TIC no contexto social e empresarial (1, 4).*
- *De forma mais específica, ser capaz de desempenhar funções profissionais indicadas nos European ICT Professional Role Profiles que requerem competências de nível e-4 (mestrado) do European e-Competence Framework (e.g., Devops Expert, Data Scientist, Cyber Security Specialist, Solution Designer), incluindo funções de grande responsabilidade em contextos complexos e com foco na inovação e funções de liderança em projetos multidisciplinares no domínio das TIC.*

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

- *In general, and with reference to the CDIO descriptors, acquire with the necessary proficiency knowledge of engineering sciences (1.2) and technologies (1.3) in the ICT domain, as well as management skills (1.4) and personal, professional (2) and interpersonal (3) skills and attitudes, and be able to use them to solve, anticipate and prevent complex problems in the ICT domain (1.1) and to conceive, design, implement and operate complex ICT-based systems in social and business contexts (1, 4).*
- *More specifically, be able to perform the professional roles indicated in the European ICT Professional Role Profiles which require competences at level e-4 (master) of the European e-Competence Framework, (e.g., Devops Expert, Data Scientist, Cyber Security Specialist, Solution Designer, etc.), including roles of high responsibility in complex innovation-focused contexts and leadership roles in multidisciplinary projects in the ICT domain.*

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

*A FEUP tem por missão a “Educação e formação de profissionais de Engenharia de nível internacional, sustentadas em Investigação e Desenvolvimento de excelência com foco regional mas com qualidade reconhecida ao nível global e numa prática de extensão de reconhecida qualidade, contemplando as vertentes científica, técnica, ética e cultural”. O M.EIC revê-se completamente nesta missão, ao fornecer uma formação avançada em Engenharia Informática*

*capacitando os seus graduados para enveredar por carreiras profissionais em termos nacionais e internacionais, como tem ocorrido com inúmeros dos seus graduados. Para isso, confere aos seus estudantes competências variadas, técnicas e pessoais, de importância reconhecida no mundo empresarial.*

*Seguem-se alguns dos objetivos da FEUP e comentários de enquadramento do M.EIC.*

- *Formar profissionais de engenharia de reconhecida qualidade e competência.*
- *M.EIC: promover a excelência da qualificação dos seus graduados.*
- *Alcançar uma posição cimeira, tanto a nível nacional como internacional, em atividades de I&D, nomeadamente como suporte de um ensino de qualidade.*
- *M.EIC: promover a formação nos desenvolvimentos mais recentes e aspetos avançados da Engenharia Informática, reforçando uma perspetiva de I&D que é inserida pela relação que mantém, através dos seus docentes, com laboratórios associados e institutos de investigação de topo; os estudantes são inseridos nas práticas de investigação ao longo das várias UCs, com especial ênfase na dissertação.*
- *Assegurar o permanente desenvolvimento dos recursos computacionais e de informação, nomeadamente nos aspetos de capacidade, qualidade e acessibilidade.*
- *M.EIC: pela sua natureza, o ciclo de estudos é um utilizador privilegiado destes recursos, colaborando, pontualmente, no seu desenvolvimento, em trabalhos realizados pelos estudantes no contexto de UCs e de dissertação.*
- *Incrementar o seu relacionamento com a comunidade envolvente e a cooperação com Instituições de reconhecido prestígio internacional, tanto ao nível do ensino como das atividades de I&D.*
- *M.EIC: mantém relações com empresas e institutos nacionais de I&D em vários aspetos, nomeadamente ao nível da colaboração dos seus docentes e de projetos desenvolvidos por estudantes no contexto de UCs e dissertação, assim como em trabalhos extracurriculares. Alguns estudantes têm realizado com sucesso os seus trabalhos de dissertação em instituições similares de renome internacional.*
- *Investir na criação de uma imagem forte, consistente e apelativa que desempenhe um importante papel na criação do espírito de escola, estimule o interesse dos potenciais estudantes e contribua para a sua afirmação na comunidade.*
- *M.EIC: postura de divulgação ao grande público, com os eventos "Semana Profissão Engenheiro", "Mostra da UP", receção de visitantes com visitas/demonstrações laboratoriais, etc.*

### **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:**

*FEUP's mission is the "Education and training of world-class Engineering professionals, supported by excellence in Research and Development with a regional focus but with recognized quality at a global level and in an extension practice of recognized quality, covering the scientific, technical, ethical and cultural aspects".*

*M.EIC fully revises this mission by providing advanced informatics engineering education enabling its graduates to pursue professional careers nationally and internationally, as has been the case with numerous graduates. To do so, it gives its students varied technical and personal skills of recognized importance in the business world.*

*Following are some of the objectives of FEUP and comments about how M.EIC fulfils those objectives.*

- *Train engineering professionals of recognized quality and competence.*
  - *M.EIC: Promote excellence in the qualifications of its graduates.*
  - *Achieving a top position, both nationally and internationally, in R&D activities, notably in support of quality education.*
  - *M.EIC: To promote education in the latest developments and advanced aspects in Informatics Engineering, reinforcing an R&D perspective that is embedded in the relationship it maintains through its faculty members with associated laboratories and top research institutes; students are inserted into research practices throughout the various UCs, with particular emphasis on the dissertation.*
  - *Ensure the continuous development of computational and information resources, namely in terms of capacity, quality and accessibility.*
  - *M.EIC: By its very nature, the study cycle is a privileged user of these resources, collaborating, occasionally, in its development, in works carried out by students in the context of UCs and dissertation.*
  - *Increase its relationship with the surrounding community and the cooperation with institutions of recognized international prestige, both in terms of education and R&D activities.*
  - *M.EIC: maintains relations with companies and national R&D institutes in several aspects, namely in the collaboration of their teachers and projects developed by students in the context of UCs and dissertations, as well as in extracurricular works. Some students have successfully performed their dissertation work at similar internationally renowned institutions.*
  - *Invest in building a strong, consistent and appealing image that plays an important role in creating a school spirit, stimulating the interest of potential students and contributing to their affirmation in the community.*
- M.EIC: posture of dissemination to the general public, with the events "Semana Profissão Engenheiro", "Mostra UP", reception of visitors with visits/laboratory demonstrations, etc.*

## **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 o ciclo de estudos se estrutura:

N/A

Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation:

N/A

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

Mapa II - N/A

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

N/A

4.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

N/A

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Inteligência Artificial/Eng <sup>a</sup> de Software/Interação e Multimédia/Programação/Métodos Quantitativos e Gestão/Arq.de Computadores, Sist Operativos e Redes(*)	IA/ESW/IMM/PROG/MTDQTG/ACSOR/CS/SISI/QACUP	0	24	(*cont) Cibersegurança/Sistemas de Informação/Qualquer Área Científica da UPorto
Inteligência Artificial/Eng <sup>a</sup> de Software/Interação e Multimédia/Programação/Métodos Quantitativos e Gestão/Arq.de Computadores, Sist Operativos e Redes(*)	IA/ESW/IMM/PROG/MTDQTG/ACSOR/CS/SISI/QACUP/EICTM	0	24	(*) Cibersegurança/Sist.de Informação/Qualquer Área Científica da UP/Eng <sup>a</sup> Informática e Computação
Engenharia de Software / Software Engineering	ESW	6	0	
Inteligência Artificial / Artificial Intelligence	IA	6	0	
Interação e Multimédia / Interaction and Multimedia	IMM	6	0	
Sistemas de Informação / Information Systems	SISI	6	0	
Arquitetura de Computadores, Sistemas Operativos e Redes / Computer Architecture, Operating Systems and Networks	ACSOR	6	0	
Desenvolvimento Pessoal/ Competências Transversais/Transferíveis /Qualquer área científica da Universidade do Porto (UP)	DP/CTT /QACUP	0	1.5	
Engenharia Informática e Computação - Temas Multidisciplinares / Informatics and Computing Engineering - Multidisciplinary Subjects	EICTM	40.5	0	
<b>(9 Items)</b>		<b>70.5</b>	<b>49.5</b>	

## 4.3 Plano de estudos

Mapa III - N/A - 1º Ano / 1º Semestre - 1st Year / 1st Semester

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

N/A

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

N/A

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º Ano / 1º 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)
Aprendizagem Computacional / Machine Learning	IA	Semestral	162	T: 26; TP: 26	6	
Desenvolvimento de Software de Larga Escala / Large Scale Software Development	ESW	Semestral	162	T: 26; TP: 26	6	
Processamento e Recuperação de Informação / Information Processing and Retrieval	SISI	Semestral	162	T: 26; TP: 26	6	
Sistemas Distribuídos de Larga Escala / Large Scale Distributed Systems	ACSOR	Semestral	162	T: 26; TP: 26	6	
Sistemas Gráficos Interativos / Interactive Graphics Systems	IMM	Semestral	162	T: 26; TP: 26	6	

**(5 Items)**

### Mapa III - N/A - 1º Ano / 2º Semestre - 1st Year / 2nd Semester

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

N/A

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

N/A

#### 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)
Laboratório de Gestão de Projetos / Project Management Laboratory	EICTM	Semestral	162	T: 26; PL: 26	6	
Unidade curricular de opção 1 / Option 1 curricular unit	IA/ESW/IMM/PROG/MTDQTG/ACSOR/CS/SISI/QACUP	Semestral	162	TP: 39	6	(b)
Unidade curricular de opção 2 / Option 2 curricular unit	IA/ESW/IMM/PROG/MTDQTG/ACSOR/CS/SISI/QACUP	Semestral	162	TP: 39	6	(b)
Unidade curricular de opção 3 / Option 3 curricular unit	IA/ESW/IMM/PROG/MTDQTG/ACSOR/CS/SISI/QACUP	Semestral	162	TP: 39	6	(b)
Unidade curricular de opção 4 / Option 4 curricular unit	IA/ESW/IMM/PROG/MTDQTG/ACSOR/CS/SISI/QACUP	Semestral	162	TP: 39	6	(b)

**(5 Items)**

### Mapa III - N/A - 2º Ano / 1º Semestre - 2nd Year / 1st Semester

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

N/A

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

N/A

#### 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 Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Preparação da	EICTM	Semestral	121.5	TP: 26	4.5	

Dissertação /  
Dissertation  
Planning

Competências Transversais / Transferable Skills	DP/CTT/ QACUP	Semestral 40.5	depende da UC selecionada	1.5	Optativa (a) Para efeitos de cálculo, estimamos 13 horas de contacto
Unidade curricular de opção 5 / Option 5 curricular unit	IA/ESW/IMM/PROG/MTDQTG/ACSOR/CS/SISI/QACUP/EICTM	Semestral 162	TP: 39	6	(c)
Unidade curricular de opção 6 / Option 6 curricular unit	IA/ESW/IMM/PROG/MTDQTG/ACSOR/CS/SISI/QACUP/EICTM	Semestral 162	TP: 39	6	(c)
Unidade curricular de opção 7 / Option 7 curricular unit	IA/ESW/IMM/PROG/MTDQTG/ACSOR/CS/SISI/QACUP/EICTM	Semestral 162	TP: 39	6	(c)
Unidade curricular de opção 8 / Option 8 curricular unit	IA/ESW/IMM/PROG/MTDQTG/ACSOR/CS/SISI/QACUP/EICTM	Semestral 162	TP: 39	6	(c)

**(6 Items)**

### Mapa III - N/A - 2º Ano / 2º Semestre - 2nd Year / 2nd Semester

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

N/A

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

N/A

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

2º Ano / 2º 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)
Dissertação / Dissertation (1 Item)	EICTM	Semestral	810	OT: 6,5	30	

### Mapa III - N/A - 1º Ano / 2º Semestre (opções 1, 2, 3 e 4) - 1st Year / 2nd Semester (options 1, 2, 3 and 4)

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

N/A

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

N/A

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

1º Ano / 2º Semestre (opções 1, 2, 3 e 4) - 1st Year / 2nd Semester (options 1, 2, 3 and 4)

#### 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)
Agentes e Sistemas Multi-Agente / Agents and Multi-Agent Systems	IA	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Arquitetura de Sistemas de Software / Software Systems Architecture	ESW	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Complementos de Aprendizagem Computacional / Machine Learning Complements	IA	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa

Computação Móvel / Mobile Computing	PROG	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Desenho e Desenvolvimento de Jogos Digitais / Design and Development of Digital Games	IMM	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Engenharia de Requisitos / Requirements Engineering	ESW	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Estruturas de Dados e Algoritmos Avançados / Advanced Data Structures and Algorithms	PROG	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Gestão de Empresas e Empreendedorismo / Enterprise Management and Entrepreneurship	MTDQTG	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa (d)
Gestão de Redes e Sistemas / Networks and Systems Management	ACSOR	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Gestão de Segurança da Informação / Information Security Management	CS	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Gestão de Sistemas de Informação / Information Systems Management	SISI	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Marketing / Marketing	MTDQTG	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa (d)
Otimização / Optimization	MTDQTG	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa (d)
Processamento de Linguagem Natural / Natural Language Processing	IA	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Programação em Lógica com Restrições / Constraint Logic Programming	PROG	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Segurança de Redes / Network Security	CS	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Segurança em Sistemas Informáticos / Computer Systems Security	CS	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Serviços e Aplicações Multimédia / Multimedia Services and Applications	IMM	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Sistemas Embutidos e de Tempo Real / Embedded and Real Time Systems	ACSOR	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Tecnologias de Bases de Dados / Database Technologies	SISI	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Visão por Computador / Computer Vision	IMM	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Qualquer unidade curricular da Universidade do Porto (2º ciclo) / Any curricular unit of University of Porto (2nd cycle)	QACUP	Semestral	162	Depende da u.c. escolhida	6	Optativa (e)

(22 Items)

**Mapa III - N/A - 2º Ano / 1º Semestre (Opções 5, 6, 7 e 8) - 2nd Year / 1st Semester (Options 5, 6, 7 and 8)****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**

N/A

**4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):**

N/A

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

2º Ano / 1º Semestre (Opções 5, 6, 7 e 8) - 2nd Year / 1st Semester (Options 5, 6, 7 and 8)

**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 de Projetos de Investimento / Project Appraisal	MTDQTG	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa (d)
Análise e Integração de Dados / Data Analysis and Integration	SISI	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Bases de Dados Não Relacionais / Non Relational Databases	SISI	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Computação Heterogénea Eficiente / Efficient Heterogeneous Computing	ACSOR	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Computação Paralela Avançada / Advanced Parallel Computing	ACSOR	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Engenharia de Linguagens de Software / Software Language Engineering	PROG	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Engenharia de Software Seguro / Secure Software Engineering	CS	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Métodos Formais para Sistemas Críticos / Formal Methods for Critical Systems	ESW	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa

Modelação e Simulação / Modelling and Simulation	IA	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Modelos de Negócio para a Economia Digital / Business Models for the Digital Economy	MTDQTG	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa (d)
Realidade Virtual e Aumentada / Virtual and Augmented Reality	IMM	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Robótica Inteligente / Intelligent Robotics	IA	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Seminários / Seminars	EICTM	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa (f)
Sistemas Ciberfísicos e Internet das Coisas / Cyberphysical Systems and Internet of Things	ACSOR	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Técnicas Avançadas de Construção de Software / Advanced Software Construction Techniques	ESW	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Teste, Verificação e Validação de Software / Software Testing, Verification and Validation	ESW	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Tópicos Avançados de Interação e Multimédia / Advanced Topics in Interaction and Multimedia	IMM	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Web Semântica e Dados Ligados / Semantic Web and Linked Data	SISI	Semestral	162	TP: 39	6	Optativa
Qualquer unidade curricular da Universidade do Porto (2º ciclo) / Any curricular unit of University of Porto (2nd cycle)	QACUP	Semestral	162	Depende da u.c. escolhida	6	Optativa (e)

(19 Items)

#### 4.4. Unidades Curriculares

---

##### Mapa IV - Web Semântica e Dados Ligados

###### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Web Semântica e Dados Ligados*

###### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Semantic Web and Linked Data*

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

*SISI*

###### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

###### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*162*

###### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*39 (39TP)*

###### 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 Cristina de Carvalho Alves Ribeiro (TP-19,5h)*

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

*Carla Alexandra Teixeira Lopes (TP-19,5h)*

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

*Descrever e definir os conceitos e tecnologias associados à Web Semântica;  
Analisar e preparar artefactos (p.ex.: ontologias) para utilização em soluções de Web Semântica;  
Avaliar o valor e aplicabilidade de estratégias de Web Semântica em diversos contextos;*

*Identificar e aplicar várias ferramentas e técnicas relacionadas com a Web Semântica;  
Analisar as características de dados e documentos acessíveis a pessoas e a máquinas;  
Relacionar os recursos na web com os metadados que os descrevem e relacionam;  
Tratar as ontologias como fornecedoras de ferramentas de descrição;  
Analisar ontologias existentes e criar novas ontologias;  
Explorar aplicações que manipulam descrições de informação na web semântica e desenvolver métodos sistemáticos para criação de metadados;  
Experimentar com aplicações que exploram a Web dos Dados Abertos Ligados;  
Usar ferramentas e linguagens para explorar conteúdos da Web Semântica;*

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

*Describe and define the concepts and technologies associated with the Semantic Web;  
Analyze and prepare artifacts (e.g., ontologies) for use in Semantic Web solutions;  
Evaluate the value and applicability of semantic web strategies in various contexts;  
Identify and apply multiple Semantic Web-related tools and techniques;  
Analyze the characteristics of data and documents accessible to people and machines;  
Relate web resources to the metadata that describe and link them;  
Treat ontologies as providers of description tools;  
Analyze existing ontologies and create new ontologies;  
Explore applications that manipulate semantic web information descriptions and develop systematic methods for creating metadata;  
Experiment with applications that explore Linked Open Data on the Web;  
Use tools and languages to explore Semantic Web content;  
Compare semantic web-based services and other approaches to resource description.*

#### **4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. A “Semantic Web Activity” no W3C: visão geral de tecnologias e normas
2. RDF - o “Resource Description Framework”
3. Metadados com RDF
4. Taxonomias de metadados com o RDF Schema
5. Interrogação com SPARQL
6. OWL, a linguagem de ontologias
7. Lógica e inferência
8. A Web dos dados
9. Publicação e consumo de dados ligados
10. Aplicações da Web Semântica

#### **4.4.5. Syllabus:**

1. The Semantic Web Activity of W3C: Overview of technologies and standards
2. RDF—The Resource Description Framework
3. Metadata with RDF
4. Metadata taxonomies with RDF Schema
5. SPARQL queries
6. The OWL ontology language
7. Logic and Inference
8. The Web of Data
9. Publishing and Consuming Linked Data
10. Semantic Web Applications

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

*Os conteúdos de Web Semântica e Dados Ligados têm ênfase em linguagens (de representação, de interrogação) e nos princípios que lhes estão subjacentes, nomeadamente a lógica e a inferência. Estas linguagens e princípios fornecem um corpo de conhecimento que vai dos conceitos de Web Semântica e de Dados Ligados até à sua aplicação na descrição de recursos na Web e nas representações explícitas e interoperáveis para dados de domínios diversos. Estes conteúdos fornecem o suporte para objetivos de aprendizagem abstratos, que envolvem aspetos de modelação de dados, de criação de metadados e de desenvolvimento de ontologias. Os objetivos de aprendizagem de natureza aplicada seguem também os tópicos da unidade, nomeadamente os que têm a ver com o uso das tecnologias da Web Semântica, as linguagens de interrogação e os princípios dos Dados Ligados.*

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

*The syllabus of Semantic Web and Linked Data has a strong emphasis on languages (for representation, for querying) and their underlying principles, namely logic and inference. These languages and principles provide a body of knowledge that ranges from the concepts of Semantic Web and Linked Data to their application in describing web resources and in explicit and interoperable representations for data in multiple domains. This content provides support for abstract learning objectives that involve aspects of data modeling, metadata creation, and ontology development. Applied learning objectives also follow the unit’s topics, namely those on the use of Semantic Web technologies, interrogation languages, and Linked Data principles.*

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

*As componentes teóricas das aulas são usadas para exposição de temas, com referência para a bibliografia, e para a realização de pequenos exercícios que estimulem a aprendizagem. Nos tempos dedicados a trabalho prático são discutidos temas propostos para investigação aos estudantes, realizados exercícios práticos sobre Web Semântica e acompanhado o desenvolvimento dos trabalhos práticos. Os trabalhos práticos destinam-se a 1) analisar aplicações existentes e fazer a sua apresentação em aula e 2) aplicar os conceitos teóricos num pequeno projeto numa área de interesse.*

*Avaliação distribuída com exame final*

*Avaliação Final = 60% \* NotaTrabalhos + 40% \* NotaExame*

*NotaTrabalhos: nota dos trabalhos práticos realizado em grupo.*

*NotaExame: nota obtida em exame.*

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

*The theoretical components of classes are used for topic presentation, with reference to the bibliography, and for running small assignments to stimulate learning. The time dedicated to practical work is used to discuss topics proposed to students, to answer practical exercises on the Semantic Web and to develop the practical work. The practical work is expected to 1) analyze existing applications and make their presentation in class and 2) apply the theoretical concepts in a small project in an area of interest.*

*Distributed assessment with final exam*

*Final Rating = 60% \* GradeWork + 40% \* GradeExam*

*GradeWork: grades of the practical groupworks.*

*GradeExam: grade obtained in exam.*

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

*A metodologia de ensino combina a apresentação de tópicos aos estudantes com a realização de trabalhos práticos. A apresentação de tópicos procura o envolvimento dos estudantes através da realização de exercícios e ainda a sua participação ativa com uma abordagem de “aula invertida” com exercícios de estudo que antecipam as matérias a trabalhar nas aulas. Esta metodologia favorece a análise crítica dos princípios e tecnologias apresentados, tal como esperado nos objetivos de aprendizagem.*

*Os trabalhos práticos, em que são analisados projetos existentes e realizado um projeto original, cumprem com os objetivos de aplicação dos princípios, métodos e tecnologias da Web Semântica e dos Dados Ligados a projetos concretos.*

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

*The teaching methodology combines the presentation of topics to students with the development of practical work. The presentation of topics fosters student engagement with exercises and seeks their active participation through a “flipped classroom” approach where preliminary study exercises anticipate the subjects to be worked in class. This methodology favors the critical analysis of the principles and technologies presented, as expected in the learning outcomes.*

*The practical work, in which existing projects are analyzed and an original project is carried out, fulfills the objectives of applying the principles, methods and technologies of the Semantic Web and Linked Data in actual projects.*

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

*Antoniou, G., Groth, P., van Harmelen, F., & Hoekstra, R. (2012). A Semantic Web Primer. MIT Press; 3rd edition.*

*Heath, T., Bizer, C. (2011). Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space (1st edition). Synthesis Lectures on the Semantic Web: Theory and Technology, 1:1, 1-136. Morgan & Claypool.*

*International Semantic Web Conference (ISWC), <http://iswc.semanticweb.org/>*

*Journal of Web Semantics, Elsevier, [http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws\\_home/671322/description](http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/671322/description)*

### **Mapa IV - Visão por Computador**

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

*Visão por Computador*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Computer Vision*

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

*IMM*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

162

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

39 (39TP)

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Luís Filipe Pinto de Almeida Teixeira (TP-19,5h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Jorge Alves da Silva (TP-19,5h)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Pretende-se que os estudantes compreendam e sejam capazes de explicar os conceitos da visão por computador e os algoritmos fundamentais de manipulação de imagens e sequências de vídeo.**Ao concluir esta unidade curricular os estudantes deverão ser capazes de:*

- 1 - analisar um problema específico de visão por computador e identificar os diferentes desafios tecnológicos subjacentes;*
- 2 - compreender e explicar os conceitos da visão por computador e os algoritmos fundamentais de manipulação de imagens e sequências de vídeo;*
- 3 - identificar, discutir, avaliar e aplicar em situações práticas as técnicas de processamento, de análise e de reconhecimento;*
- 4 - usar bibliotecas que implementam alguns dos algoritmos estudados (por exemplo, OpenCV, Keras) e implementar novos algoritmos descritos na literatura;*
- 5 - analisar e compreender artigos científicos nas áreas de processamento e análise de imagem e de visão por computador.*

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The aim is that students understand and are able to explain the basic concepts of computer vision and the fundamental algorithms for manipulation of images and video sequences. Upon completion of the course, students shall be able to:*

- 1 - analyze a specific problem of computer vision and identify the different fundamental technological challenges;*
- 2 - understand and explain the basic concepts of computer vision and the fundamental algorithms for manipulation of images and video sequences;*
- 3 - identify, discuss, evaluate and apply in practical situations processing, analysis and recognition techniques;*
- 4 - use libraries that implement some of the analyzed algorithms (eg. OpenCV, Keras), and to implement novel algorithms described in the literature;*
- 5 - analyze and understand selected scientific papers in the fields of image processing and analysis, and computer vision.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:***Introdução à visão por computador**Aquisição de imagens digitais**- imagens de intensidade (2D) e de distância/posição (3D)**- modelo geométrico e radiométrico de uma câmara**Processamento e análise de imagens de intensidade**- filtragem**- extração de características**- segmentação**Calibração geométrica de uma câmara**- métodos de calibração**Estereoscopia**- geometria epipolar**Reconhecimento de objetos**- seleção de características**- descrição baseada em características locais invariantes**- estabelecimento de correspondências**Aprendizagem automática*

- clustering
- classificação
- generalização de modelos
- Deep learning
- redes neuronais
- convolutional neural networks (CNNs)
- deteção e segmentação (modelos R-CNN)
- Movimento e seguimento
- estimação de movimento
- seguimento baseado em modelos lineares
- Estudo de casos

#### 4.4.5. Syllabus:

*Introduction to Computer Vision*

*Image acquisition*

- intensity images (2D) and distance/position images (3D)
- geometric and radiometric model of a camera

*Processing and analysis of intensity images*

- filtering
- feature extraction
- segmentation

*Geometric calibration of a camera*

- calibration methods

*Stereo*

- epipolar geometry
- matching

*Recognition*

- feature selection
- description using local invariant features
- matching of features

*Machine Learning*

- clustering
- classification
- model generalization

*Deep learning*

- neural networks
- convolutional neural networks (CNNs)
- detection and segmentation (R-CNN models)

*Motion and tracking*

- motion estimation
- tracking using linear models

*Case studies*

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

*Esta unidade curricular é uma introdução aos conceitos e métodos da visão por computador, adaptada aos estudantes que pretendam prosseguir investigação nesta área. Abordam-se tópicos fundamentais da visão por computador como o processo de formação de imagens e métodos básicos de processamento e análise de imagem. Outros métodos mais avançados como a reconstrução 3D de uma cena, análise de movimento e "deep learning" também são abordados. Por fim, são ainda estudadas áreas com desenvolvimentos mais recentes na comunidade científica, como o reconhecimento de objetos baseado em características locais invariantes e em sistemas de aprendizagem. Esta perspetiva transversal da visão por computador dá aos estudantes as ferramentas necessárias para aplicar os algoritmos estudados em casos práticos, bem como as bases para desenvolver novos algoritmos.*

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

*This course is an introduction to the basic concepts and methods in computer vision. It is mainly suited for students who are interested in following research in this area. Fundamental topics of computer vision are covered in this course, such as the process of image formation and basic image processing and analysis methods. More advanced methods such as 3D scene reconstruction, motion analysis, and deep learning are also covered. Finally, other areas with more recent advances in the scientific community are also studied, like object recognition based on local invariant characteristics and learning systems. This transversal perspective of computer vision gives students the necessary tools to apply the studied algorithms in practical cases, and gives as well the foundations to develop new algorithms.*

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

*Aulas de exposição e discussão das matérias do programa, acompanhadas pela resolução de exercícios. Adicionalmente, são realizados projetos de aplicação das técnicas de visão por computador estudadas.*

*Fórmula de avaliação: Avaliação distribuída (AvD) com exame final (AvEx)*

*AvD - 2 projetos com igual peso na avaliação que os estudantes desenvolverão tanto nas aulas teórico-práticas, como fora das aulas. Para o último projeto, cada grupo apresentará um pequeno relatório, em formato de artigo, e o projeto será apresentado oralmente.*

*AvD e AvEx são especificadas numa escala de 0 a 20 valores.*

*Classificação = AvD \* 0.5 + AvEx \* 0.5*

*Observações: 1- É condição de aprovação a obtenção de uma classificação mínima de 40% nas componentes AvEx e AvD. 2- Se, por decisão dos docentes, não ocorrer algum dos projetos, a cotação correspondente será redistribuída pelos restantes elementos de avaliação.*

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

*Classes consisting of presentation and discussion of the course topics, and resolution of exercises. Also, projects are developed, where the studied computer vision methods are applied.*

*Formula of evaluation: Distributed evaluation (DEv) with final exam (ExEv).*

*DEv - Two projects with equal weight in the grade will be developed; these projects are developed both during classes and at home. For the last project a report will be written and an oral presentation will be required.*

*DEv and ExEv are specified in a 0 to 20 scale.*

*Final Classification = DEv \* 0.5 + ExEv \* 0.5*

*Observations: 1- A minimum of 40% on the ExEv and DEv evaluation components are required to be approved in the course. 2- If the teaching team decides not to propose one of the projects, its weight will be redistributed to the other evaluation components.*

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

*Com o objetivo de promover uma aplicação prática dos conceitos teóricos apresentados, o processo de ensino-aprendizagem será orientado à resolução de exercícios práticos. A avaliação tem também uma forte componente de avaliação distribuída resultante de projetos que consistem no desenvolvimento de aplicações de processamento de imagem e visão computacional. A restante componente de avaliação consiste num exame teórico com problemas de aplicação. O exame tem como objetivo aferir de uma forma mais objetiva os conhecimentos obtidos pelos estudantes.*

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

*With the goal of promoting the practical application of the theoretical concepts presented in the course, the teaching process will be oriented to the resolution of exercises. The evaluation also has a strong continuous evaluation component, resulting from two assignments that consist of the development of image processing and computer vision applications. The remaining evaluation component consists of a theoretical exam with application problems. The exam has the goal of assessing more objectively the knowledge acquired by the students.*

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

*Kaehler, A. & Bradski, G. (2017). Learning OpenCV 3: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library. O'Reilly Media. ISBN: 978-1491937990*

*Forsyth, D. A. & Ponce, J. (2011). Computer Vision: A Modern Approach (2nd Edition). ISBN: 978-0136085928*

*Szeliski, R. (2010). Computer vision. ISBN: 978-1848829350*

*Goodfellow, I. , Bengio, Y. & Courville, A. (2016); Deep Learning; ISBN: 978-0262035613*

*Trucco, E. & Verri, A. (1998). Introductory Techniques for 3-D Computer Vision. Prentice Hall. ISBN: 978-0132611084*

### Mapa IV - Técnicas Avançadas de Construção de Software

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Técnicas Avançadas de Construção de Software*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Advanced Software Construction Techniques*

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

*ESW*

#### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*162*

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*39 (39TP)*

#### 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):***Hugo José Sereno Lopes Ferreira (TP-39h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Os estudantes devem ser capazes de identificar e aplicar técnicas avançadas de especificação, síntese e manipulação de artefactos executáveis em diferentes fases de desenvolvimento de software, com o intuito de promover atributos de qualidade, tais como confiabilidade, flexibilidade, testabilidade e performance. Em particular, pretende-se reduzir ao máximo o tempo investido a "programar", automatizando várias facetas dessa atividade.*

- OA1. Identificar problemas amenos a técnicas de metaprogramação*
- OA2. Desenhar modelos/meta-modelos específicos de domínio*
- OA3. Processar instanciações de especificações textuais com combinadores de parsing*
- OA4. Implementar interpretadores específicos para o domínio*
- OA5. Aplicar técnicas de derivação/geração de código a partir de especificações de alto nível*
- OA6. Aplicar técnicas de aprendizagem computacional à construção de código*
- OA7. Depurar programas por especificação incremental de propriedades*
- OA8. Aplicar técnicas de correção automática de programas*

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

*Students are expected to be able to identify and apply advanced techniques for specifying, synthesizing, and manipulating executable artifacts (code) at different stages of the software development lifecycle, in order to enhance certain quality attributes, such as reliability, flexibility, testability and performance. In particular, it is of interest to teach how to minimize the time spent in "programming", by automating the various facets of this activity.*

- LO1. Identify problems that are adequate to be solved using metaprogramming techniques;*
- LO2. Design domain-specific models / meta-models*
- LO3. Process instances of textual specifications with parsing combinators*
- LO4. Implement domain-specific interpreters*
- LO5. Apply code generation/derivation techniques from high level specifications*
- LO6. Apply Machine Learning Techniques to code generation*
- LO7. Debug complex programs by incrementally specifying properties*
- LO8. Employ techniques for automatic program repair*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Metaprogramação e engenharia orientada a modelos*
  - Modelos, Metamodelos e Meta-Metamodelos*
  - Idiomas específicos de domínio*
    - i. Internos*
    - ii. Externos*
    - iii. Visuais vs baseados em texto*
    - iv. Parser combinators*
      - Intérpretes e auto-intérpretes*
      - Geração de código-fonte e Transpiladores*
      - Meta-programação para reflexão e tempo de execução*
- 2. Programação automática*
  - Especificações de alto nível*
  - Síntese e Derivação de Programas*
  - Técnicas de pesquisa de programas*
    - i. Derivação formal*
    - ii. Mutação*
    - iii. Suportado por Aprendizagem Automática*
- 3. Técnicas de Depuração Avançadas*
  - Reparação Automática de Programas*
  - Testes baseados em propriedades e fuzzing*
  - Localização de falhas*

**4.4.5. Syllabus:**

- 1. Metaprogramming and Model-Driven Engineering*
  - Models, Metamodels and Meta-metamodels*
  - Domain Specific Languages*
    - i. Internal*
    - ii. External*

- iii. *Visual vs Text-Based*
- iv. *Parser Combinators*
  - *Interpreters and Self-Interpreters*
  - *Source-code generation and Transpilers*
  - *Reflection and Runtime Metaprogramming*
- 2. *Automatic Programming*
  - *High-Level Specifications*
  - *Program Synthesis and Program Derivation*
  - *Program Search Techniques*
- i. *Formal Derivation*
- ii. *Mutation*
- iii. *ML-supported*
- 3. *Advanced Debugging Techniques*
  - *Property Based Testing and Fuzzing*
  - *Automatic Program Repair*
  - *Fault Localization*

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

*Todos os conteúdos programáticos serão expostos durante a parte teórica das aulas e posteriormente discutidos usando casos de estudo e exemplos. Durante a primeira parte do semestre, os estudantes irão resolver exercícios práticos que irão cobrir os objetivos de aprendizagem de OA1 a OA4. Estes exercícios são apresentados na forma de tutoriais incrementais em que os estudantes são impelidos, não só a resolver problemas, mas também a perceber a razão pela qual esses exercícios são resolvidos da forma sugerida. Na segunda parte do semestre, os estudantes irão desenvolver um projeto integrador que irá exercitar novamente os objetivos de aprendizagem de OA1 a OA4 (como base de aprendizagem), mas focando-se agora na utilização das técnicas aprendidas da OA5 à OA8.*

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

*All syllabus will be exposed during the theoretical part of the classes and later discussed using case studies and examples. During the first part of the term, students will complete hands-on exercises that will cover the learning objectives LO1 to LO4. These exercises are presented in the form of incremental tutorials in which students are driven not only to solve problems, but also to understand why these exercises are solved in the suggested way. In the second part of the semester, students will develop an integrated project that will re-exercise the base learning objectives from LO1 to LO4, but now focus on using the techniques learned from LO5 to LO8.*

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

*Aulas teórico-práticas de exposição e discussão dos tópicos programáticos. Primeiramente, os estudantes irão desenvolver um projeto guiado que incrementalmente resultará num sistema baseado em metamodelos com uma linguagem específica de domínio executável, primeiro por técnicas simples de interpretação e finalmente geração de código via transpilação. Subsequentemente irão desenvolver um projeto integrado que aplique o conjunto restante das técnicas a serem expostas.*

*Tipo: Avaliação distribuída sem exame final.*

*Frequência: Não exceder o número limite de faltas e participar ativamente nos projetos.*

*Componentes de avaliação e respetivos pesos:*

- 5% *Participação nas aulas;*
- 30% *Projeto guiado;*
- 50% *Projeto integrado:*
  - 10% *Relatório intermédio*
  - 30% *Relatório final em formato de artigo científico*
  - 60% *Solução desenvolvida*
- 15% *Prova individual de escolha múltipla em computador.*

*Todas as componentes têm uma classificação mínima de 40%.*

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

*Theoretical-practical classes of exposition and discussion of the program topics. Firstly, students will develop a guided project that will incrementally result in a metamodel-based system with a domain-specific executable language, initially with simple interpretation techniques and finally via code transpilation. They will subsequently develop an integrated project to apply the remaining set of exposed techniques.*

*Type: Distributed assessment without final exam.*

*Frequency: Do not exceed the limit number of absences and actively participate in the projects.*

*Assessment components and their weights:*

- 5% - *Participation in classes*
- 30% - *Guided project*

- 50% - *Integrated Project:*
- 10% - *Interim Report*
- 30% - *Final Report in scientific article format*
- 60% - *Developed Solution*
- 15% - *Individual multiple-choice computer test*

*All components have a minimum rating of 40%.*

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

- *A avaliação da participação nas aulas práticas servirá para que os estudantes se empenhem na realização dos exercícios de forma a que estes cumpram a sua função pedagógica;*
- *A prova individual de escolha múltipla servirá para avaliar todos os objetivos de aprendizagem (OA1 a OA8), de uma forma individual;*
- *O projeto integrador servirá para avaliar todos os objetivos de aprendizagem, particularmente os mais avançados, de uma forma mais prática e especializada.*

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

- *The assessment of participation in practical classes will help students to engage in the exercises so that they fulfill their pedagogical function;*
- *The individual multiple-choice test will serve to evaluate all learning objectives (LO1 to LO8) individually;*
- *The integrated project will serve to evaluate all learning outcomes, particularly the most advanced, in a more practical and focused way.*

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

*Main:*

*Volter, M. (2006). Model-Driven Software Development: Technology, Engineering, Management. Wiley Software Patterns Series.*

*Fowler, M. (2010). Domain Specific Languages. Addison-Wesley Signature Series.*

*Voelter, M., Benz, S., Dietrich, C., Engelmann, B., Helander, M., Kats, L. C., ... & Wachsmuth, G. (2013). DSL engineering: Designing, implementing and using domain-specific languages (pp. 1-558). dslbook.org.*

*Supplementary:*

*Gazzola, L., Micucci, D., & Mariani, L. (2017). Automatic software repair: A survey. IEEE Transactions on Software Engineering, 45(1), 34-67.*

*Lilis, Y., & Savidis, A. (2019). A Survey of Metaprogramming Languages. ACM Computing Surveys (CSUR), 52(6), 1-39.*

*Subramaniam, V. (2018). Rediscovering java script: Master ES6, ES7, and ES8. Pragmatic Bookshelf.*

*Langer, P., Wimmer, M., & Kappel, G. (2010, June). Model-to-model transformations by demonstration. In International Conference on Theory and Practice of Model Transformations (pp. 153-167). Springer.*

### **Mapa IV - Teste, Verificação e Validação de Software**

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

*Teste, Verificação e Validação de Software*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Software Testing, Verification and Validation*

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

*ESW*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*-*

**4.4.1.7. Observations:**

-

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Ana Cristina Ramada Paiva (TP-39h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- 1) *Familiarização com a terminologia usada em teste de software.*
- 2) *Conhecer e saber aplicar as técnicas principais de teste para controlo de qualidade de software.*
- 3) *Ser capaz de identificar e conhecer as questões relacionadas com a gestão de processos de teste de software.*

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

- 1) *To be familiarised with the terminology used in software testing.*
- 2) *To acquire knowledge of the main techniques that may be applied in software quality control.*
- 3) *To be able to identify and understand issues related to the management of the software testing process.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Conceitos básicos de qualidade de software: noção de qualidade; atributos e métricas de qualidade segundo a norma ISO 9126; fatores de qualidade; custos de qualidade; verificação e validação versus garantia de qualidade.*

2. *Teste de software: conceitos básicos e definições; técnicas de conceção de casos de teste (testes de caixa negra e de caixa branca); testes unitários e "test-driven development"; testes de integração; testes de sistema (teste através da interface para o utilizador, teste de desempenho, fiabilidade, disponibilidade, compatibilidade, etc.); teste baseado em modelos; testes de aceitação; planeamento e documentação de testes; reporte e seguimento de problemas; métricas relacionadas com testes; gestão do processo de testes; automatização dos testes.*

3. *Inspeções, revisões e outras técnicas de análise estática de software.*

**4.4.5. Syllabus:**

1. *Basic concepts of software quality: concept of quality attributes and quality metrics, according to ISO 9126; factors of quality, costs, quality, verification and validation versus quality assurance.*

2. *Software testing: basic concepts and definitions, technical design of test cases (black box testing and white box), unit testing and test-driven development (TDD), integration tests, system tests (through the user interface, performance tests, reliability, availability, compatibility, etc.). Model-based testing, acceptance tests, tests planning and documentation, problems reporting and tracking, metrics related to testing, testing process management, test automation.*

3. *Inspections, reviews and other forms of static analysis software.*

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

*O conteúdo programático está alinhado com os standards internacionais o que dá a familiarização adequada com a terminologia usada em testes de software no mundo.*

*Os módulos 2 e 3 dão uma visão alargada das principais técnicas de teste e controlo da qualidade para que os estudantes consigam escolher aquelas que se adaptam melhor em cada situação.*

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

*The syllabus is aligned with international standards, giving proper familiarity with the terminology used in software testing in the world.*

*Topics 2 and 3 give a broad overview of the main testing techniques and quality control so that students are able to choose the ones that best suit each situation.*

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

*As aulas serão divididas numa componente mais teórica, usada para exposição formal da matéria, acompanhada da apresentação de casos e sua discussão e uma parte mais prática onde os estudantes terão a oportunidade de realizar pequenos projetos e realizar um trabalho de exploração de ferramentas de teste. Este trabalho será dividido em duas fases: na primeira fase, os estudantes terão que preparar a apresentação de uma ferramenta de teste e elaborar um exercício prático de utilização; na segunda fase, os estudantes terão que produzir um relatório com um levantamento e comparação de ferramentas de teste de um determinado tipo.*

*Fórmula de cálculo da classificação final:*

*- (E) Exame final com peso de 50%. Nota mínima de 45% no exame.*

*Trabalhos práticos com peso de 50%:*

*- (A) aula prática: 25%;*

- (P) trabalho de pesquisa: 25%.

*Classificação Final = (E)\*50% + (A)\*25% + (P)\*25%*

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

*Classes will be divided in a more theoretical component, used for the formal explanation of the topic followed by the presentation and discussion of the cases, and a more practical component in which students will have the opportunity to conduct small projects and undertake conduct a test tool exploration assignment. This assignment will be divided into two phases: in the first, students will have to prepare the submission of a testing tool and work out a practical exercise for its use; in the second phase, students must produce a report with a survey and comparison of a given type of testing tool.*

*Assessment weighting:*

*- (E) Final exam with 50% weighting. Minimum score of 45% required.*

*Practical work with 50% weighting:*

*- (A) classroom practice: 25%;*

*- (P) research work: 25%.*

*Final Rating = (E) \* 50% + (A) \* 25% + (P) \* 25%*

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

*A componente mais teórica permitirá introduzir os estudantes aos conceitos e terminologia usada em testes de software, nomeadamente, os conceitos básicos, inspeções, revisões e gestão do processo de teste. Haverá também uma componente de exercícios que permitirá praticar as diferentes técnicas de conceção de casos de teste. A componente mais prática permitirá que os estudantes pratiquem gestão de processos de teste de software e conheçam as ferramentas e abordagens de teste atuais e selecionar aquelas que são mais adequadas num determinado contexto. O conjunto de ferramentas a usar nas aulas cobrirá os vários níveis de teste: unitário, integração, sistema e aceitação.*

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

*The more theoretical component will introduce students to the concepts and terminology used in software testing, in particular the basics concepts, inspection, review and management of the testing process. There will be also exercises that will enable students to practice different test design. The more practical component will enable students to practice test process management and know the current testing tools and approaches, and select those that are most appropriate in a given context. The set of tools to be used in class will cover the various test levels: unit, integration, system and acceptance.*

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

*Jorgensen, P.C. (2013). Software Testing: A Craftsman's Approach.*

*Mathur, A. P. (2010). Foundations of software testing.*

*Burnstein, I. (2006). Practical software testing: a process-oriented approach. Springer Science & Business Media.*

*Ammann, P., & Offutt, J. (2016). Introduction to software testing. Cambridge University Press.*

*Utting, M., & Legeard, B. (2010). Practical model-based testing: a tools approach. Elsevier.*

*Mugridge, R. & Cunningham, W. (2005). Fit for Developing Software: Framework for Integrated Tests. Prentice Hall.*

*Beck, K. (2003). Test-driven development: by example. Addison-Wesley Professional.*

### Mapa IV - Tecnologias de Bases de Dados

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Tecnologias de Bases de Dados*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Database Technologies*

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

*SISI*

#### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*162*

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*39TP*

#### 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):***Gabriel de Sousa Torcato David (TP-39h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****ENQUADRAMENTO***Os sistemas de gestão de bases de dados são estudados na UC de Bases de Dados mais na perspetiva da sua utilização para construir Sistemas de Informação. A UC de Tecnologia de Bases de Dados é uma segunda UC mais voltada para os aspetos internos e de implementação das Bases de Dados, incluindo algumas extensões.***OBJETIVOS ESPECÍFICOS***Habilitar os estudantes a desenvolver e administrar bases de dados de dimensão empresarial, nomeadamente a afinar o esquema físico, a otimizar interrogações SQL, a tirar partido das extensões para manipulação de objetos e para XML, a controlar a concorrência e a recuperar e replicar dados.***RESULTADOS DE APRENDIZAGEM***Após a conclusão desta unidade o estudante deve ser capaz de:*

- (1) Afinar o esquema físico da BD;*
- (2) Otimizar interrogações SQL;*
- (3) Modelar BD objeto-relacional;*
- (4) Elaborar interfaces Web e XML para bases de dados;*
- (5) Controlar a concorrência e recuperar dados;*
- (6) Replicar dados.*

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):****BACKGROUND***Database management systems are studied in the Databases course more in the perspective of using them to develop Information Systems (IS). The Database Technologies course is a second curricular unit dedicated to the inner working and implementation of databases, including a few extensions.***SPECIFIC AIMS***The students should be able to design and manage company sized databases, namely to tune the physical schema, to optimize SQL queries, to profit from extensions to object manipulation and XML technology, to control concurrency, and to recover and replicate data.***LEARNING OUTCOMES***Upon completion the student will have the following competences:*

- (1) Physical DB schema tuning;*
- (2) SQL queries optimization;*
- (3) Object-relational modeling;*
- (4) Building Web and XML interfaces for database systems;*
- (5) Control concurrency and recover data;*
- (6) Data replication.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1) Esquema físico e afinação de BD. Armazenamento de dados e índices.*
- 2) Planos de execução e otimização de interrogações.*
- 3) Modelação em bases de dados objeto-relacionais.*
- 4) Construção de aplicações Web assentes em BD. Interoperabilidade. XML e bases de dados.*
- 5) Controlo de concorrência e recuperação.*
- 6) Administração de BD. Replicação.*

**4.4.5. Syllabus:**

- 1) Physical schema and database tuning. Storing and indexing data.*
- 2) Execution plans and query optimization.*
- 3) Modelling in object relational databases.*
- 4) Building database supported Web applications. Interoperability. XML and databases.*
- 5) Concurrency control and recovering.*
- 6) DB administration. Replication.*

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

*Os conteúdos programáticos estão alinhados com os objetivos de aprendizagem, um a um. Os seis tópicos contribuem para o objetivo geral de dotar o estudante da capacidade de administrar bases de dados.*

*Mais especificamente, o conhecimento dos diversos mecanismos utilizados pelos sistemas de gestão de bases de dados para armazenamento de dados e indexação, otimização de interrogações, controlo de concorrência, recuperação de falhas e replicação de dados (tópicos 1, 2, 5 e 6), bem como das interfaces e comandos disponíveis para o administrador da base de dados, habilitará os estudantes para melhor resolver problemas de configuração e exploração de bases de dados de grande dimensão em ambiente empresarial (objetivos de aprendizagem 1, 2, 5 e 6). A capacidade de tirar partido de outros paradigmas de organização de dados, como XML e objeto-relacional (objetivos de aprendizagem 3 e 4) é desenvolvida através de outros tópicos do programa (3 e 4).*

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

*The syllabus is aligned with the learning objectives, on a one-to-one basis. The six syllabus components contribute to the more general objective of enabling the student to administer databases.*

*More specifically, knowledge of the different mechanisms used by database management systems for data storage and indexing, query optimization, concurrency control, recovery and data replication (topics 1, 2, 5 and 6), as well as the interfaces and commands available to the database administrator, will enable students to better solve database configuration and exploration problems in a business environment (learning objectives 1, 2, 5 and 6). The ability to take advantage of other data organization paradigms, such as XML and object-relational (learning outcomes 3 and 4) is developed through other topics of the syllabus (3 and 4).*

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

*As aulas têm um caráter teórico-prático, alternando-se a exposição dos assuntos do programa e os exemplos de aplicação com exercícios práticos, em laboratório, recorrendo a sistemas de gestão de bases de dados de uso alargado.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Condições de Frequência: Para a obtenção de frequência, os estudantes não poderão exceder o número limite de faltas. É necessário obter a classificação mínima de 8 valores (em 20) na componente de avaliação distribuída para acesso ao exame.*

*Fórmula de avaliação:*

*AD - Avaliação Distribuída (mínimo: 8 valores), obtida pela média de três trabalhos em grupo.*

*EF - Exame Final (mínimo: 8 valores)*

*Nota = arredonda (0,5 AD + 0,5 EF).*

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

*Lectures have a mixed theoretical and practical nature, switching from the presentation of the subject topics and application examples to lab practical assignments, resorting to commonly used database management systems*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Terms of frequency: To be eligible for the final exam, students cannot exceed the maximum number of absences in the classes. A minimum grade of 8 out of 20 in the distributed evaluation is required for admission to the final exam.*

*Formula of evaluation:*

*DE - Distributed Evaluation (minimum grade: 8 out of 20), is the average of three group assignments.*

*FE - Final Exam (minimum grade: 8 out of 20)*

*Final mark = round(0,5 DE + 0,5 FE)*

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

*A alternância entre a apresentação de conceitos e de exemplos ilustrativos visa envolver simultaneamente os estudantes com abordagens mais analíticas e aqueles mais motivados pelos exemplos concretos. A elaboração de três trabalhos práticos em grupo sobre os capítulos principais pretende criar espaço para aprendizagem a partir de pequenos projetos e, ao mesmo tempo, explorar a capacidade de comunicação relativa ao conteúdo dos projetos.*

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

*Alternating between concept presentation and illustrative examples aims at involving simultaneously the students more analytically biased and those more motivated by concrete examples. Developing three lab group assignments on the main chapters is expected to create space for learning after small projects and, at the same time, exploring the communication abilities with respect to the projects' contented.*

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

*Garcia-Molina, H., Ullman, J.D., & Widom, J. (2014). Database Systems: The Complete Book. Pearson New International Edition.*

*Date, C. (2003). An introduction to database systems. 8th edition.*

*Chaudhri, A., Zicari, R., & Rashid, A. (2003). XML data management: native XML and XML enabled DataBase systems. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.*

#### **Mapa IV - Sistemas Gráficos Interativos**

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

*Sistemas Gráficos Interativos*

##### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Interactive Graphics Systems*

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

*IMM*

##### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

##### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

##### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*52 (26T + 26TP)*

##### **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 Augusto de Sousa (T-26h)*

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

*Alexandre Miguel Barbosa Valle de Carvalho (TP-52h-6 turmas)*

*Teresa Carla de Canha e Matos (TP-52h-6 turmas)*

*Docente a contratar (TP-52h-6 turmas)*

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

###### **OBJETIVOS A ATINGIR:**

*- Aprofundar conhecimentos em Computação Gráfica como forma de potenciar a sua utilização em aplicações interativas, profissionais, científicas, ou mesmo de entretenimento, baseadas na representação tridimensional, manipulação, visualização e animação de objetos.*

*- Desenvolver um conjunto de competências práticas, com recurso a tecnologias de utilização comum, visando tópicos avançados.*

*- Explorar trabalhos práticos de desenvolvimento, preferencialmente multidisciplinares, nomeadamente nas áreas de Computação Gráfica, Interação, Sistemas Operativos/Distribuídos e outras.*

###### **COMPETÊNCIAS A ADQUIRIR:**

*- Projetar aplicações e respetivas estruturas, adequadas à utilização em síntese de imagem;*

*- Conceber, desenvolver e testar aplicações com interface gráfica 3D, recorrendo a tecnologias de visualização e de síntese de imagem;*

*- Conceber interfaces avançadas, com ênfase nas interfaces multimodais;*

*- Avaliar, com utilizadores, as aplicações desenvolvidas e a sua usabilidade*

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

###### **OBJECTIVES TO BE ATAINED:**

*- To deepen knowledge in the area of Computer Graphics as a way to enhance its use in interactive applications, both professional and scientific, or even entertainment, based on three-dimensional representation, manipulation, visualization and animation of objects.*

*- Develop a set of practical skills, using common technologies, targeting advanced topics.*

*- Explore practical development work, preferably multidisciplinary, namely in the areas of Computer Graphics, Interaction, Operating / Distributed Systems and others.*

**SKILLS AND COMPETENCIES:**

- Design applications and their structures, suitable for use in image synthesis technology;
- Design, develop and test applications with 3D graphic interface using technologies of visualization and image synthesis;
- Design simple and advanced interfaces, with emphasis on multimodal interfaces;
- Evaluate, with users, the developed applications and its usability.

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. Síntese de imagem: Modelo de iluminação de Phong, Rendering de superfícies poligonais, Mapeamento de texturas.
2. Modelação 3D: Polígonos, Malhas Poligonais; Quádricas; Superfícies curvas.
3. Programação de shaders.
4. Animação: procedimental e por quadros-chave.
5. Técnicas de aceleração em visualização/rendering, deteção de colisões: várias formas de culling; nível de detalhe; divisão espacial; volumes envolventes.
6. Interface Pessoa-Máquina: Funcionalidade e usabilidade Gestão de eventos e interação com utilizador.
7. Construção de interfaces GUI; interfaces multimodais.
8. Avaliação de interfaces com utilizadores.
9. Sistemas Operativos / Distribuídos: Comunicações, Sincronização.

**4.4.5. Syllabus:**

1. Image synthesis: Phong illumination model, Rendering of polygonal surfaces, texture mapping.
2. 3D Modeling: Polygons, Polygonal meshes; Quadrics; Curved surfaces.
3. Shaders programming
4. Animation: procedural and keyframe animations.
5. Acceleration techniques in visualization/rendering, collision detection: various forms of culling; level of detail; spatial division; surrounding volumes.
6. Person-Machine Interface: Functionality and usability Event management and user interaction.
7. Construction of GUI interfaces; multimodal interfaces.
8. Evaluation of user interfaces.
9. Operating / Distributed Systems: Communications, Synchronization.

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

1000 caracteres

Os conteúdos programáticos focam os temas principais inerentes ao objetivo de desenvolver competências práticas, no âmbito da Computação Gráfica. Os quatro primeiros capítulos são orientados para o cumprimento dos objetivos relacionados com o aprofundamento teórico de assuntos relacionados com Computação Gráfica em geral. Os capítulos seguintes dão cumprimento aos objetivos mais relacionados com interação, assim como com a ligação a outras áreas.

Em geral, o programa é estabelecido de forma a alargar os horizontes dos estudantes, aprofundando conhecimentos de outras áreas científicas, destinados a dar apoio aos aspetos multidisciplinares enunciados nos objetivos específicos.

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

The syllabus focus on the main subjects inherent to the objective of developing practical skills, within the scope of Computer Graphics. The first four chapters are oriented to the fulfilment of the objectives related to the deepening of theoretical subjects related to Computer Graphics in general. The following chapters give fulfillment to the objectives more related to interaction, as well as to the connection to other areas.

In general, the programme is established in order to broaden the students horizons, deepening their knowledge of other scientific areas, aimed at supporting the multidisciplinary aspects set out in the specific objectives.

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

**Exposição teórica:** Exposição, baseada em slides e exposição no quadro, dos temas relevantes para a elaboração de cada um dos trabalhos práticos, cobrindo desde o conceito teórico até aos detalhes de implementação dos mesmos. Apresentação das principais características das tecnologias a utilizar (OpenGL, WebGL...).

**Aulas práticas:**

Desenvolvimento de três projetos de software versando os temas referidos no programa da UC. Cada grupo é composto por dois estudantes.

**Tipo de Avaliação:** Avaliação distribuída sem exame final

**Condições de Frequência:** Não exceder o número limite de faltas e participar ativamente na elaboração dos trabalhos que devem ser submetidos para avaliação.

**Fórmula de avaliação:**

CF = 20% AC + 80% AT

Com:

AC = avaliação contínua

AT = avaliação em trabalhos

Estão previstas avaliações individuais em computador, a realizar sobre o software desenvolvido em trabalho de grupo.

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

*Theory exposition: Exposure, based on slides and exposure in the whiteboard, of the relevant subjects for the elaboration of the practical works, covering from the theoretical concept to the implementation details of each one. Presentation of the main characteristics of the technologies to be used (OpenGL, WebGL...).*

*Practical classes:*

*Development of three software projects dealing with the topics mentioned in the UC program. Each group is composed of two students.*

*Type of Evaluation: Distributed evaluation without final exam.*

*Frequency Conditions: Do not exceed the limit number of absences and actively participate in the preparation of works to be submitted for evaluation.*

*Evaluation formula:*

*CF = 20% AC + 80% AT*

*With:*

*AC = continuous evaluation*

*AT = course work evaluation*

*Individual computer evaluations are planned, to be carried out on the software developed in group work.*

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

*Esta unidade curricular apresenta-se com uma vertente bastante prática, de desenvolvimento de aplicações, pelo que se espera algum esforço em ambiente extracurricular.*

*Nas aulas teóricas são discutidos os problemas a implementar, apontando-se e discutindo-se várias soluções possíveis face à tecnologia a utilizar.*

*Nas aulas práticas são desenvolvidos projetos de média dimensão com os quais se pretendem atingir os objetivos definidos de "desenvolver um conjunto de competências práticas, com recurso a tecnologias de utilização comum, visando tópicos avançados" e "explorar trabalhos práticos de desenvolvimento ... nomeadamente nas áreas de Computação Gráfica, Interação, Sistemas Operativos/Distribuídos".*

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

*This curricular unit is presented with a very practical aspect of application development, so it is expected some effort in extra-curricular environment.*

*Theoretical classes discuss the problems to be implemented, pointing out and discussing several possible solutions to the technology to be used.*

*In practical classes are developed projects of medium size with which it is intended to achieve the objectives set to "develop a set of practical skills, using technologies of common use, aimed at advanced topics" and "explore practical work of development ... namely in the areas of Computer Graphics, Interaction, Operating Systems / Distributed".*

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

*Foley, J.D., van Dam, A., Feiner, S. K. , Hughes, J. F., Phillips, R. L. (1994). Introduction to computer graphics. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. Boston.*

*Hearn, D. D. , Baker, M. P. (1996). Computer Graphics: C Version (2nd Edition). Pearson Education.*

*Pereira, J.M., Brisson, J., Coelho, A., Ferreira, A., Gomes, M.R. (2018). Introdução à Computação Gráfica, FCA. ISBN: 978-972-722-877-5.*

*Dave, S. (2004). OpenGL programming guide the official guide to learning OpenGL, version 2. Addison-Wesley.*

*Rost, R.J. (2006). OpenGL Shading Language, Second Edition. Addison-Wesley Professional.*

*Manuais vários / Various users manuals.*

**Mapa IV - Sistemas Embutidos e de Tempo Real****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Sistemas Embutidos e de Tempo Real*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Embedded and Real Time Systems*

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

*ACSOR*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

39 (39TP)

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Luis Miguel Pinho de Almeida (TP-19,5h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Mário Jorge Rodrigues de Sousa (TP-19,5h)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Dotar os estudantes com capacidade para:*

- 1. Identificar requisitos temporais associados a sistemas de tempo-real;*
- 2. Modelar sistemas de tempo-real expondo o máximo de concorrência;*
- 3. Utilizar ferramentas de desenvolvimento de sistemas de tempo-real, em particular sistemas embarcados de tempo-real;*
- 4. Definir e utilizar plataformas computacionais programáveis baseadas em microcontroladores com sistemas operativos de tempo-real;*
- 5. Projetar e construir sistemas de tempo-real utilizando os modelos, as ferramentas e as plataformas referidos acima.*

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

- 1. Identify the timing requirements of real-time systems;*
- 2. Model real-time systems exposing their maximal concurrency;*
- 3. Use real-time systems development tools, particularly for embedded real-time systems;*
- 4. Define and use computing platforms based on microcontrollers with real-time operating systems;*
- 5. Design and build (embedded) real-time systems using the modeling, tools and platforms referred above.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- a) Introdução aos sistemas (embarcados) de tempo-real e o papel das restrições temporais;*
- b) Desenvolvimento de software para sistemas embarcados de tempo-real: Compilação, Linkagem e Debugging;*
- c) Comportamento temporal da execução de programas em isolamento: estruturas de software (condicionais e ciclos) e de hardware (pipelines e caches);*
- d) Escalonamento de tempo-real para sistemas concorrentes: tarefas periódicas com tabelas cíclicas e tarefas esporádicas e aperiódicas, prioridades estáticas e dinâmicas, sincronização e multiprocessadores*
- e) Programação com POSIX para Tempo-Real e utilização de Real-Time Operating Systems (RTOS)*

**4.4.5. Syllabus:**

- a) Introduction to real-time (embedded) systems and the role of time constraints;*
- b) Software development for real-time embedded systems: Compilation, Linking and Debugging;*
- c) Temporal behavior of programs execution in isolation: software (conditional and cycles) and hardware (pipelines and caches) structures;*
- d) Real-time scheduling for concurrent systems: periodic tasks with cyclic tables and sporadic and aperiodic tasks, static and dynamic priorities, synchronization and multiprocessors*
- e) POSIX Real-Time Programming and use of Real-Time Operating Systems (RTOS)*

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

*Os conteúdos do ponto a) permitem atingir os objetivos dos pontos 1 e 2*  
*Os conteúdos do ponto b) permitem atingir os objetivos do ponto 3*  
*Os conteúdos dos pontos c) d) e e) permitem atingir os objetivos dos pontos 4 e 5.*

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

*Topic a) in the syllabus allows achieving objectives 1 and 2.*  
*Topic b) in the syllabus allows achieving objective 3*  
*Topics c) d) and e) in the syllabus allows achieving objectives 4 and 5*

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

*Esta unidade curricular está dividida em duas componentes, teórica e prática. A primeira inclui aulas expositivas, com discussão de exemplos e casos de uso e decorrerá numa parte inicial do semestre. No final desta parte os estudantes*

*serão chamados a preparar um seminário em grupo sobre um tema relacionado com a matéria lecionada. A parte prática decorre estritamente após a componente teórica e consta da realização de um projeto que inclua a construção e caracterização experimental de um sistema de tempo-real.*

*A avaliação será distribuída sem exame final, obtida com a seguinte fórmula:*

*Classificação final =  $(( NT + NP ) / 2 )$  arredondada às unidades*

*NT = 0,8 (nota do teste teórico) + 0,2 (nota do seminário)*

*NP = 0,5 (nota da demonstração do projeto) + 0,5 (nota do relatório do projeto)*

*A aprovação, para lá da classificação final não inferior a 10 valores, requer obtenção de pelos menos 7 valores em todos elementos de avaliação.*

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

*This course unit is divided in two components, theory and practice. The first one consists of lectures with discussion of examples and use cases and will take place in the first part of the semester. At the end of this part, the students, in groups, will be requested to prepare seminars on topics related to the lectures. The second component will take place strictly after the first one and consists on a project for the development and experimental characterization of a real-time system.*

*The grading will be distributed without final exam, according to the following formula:*

*Final grade =  $(( NT + NP ) / 2 )$  rounded to the nearest integer*

*NT = 0,8 (grade of the theory exam) + 0,2 (grade of the seminar)*

*NP = 0,5 (grade of the project demonstration) + 0,5 (grade of the project report)*

*Passing this unit, beyond a final grade not lower than 10, requires that all grading elements are not lower than 7.*

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

*A componente teórica contribui diretamente para todos os objetivos da unidade, apresentado os conceitos e técnicas envolvidas. A componente prática, através da realização do projeto, reforça a capacidade de atingir esses mesmos objetivos. A organização sequencial das duas componentes permite que o projeto seja desenvolvido com conhecimento de toda a matéria teórica associada.*

*Assim, a componente prática de projeto endereça especificamente os objetivos de aprendizagem 5 (projetar e construir sistemas de tempo-real), 3 (utilização de ferramentas de desenvolvimento de sistemas de tempo-real) e 4 (utilização de plataformas computacionais programáveis), ajudando ainda a endereçar os objetivos 1 (identificar requisitos) e 2 (modelar sistemas) nas fases iniciais do projeto. A componente teórica contribui também para esses objetivos, ao dotar os estudantes de conhecimentos teóricos sobre os conceitos e técnicas envolvidos.*

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

*The theory component directly contributes to all the unit objectives, presenting the underlying concepts and techniques. The practice component, through the development of the project, reinforces the capacity to meet those objectives. The sequential organization of the two components allows developing the project after exposure to all the related theoretical aspects.*

*Thus, the practical component (project development) specifically addresses learning outcomes 5 (designing and building real-time systems), 3 (using real-time systems development tools) and 4 (using computational platforms), and helps addressing objectives 1 (identify timing requirements) and 2 (system modeling) in the initial phases of the project. The theoretical component also contributes to these learning outcomes, by providing students with theoretical knowledge about the concepts and techniques involved.*

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

*Buttazzo, G.C. (2011). Hard Real-Time Computing Systems: Predictable Scheduling Algorithms and Applications. ISBN: 0-7923-9994-3*

*Liu, J.W.S. (2000). Real-time systems. ISBN: 0-13-099651-3*

*Li, Q., Yao, C: (2003). Real-time concepts for embedded systems. ISBN: 978-1-57820-124-2*

*Kopetz, H. (2019). Simplicity is Complex: Foundations of Cyber-Physical Systems Design. ISBN: 0-7923-9894-7*

*Kopetz, H. (2011). Real-time systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications. ISBN 978-3-030-20410-5*

### **Mapa IV - Sistemas Distribuídos de Larga Escala**

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

*Sistemas Distribuídos de Larga Escala*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Large Scale Distributed Systems*

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

*ACSOR*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

162

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

52 (26T + 26TP)

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Pedro Alexandre Guimarães Lobo Ferreira Souto (T-1326h, TP-52h - 26 turmas)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***António Miguel Pontes Pimenta Monteiro (T-13h, TP-52h - 6 turmas)**Docente a contratar (TP-52h – 6 turmas)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Os objetivos principais da unidade curricular -incluem:*

- explicar os conceitos essenciais do projeto e arquitetura de aplicações distribuídas, tendo em conta os seus principais requisitos, como a escalabilidade;
- explicar as consequências da latência na comunicação e de avarias parciais em sistemas de larga escala como “data-centers”;
- comparar diferentes técnicas usadas para melhorar a escalabilidade na nuvem;
- comparar diferentes técnicas usadas para garantir tolerância a falhas na nuvem;
- discutir os compromissos possíveis em termos de desempenho, tolerância a falhas e consistência quando da replicação de serviços.

*Pretende-se ainda que os estudantes sejam capazes, perante a descrição de um processo de negócio complexo ou computacionalmente exigente, de:*

- estabelecer uma arquitetura distribuída apropriada para um sistema que a suporte, escolhendo as tecnologias mais adequadas;
- desenvolver, integrar e executar aplicações e serviços nas principais tecnologias;

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The main objectives of this curricular unit include:*

- explain the essential concepts applicable to the design of distributed applications, considering its main requirements, like the scalability needs;
- explain the implications of communication latency and partial-failures in the context of a large-scale system, such as data centers;
- assess the different techniques used to ensure scalability in the cloud;
- assess the different techniques used to ensure fault-tolerance in the cloud;
- assess the trade-offs among performance, fault-tolerance and consistency in replicated services

*The students should be able, given a description of a complex or computationally demanding business process description, of:*

- specify an appropriate distributed system architecture, choosing the appropriate technologies;
- implement, integrate, and execute services and applications, using the selected technologies.

**4.4.5. Conteúdos programáticos:****1. Estilos Arquiteturais para as Aplicações Distribuídas***Invocações síncronas e assíncronas e padrões**Arquiteturas distribuídas orientadas a objetos**Arquiteturas orientadas a serviços e micros serviços**Arquiteturas orientadas a mensagens**Padrões de computação na nuvem e seus serviços**Escalabilidade***2. Arquitetura de serviços***Serviços ‘RESTful’ e ‘não-RESTful’**Tecnologias de distribuição na web e ‘WebSockets’**Filas de mensagens**Assincronia e estilo ‘reactive’**Interoperabilidade*

**3. Serviços na nuvem para aplicações distribuídas***Interfaces 'RESTful'**Microserviços**Aplicações 'serverless' com FaaS**Arquitetura dirigida por eventos e reativa**Utilização de contentores e sua gestão**Integração***4. Princípios para a engenharia de sistemas distribuídos em larga-escala***Arquitetura de um "data-center"**O conceito de tempo e a ordem de eventos**Tolerância a falhas em sistemas de larga escala;**Replicação e consistência***4.4.5. Syllabus:****1. Software Architectural Styles for Distributed Computing***Synchronous and Asynchronous Invocations and patterns**Distributed Object-Oriented Architectures**Service-Oriented and Microservices Architectures**Message-Oriented Architectures**Cloud Computing Patterns and Services**Scalability***2. Service Architectures***RESTful and Non-RESTful Services**Web Distributed Technologies and Websockets**Message Queues**Asynchrony and Reaction**Interoperability***3. Cloud Services for Distributed Computing***RESTful interfaces**Microservices**Serverless Applications with FaaS**Event Driven Reactive Architecture**Container Deployment and Management**Enterprise Integration***4. Foundations of Large-Scale Distributed Systems***Architecture of a Datacenter**Time and order**Fault-tolerance at large scale**Replication and consistency***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*O conteúdo especificado para a unidade curricular inclui o estudo das arquiteturas e tecnologias principais utilizadas na construção das aplicações distribuídas atuais, promovendo a escalabilidade e a interoperabilidade. Algumas especificidades e serviços para este tipo de aplicações, disponibilizados na nuvem, são também incluídos no conteúdo. Dá-se igualmente ênfase a aspetos práticos da arquitetura e desenvolvimento de aplicações em diversos ambientes, indo ao encontro aos objetivos de aprendizagem apresentados.*

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

*The specified course's content covers architectures, technologies and techniques used for building current distributed applications, promoting scalability and interoperability. By exposing the students to these architectures, technologies and techniques, and by developing applications that require selecting among those architectures, technologies and techniques, the students will understand them better, and will gain the practical experience for meeting the expected learning outcomes. The specificities of cloud computing and their offers are also covered.*

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

*Exposição dos conceitos, com apresentação de estudo de casos, exemplos, e demonstrações práticas, conforme apropriado.*

*Desenvolvimento prático de pequenas aplicações distribuídas, usando várias arquiteturas, tecnologias e técnicas, dando especial atenção à escalabilidade, à tolerância a falhas e à interoperabilidade.*

*Avaliação: através de 2 projetos práticos, dada a descrição de um cenário com as suas necessidades, realizados em pequenos grupos (2 a 3 elementos), e um exame final individual.*

*Os projetos práticos deverão concluir-se com uma descrição da arquitetura, apresentação e demonstração.*

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

*All topics are covered in the lectures, which are mostly expository. To motivate the students, we use case studies, real-world examples and demos, as appropriate.*

*During the semester, the students should develop small distributed applications, using several architectures, technologies and techniques, with a focus on scalability, fault-tolerance and interoperability.*

*Evaluation: through 2 practical projects, given a scenario description and main requirements, developed in small groups (of 2 or 3 elements), and an individual final exam.*

*For each practical project, students must submit a description of the chosen architecture, and make a presentation and demonstration.*

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

*As metodologias de ensino utilizadas nesta unidade curricular visam dotar os estudantes do conhecimento teórico necessário ao projeto e à escolha das alternativas mais apropriadas em termos tecnológicos quando da construção de aplicações distribuídas de razoável dimensão, que sejam escaláveis, tolerantes a falhas, extensíveis e interoperáveis. Preconiza-se esta aprendizagem através da apresentação dos conceitos significativos, sempre acompanhada de casos de estudo ou exemplos adequados e de demonstrações práticas, facilitando assim a sua compreensão e domínio. Nas aulas de caráter mais prático os estudantes têm uma experiência ativa de projeto, implementação e execução de aplicações distribuídas, utilizando diversas tecnologias e arquiteturas, também em diferentes ambientes. A unidade curricular inclui também alguns projetos práticos, pedindo aos estudantes, a partir da descrição de um cenário realista.*

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

*The lectures cover the concepts, knowledge and technologies needed for designing and building large distributed applications that are scalable, fault-tolerant, extensible, and interoperable. This is done through the significant concepts' presentation, always accompanied with appropriate examples and some practical demonstrations, easing its comprehension and mastering.*

*Through the practical classes, students reinforce their understanding and acquire hands-on experience on the design, implementation and deployment of distributed applications, using several technologies and architectures in different environments.*

*The practical projects require the students to apply this knowledge and experience in the design and implementation of a solution to realistic problems.*

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

*Etzkorn, L. H. (2017). Introduction to Middleware: Web Services, Object Components, and Cloud Computing. CRC Press.*

*Atchison, L. (2016). Architecting for Scale: High Availability for Your Growing Applications. O'Reilly Media.*

*Mrzyglód, K. (2018). Hands-On Azure for Developers. Packt Publishing.*

*Rodger, R. (2018). The Tao of Microservices. Manning Publishing.*

*Sbarski, P. (2017). Serverless Architectures on AWS. Manning Publishing.*

*van Steen, M., & Tanenbaum, A. (2017). Distributed systems. (3rd ed.). Maarten van Steen.*

*Barroso, L. A., Hölzle, U., & Ranganathan, P. (2019). The Datacenter as a Computer: Designing Warehouse-Scale Machines (3rd ed.). Morgan & Claypool.*

### **Mapa IV - Sistemas Ciberfísicos e Internet das Coisas**

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

*Sistemas Ciberfísicos e Internet das Coisas*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Cyberphysical Systems and Internet of Things*

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

*ACSOR*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

#### **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):**  
*Gil Manuel Magalhães de Andrade Gonçalves (TP-19,5h)*

**4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**  
*Ana Cristina Costa Aguiar (TP-19,5h)*

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

1. *Entender tendências atuais de CPS e IoT:*
  - *Descrever casos de uso típicos e diferenciar seus requisitos de sistema*
  - *Explicar o impacto potencial no desenvolvimento de sistemas em larga escala*
2. *Compreender arquiteturas, modelos de computação e princípios de infra-estrutura:*
  - *Definir diferentes elementos de arquitetura*
  - *Discutir motivação para cada elemento arquitetural e modelo de computação*
3. *Conhecer as plataformas, arquiteturas e protocolos:*
  - *Explicar vantagens e desvantagens da conectividade sem fios*
  - *Distinguir diferentes tecnologias sem fios comuns e suas principais características*
  - *Diferenciar plataformas e protocolos*
  - *Explicar papel do modelo publicação-subscrição*
4. *Descrever as questões relacionadas com confiabilidade, segurança e privacidade*
5. *Projetar e implementar sistemas baseados em CPS e IoT combinando diferentes componentes.*
6. *Comparar diferentes soluções de projeto para sistemas CPS e IoT*
7. *Analisar, projetar, implementar e documentar sistemas CPS e IoT*

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

1. *Understand current trends in CPS and IoT:*
  - *Describe typical use cases and differentiate their system requirements.*
  - *Explain their potential impact on the development of large-scale systems.*
2. *Understand architectures, models of computation and infrastructural principles:*
  - *Define the different architectural elements.*
  - *Discuss the motivation for each architectural element and model of computation.*
3. *Know IoT technology platforms, architectures, and protocols:*
  - *Explain the trade-offs of wireless connectivity for the IoT.*
  - *Distinguish different wireless technologies common in the IoT and their main characteristics.*
  - *Differentiate IoT platforms and protocols.*
  - *Explain the role of publish-subscribe in the IoT.*
4. *Describe of the issues related to dependability, security & privacy.*
5. *Design and implement a CPS and IoT based system by combining different components.*
6. *Compare different design solutions for CPS and IoT systems.*
7. *Analyse and document CPS and IoT systems.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. *CPS e IoT: Modelos de referência, casos de uso e requisitos.*
2. *Arquitetura do CPS*
  - *Sistemas de controlo em rede e embutidos, modelos de computação e confiabilidade.*
3. *Dispositivos, conectividade end-to-end e protocolos*
  - *Restrições de dispositivos, plataformas de hardware comuns e principais características.*
  - *Protocolos mais utilizados, desempenho e segurança.*
4. *Middleware / plataformas e interoperabilidade*
  - *Camadas, modelo de comunicação publish-subscribe, plataformas mais usadas, interoperabilidade semântica.*
5. *Confiabilidade, segurança e privacidade.*
6. *Novos paradigmas em CPS e IoT.*

**4.4.5. Syllabus:**

1. *CPS and IoT: Reference models, use cases and requirements.*
2. *System Architecture of the CPS*
  - *Modern networked and embedded control systems, models of computation and dependability.*
3. *Edge devices, end-to-end connectivity and protocols*
  - *Device constraints, common hardware platforms and key characteristics.*
  - *Commonly used protocols, performance.*
4. *Middleware/ platforms and interoperability*
  - *Layers of functionality, publish-subscribe communication model, commonly used platforms, semantic interoperability.*
5. *Dependability, security & privacy*
6. *Novel paradigms in CPS and IoT.*

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

*Esta unidade curricular aborda diferentes arquiteturas, modelos de computação, técnicas e ferramentas aplicáveis no desenvolvimento de sistemas ciberfísicos.*

*Embora exista nesta unidade curricular uma componente de exposição, de exemplos e casos, a transmissão de*

*conhecimento processa-se maioritariamente através da execução de projetos por grupos de estudantes. A exposição destes tópicos e respetiva prática contribuem decisivamente para permitir aos estudantes familiarizar-se com o corpo de conhecimento relacionado com os sistemas ciberfísicos e internet das coisas. Os conteúdos abordados no tópico 1 contribuem para os OAs 1, 5 e 6. Os conteúdos abordados nos tópicos 2, 3 e 5 são transversais e contribuem para as competências descritas em todos os OAs. O tópico 4 contribui para os OAs 1, 3, 5 e 7. Finalmente, o tópico 6 oferecerá uma visão dos desenvolvimentos de investigação e inovação, contribuindo para os OAs 1, 2, 5, 6 e 7.*

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

*This course covers different architectures, computational models, techniques and tools applicable in the development of cyber-physical systems.*

*Although there is an exposition component of examples and cases in this course, the transmission of knowledge takes place mainly through the execution of projects by groups of students.*

*The exposure of these topics and their practice contribute decisively to enable students to familiarize themselves with the body of knowledge related to cyber-physical systems and the internet of things.*

*The contents covered in topic 1 target LOs 1, 5 and 6. Contents covered in topics 2, 3, and 5 are transversal will contribute to the competences described in all LOs. Topic 4 contributes to LOs 1, 3, 5 and 7. Finally, topic 6 will offer a lookout into research and innovation developments, contributing to LOs 1, 2, 5, 6 and 7.*

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

*1. Palestras para exposição dos aspetos teóricos; algumas palestras realizadas por investigadores; as palestras devem abranger no máximo 1/4 da UC.*

*2. Alguns tópicos mais detalhados, especificamente 3 e 4, usarão a metodologia flipped classroom, para promover a aprendizagem independente, o pensamento crítico e o raciocínio.*

*3. Discussão de tópicos e de casos de estudo com os estudantes em seminários; escolha de tópicos é feita pelos pelo estudante de acordo com trabalhos relevantes; seminários devem cobrir no máximo 1/3 da UC.*

*4. O método principal será a aprendizagem ativa, implementado através de um projeto realizado ao longo de todo o semestre. O projeto deve ser elaborado e planeado pelos estudantes e envolve uma componente de avaliação de requisitos de qualidade. O trabalho do projeto deve ocupar metade da UC.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final*

*Condições de Frequência: Nota mínima de 50% na classificação do projeto. Nota mínima de 40% em cada miniteste.*

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

*1. Lectures to cover background and theoretical aspects; some lectures delegated on researchers leading relevant research projects; lectures should cover at most 1/4 of the course.*

*2. Some more detailed topics, specifically 3 and 4, will use the flipped classroom methodology, to support independent learning, critical thinking and reasoning.*

*3. Discussion of topics and case studies with students in seminars; topics choice to be student driven and guided by relevant related work; seminars should cover at most 1/3 of the course.*

*4. The main method will be active learning, implemented in a full semester hands-on project. The project should be designed and planned by the students and involve a evaluation of quality requirements. Project work should take 1/2 of the course.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation without final exam.*

*Terms of frequency: Students have to reach a minimum mark of 50% in the continuous assessment component.*

*Minimum of 40% in every interim exam.*

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

*As metodologias de ensino são coerentes com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. Os seminários e discussão de casos de estudo, e a realização de um projeto de engenharia permitem estabelecer uma plataforma que sustenta a aprendizagem ativa dos estudantes.*

*As palestras, em quantidade limitada, transmitem o conhecimento básico que permite entender os principais aspetos e alcançar os OAs 1, 2, 3 e 4.*

*Seminários e discussão de casos de estudos contribuem principalmente para os OAs 3, 4 e 6.*

*A abordagem Flipped classroom será usada principalmente para transmitir informação mais detalhadas às etapas iniciais do projeto, fornecendo orientações adicionais ao processo de design, contribuindo assim para os OAs 5 e 6.*

*Em particular, o trabalho de projeto permite que os estudantes exercitem as suas competências de análise de desenho de soluções, seleccionem a arquitetura mais adequada após compararem várias soluções, definam a forma de implementar a solução e, por fim, validem a solução. Este trabalho de projeto é apoiado pelos docentes, mas os estudantes devem procurar chegar a soluções autonomamente. Devem apresentar um relatório final com o trabalho efetuado e apresentar publicamente o resultado na aula final.*

*Assim, para além das metodologias de ensino serem coerentes com os objetivos definidos para a aprendizagem, o trabalho em equipa, os seminários e a discussão de casos de estudo estimula também o desenvolvimento de outras competências sociais aplicáveis em muitos domínios ("soft skills") relevantes para um profissional na área de engenharia.*

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

*The teaching methodologies are consistent with the learning outcomes of the course. Seminars, the discussion of case studies, and the development of an engineering project establish a solid platform that promotes student active learning.*

*The lectures, in limited amount, will convey the background basic knowledge that enables understanding the key aspects and achieving LOs 1, 2, 3 and 4.*

*Seminars and discussion of case studies will contribute mainly to LOs 3, 4 and 6.*

*Flipped classroom will be used mainly to convey more detailed background information to the initial steps of the project, providing additional guidance to the student's design process, thus contributing to LOs 5 and 6.*

*The project allows students to exercise their analysis and design skills, select the most appropriate architecture after comparing different solutions, define how to implement the solution, and ultimately validate the solution. This project work is supported by the teachers, but students should seek to come up with solutions on their own. They should present a final report of the work done and publicly present the result in the last class. This will develop the skills in LO 5, 6 and 7.*

*Thus, in addition to teaching methodologies being consistent with the defined learning outcomes, work in teams, seminars and discussions also encourage the development of other social skills applicable in many domains (soft skills) relevant to an engineering professional.*

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

*Song, H., Rawat, D. B., Jeschke, S., & Brecher, C. (Eds.). (2016). Cyber-physical systems: foundations, principles and applications. Morgan Kaufmann.*

*Batalla, J.M., Mastorakis, G., Mavromoustakis, C. & Pallis, E. (Ed.s). (2017). Beyond the Internet of Things: Everything Interconnected. Springer.*

*Platzer, A. (2018). Logical foundations of cyber-physical systems (pp. 1-639). Cham: Springer.*

*Serpanos, D. & Wolf, M. (2018). Internet-of-Things (IoT) Systems: Architectures, Algorithms, Methodologies. Springer.*

### **Mapa IV - Serviços e Aplicações Multimédia**

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

*Serviços e Aplicações Multimédia*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Multimedia Services and Applications*

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

*IMM*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

#### **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 Teresa Magalhães da Silva Pinto de Andrade (TP-39h)*

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

*<sem resposta>*

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

*Esta UC pretende dotar os estudantes de conhecimentos sobre:*

*- representação de sinais audiovisuais, suas características físicas e correspondência com a perceção que o ser humano tem desses sinais; compressão de sinais audiovisuais e implicações na perceção dos mesmos; boas práticas para criar aplicações multimédia.*

*No final desta UC os estudantes serão capazes de:*

*- identificar as características relevantes dos sinais media no mundo real e do sistema audiovisual humano*

*- descrever os conceitos fundamentais para a representação digital e compressão de sinais media*

*- explicar os fundamentos das principais técnicas de codificação media*

- identificar as principais normas internacionais de codificação media
- explicar as características básicas dos algoritmos usados nessas normas
- identificar requisitos de aplicações multimédia e selecionar ferramentas e /ou normas de compressão de acordo com esses requisitos
- projetar e gerir serviços e aplicações multimédia.

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

*This Curricular Unit aims to provide students with knowledge about:*

- representation of audiovisual signals, their physical characteristics and correspondence with the human being's perception of these signals; compression of audiovisual signals and implications on how they are perceived; good practices for creating multimedia applications

*At the end of this CU students will be able to::*

- identify the relevant characteristics of media signals in the real world and of the human audiovisual system
- describe the fundamental concepts for digital representation and compression of media signals
- explain the fundamentals of the most important media coding techniques
- identify the most relevant international media coding standards
- explain the basic characteristics of the algorithms used in these standards
- identify requirements of multimedia applications and select tools and / or compression standards according to the those requirements
- design and manage services and multimedia applications.

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

1- Geração e perceção de informação media

- caracterização de sinais media do mundo real
- o sistema humano de perceção auditiva e visual
- amostragem e quantização de sinais media

2 – Ferramentas de compressão media

- princípios fundamentais de compressão media
- ferramentas de compressão (codificação sub-banda, transformadas espaciais, codificação estatística, codificação preditiva)

3-Codificação de áudio

- codificadores de áudio normalizados: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, AC-3
- avaliação de qualidade e desempenho de codificação
- aplicações

4-Codificação de imagem e vídeo

- codificadores de sinais visuais normalizados: JPEG, JPEG2000, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H.264/AVC
- breve visão sobre formatos e normas avançados de sinais vídeo( 3D e multi-vista; escalabilidade; HEVC)

5 - Aplicações multimédia em redes IP

- arquitecturas; desafios e soluções alternativas; QoE e QoS
- Protocolos para aplicações de streaming multimédia (RTP, HLS, DASH)
- breve visão sobre VoIP e IPTV

#### 4.4.5. Syllabus:

1- Generation and perception of media information

- characterization of real-world media signals
- the human auditory and visual perception system
- sampling and quantization of medium signals

2 - Media compression tools

- fundamental principles of media compression
- compression tools (sub-band coding, spatial transformations, statistical coding, predictive coding)

3-Audio encoding

- standardized audio encoders: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, AC-3
- coding quality and performance assessment
- applications

4-Image and video encoding

- standardized visual signal encoders: JPEG, JPEG2000, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H.264 / AVC
- brief overview of advanced video signal formats and standards (3D and multi-view; scalability; HEVC)

5 - Multimedia applications on IP networks

- architectures; challenges and alternative solutions; QoE and QoS
- Protocols for multimedia streaming applications (RTP, HLS, DASH)
- brief overview of VoIP and IPTV

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

*O tópico 1 dos conteúdos programáticos motiva os estudantes para a natureza e para a representação digital da informação multimédia, e para os requisitos desta representação do ponto de vista das aplicações e serviços, bem como de qualidade percetual, isto é, a qualidade percecionada pelo ser humano ou qualidade de experiência. Permite também esclarecer os conceitos de redundância e irrelevância da informação e dos princípios fundamentais de compressão media, abordados no tópico 2. Os tópicos 3 e 4 concretizam a utilização desses princípios em normas internacionais relevantes de compressão media. Finalmente, o tópico 5 fornece uma visão sobre protocolos e soluções emergentes para a distribuição de informação multimédia, visando também consolidar o conhecimento*

*relativo à avaliação de desempenho das técnicas e normas abordadas. Visa ainda a aplicação desse conhecimento numa perspetiva de conceção, projeto, integração e gestão de serviços e aplicações multimédia.*

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

*Topic 1 of the course syllabus motivates students to the nature and to the digital representation of multimedia information, but also to their requirements, from the applications and services viewpoint, as well as from a perceptual quality viewpoint, i.e., from the user perspective to obtain a good quality of experience. It also allows to clarify the redundancy and irrelevancy concepts associated with the media information and the characteristics of the human audiovisual system, fundamental to the understanding of the media compression principles, addressed in topic 2. Topics 3 and 4 concretize the application of such principles in relevant media standards. Finally, topic 5 offers a vision on protocols and emergent solutions for the distribution of multimedia information, enabling to consolidate knowledge concerning the assessment of different standards and to acquire competences to conceive, design and manage multimedia systems.*

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

*A metodologia de ensino baseia-se em aulas teóricas e aulas laboratoriais. Nas aulas teóricas são expostos os conteúdos da UC, com ilustração, demonstração e análise de casos concretos. Nas aulas laboratoriais, grupos de dois ou três estudantes devem desenvolver algoritmos que lhes permitem experimentar técnicas de processamento de sinais media, promovendo a consolidação dos conhecimentos e a aquisição de competências. Na segunda parte do semestre, os mesmos grupos devem desenvolver um projeto de uma aplicação multimédia, respeitando um conjunto de requisitos que lhes é indicado. A avaliação nesta UC tem componente distribuída e exame final. A componente distribuída é obtida através de ponderação a 75% para a aplicação multimédia e 25% para os trabalhos laboratoriais. A classificação final é obtida através de ponderação a 60% de avaliação distribuída e 40% da classificação no exame. Exige-se nota mínima no exame e no projeto multimédia (8 em 20 valores) para aprovação à UC.*

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

*The teaching methodology is based on theoretical and laboratory classes. In the theoretical classes, the contents of the UC are exposed, with illustration, demonstration and analysis of specific cases. In laboratory classes, groups of 2 or 3 students must develop algorithms that allow them to experiment with media signal processing techniques, promoting the consolidation of knowledge and the acquisition of skills. In the second part of the semester, the same groups must develop a project for a multimedia application, respecting a set of requirements indicated to them. The evaluation in this UC has a distributed component and a final exam. The distributed component is obtained by weighting 75% for the multimedia application and 25% for laboratory work. The final classification is obtained through weighting 60% of distributed evaluation and 40% of the classification in the exam. A minimum grade is required in the exam and in the multimedia project (8 out of 20) for approval by the UC.*

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

*A componente teórica das aulas promove a aprendizagem e ilustração dos conceitos estruturantes da representação e codificação de informação multimédia, (fala, áudio, imagem e vídeo), assim como da natureza dos correspondentes mecanismos de perceção humana. As aulas laboratoriais potenciam esta aprendizagem colocando aos estudantes desafios de exploração de técnicas de processamento e codificação daqueles sinais, estimulando a sua capacitação para competências de conceção e projeto nestas áreas, bem como a aquisição de autonomia no desenvolvimento de soluções integradoras, em equipa. As aulas teóricas expõem conhecimento, suportadas por slides e vídeos, levantamento de questões e respostas a quizzes. As práticas laboratoriais visam a aquisição das competências previstas e sua avaliação, constituindo objetivos de aprendizagem mensuráveis. Oferecem um veículo para consolidar e verificar conhecimento através da experiência, mas também para inovar na conceção de aplicações multimédia.*

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

*The teaching methodology is based on theoretical and laboratory classes. In the theoretical classes, the contents of the CU are exposed, with illustration, demonstration and analysis of specific cases. In laboratory classes, groups of two or three students must develop algorithms that allow them to experiment with media signal processing techniques, promoting the consolidation of knowledge and the acquisition of skills. In the second part of the semester, the same groups must develop a project of a multimedia application, respecting a set of requirements indicated to them. The evaluation in this CU has a distributed component and a final exam. The distributed component is obtained by weighting 75% for the multimedia application and 25% for laboratory work. The final classification is obtained through weighting 60% of distributed evaluation and 40% of the classification in the exam. A minimum grade is required in the exam and in the multimedia project (8 in 20) for approval in the CU.*

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

*Li, Z. e Drew, M. (2003). *Fundamentals of Multimedia*. Prentice Hall.  
Fluckiger, F. (1995). *Understanding networked multimedia: applications and technology*. Prentice Hall International (UK) Ltd..*

## **Mapa IV - Seminários**

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

*Seminários*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Seminars*

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

*EICTM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

-

**4.4.1.7. Observations:**

-

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

*João Carlos Pascoal Faria (TP-39h)*

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

*<sem resposta>*

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

- 1. Identificar, descrever e demonstrar familiaridade com alguns tópicos, tecnologias e metodologias emergentes em Engenharia Informática e Computação, não abordados noutras unidades curriculares;*
- 2. Identificar, descrever e demonstrar familiaridade com algumas Tecnologias de Informação e Comunicação específicas para clusters e setores de atividade relevantes (automóvel e de transportes, financeiro, da saúde, etc.), não abordadas noutras unidades curriculares;*
- 3. Identificar, descrever e demonstrar familiaridade com alguns desafios societais que podem ser resolvidos com recurso às tecnologias digitais ou que são suscitados por essas tecnologias, bem como demonstrar capacidade para idealizar soluções tecnológicas, organizacionais e de negócio para endereçar esses desafios.*

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

- 1. Identify, describe and demonstrate familiarity with some emerging topics, technologies and methodologies in Informatics and Computing Engineering, not addressed in other curricular units;*
- 2. Identify, describe and demonstrate familiarity with some Information and Communication Technologies specific to relevant clusters and sectors of activity (automotive and transportation, fintech, health, etc.), not addressed in other curricular units;*
- 3. Identify, describe and demonstrate familiarity with some societal challenges that can be addressed using digital technologies or that are raised by digital technologies, as well as demonstrate the ability to devise technological, organizational and business solutions to address those challenges.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*A unidade curricular terá um conteúdo programático ajustado anualmente, constituído por um conjunto de módulos relacionados com:*

- 1. Tópicos emergentes em Engenharia Informática e Computação (por exemplo, Computação Quântica);*
- 2. Tecnologias de Informação e Comunicação específicas para clusters e setores de atividade relevantes (setor automóvel e de transportes, setor financeiro, setor da saúde, etc., por exemplo, tecnologias para condução autónoma);*
- 3. Desafios societais que podem ser resolvidos com recurso às tecnologias digitais ou que são suscitados por essas tecnologias (por exemplo, nos domínios da transição energética, das alterações climáticas, da transformação digital da sociedade).*

*Cada módulo terá um número de créditos associados, devendo cada estudante realizar com aprovação um conjunto de módulos que totalizem 6 créditos ECTS.*

**4.4.5. Syllabus:**

*The curricular unit will have a program content adjusted annually, consisting of a set of modules related to:*

- 1. Emerging topics in Informatics and Computing Engineering (e.g., Quantum Computing);*
  - 2. Information and Communication Technologies specific to clusters and sectors of activity (automotive and transport, the financial sector, the health sector, etc., e.g., technologies for autonomous driving);*
  - 3. Societal challenges that can be addressed through or are originated by digital technologies (e.g., in the fields of energy transition, climate change, and digital transformation).*
- Each module will have a number of associated credits, and each student must successfully pass a set of modules totaling 6 ECTS credits.*

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

*Os 3 tipos de módulos referidos nos conteúdos programáticos estão diretamente relacionados com os 3 objetivos de aprendizagem referidos.*

*Mais especificamente, o estudo de tópicos emergentes em Engenharia Informática e Computação (módulo de tipo 1), dotará os estudantes da capacidade de identificar, descrever e demonstrar familiaridade com esses tópicos (objetivo de aprendizagem 1). O estudo de Tecnologias de Informação e Comunicação específicas para clusters e setores de atividade relevante (módulo de tipo 2), dotará os estudantes da capacidade de identificar, descrever e demonstrar familiaridade com essas tecnologias (objetivo de aprendizagem 2). O estudo de desafios sociais que podem ser resolvidos com recurso às tecnologias digitais ou que são suscitados por essas tecnologias (módulo de tipo 2) dotará os estudantes da capacidade de identificar, descrever e demonstrar familiaridade com esses desafios (objetivo de aprendizagem 3).*

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

*The 3 types of modules referred to in the syllabus are directly related to the 3 learning objectives mentioned.*

*More specifically, the study of emerging topics in Informatics and Computing Engineering (type 1 module), will provide students with the ability to identify, describe and demonstrate familiarity with those topics (learning outcome 1). The study of Information and Communication Technologies specific to clusters and relevant activity sectors (type 2 module), will provide students with the ability to identify, describe and demonstrate familiarity with those technologies (learning outcome 2). The study of societal challenges that can be solved using digital technologies or that are raised by these technologies (type 2 module) will provide students with the ability to identify, describe and demonstrate familiarity with those challenges (learning outcome 3).*

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

*A metodologia de ensino e avaliação poderá variar de módulo para módulo, podendo alguns ter uma natureza mais experimental em formato workshop, outros uma natureza mais teórica em formato de palestra, e outros mesmo uma natureza mais competitiva em formato de concurso.*

*Para obter aprovação à unidade curricular, o estudante deve realizar com aprovação módulos que totalizem 6 créditos ECTS. A classificação final será a média pesada das classificações obtidas nesses módulos, sendo o peso de cada módulo definido pelo seu número de créditos ECTS.*

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

*The teaching and evaluation methodology may vary from module to module. Some modules may have a more experimental nature in a workshop format, others a more theoretical nature in a lecture format, and others even a more competitive nature in a contest format.*

*To obtain approval for the course unit, the student must complete with approval modules that total 6 credits ECTS. The final grade will be the weighted average of the grades obtained in these modules, with the weight of each module defined by its number of ECTS credits.*

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

*As metodologias dependerão dos módulos selecionados, mas, como regra geral, as metodologias seguidas devem ser ajustados aos objetivos de aprendizagem da seguinte forma:*

- Para atingir o objetivo de aprendizagem 1 (identificar, descrever e demonstrar familiaridade com alguns tópicos, tecnologias e metodologias emergentes em Engenharia Informática e Computação), serão privilegiadas metodologias de ensino em formato de workshop, para tópicos mais aplicados, ou em formato de aulas de exposição e discussão, para tópicos de natureza mais teórica;*
- Para atingir o objetivo de aprendizagem 2 (identificar, descrever e demonstrar familiaridade com algumas Tecnologias de Informação e Comunicação específicas para clusters e setores de atividade relevantes), serão privilegiadas metodologias de ensino em formato de workshop intensivo, possivelmente em colaboração com a indústria;*
- Para atingir o objetivo de aprendizagem 3 (resolução de desafios sociais com recurso às tecnologias digitais), serão privilegiadas metodologias que incluam concursos de ideias.*

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

*The methodologies will depend on the selected modules, but, as a general rule, the teaching methodologies should be adjusted to the learning outcomes as follows:*

- To achieve learning outcome 1 (identify, describe and demonstrate familiarity with emerging topics in Informatics and Computer Engineering), it will be privileged teaching methodologies in workshop format, for more applied topics, or in lecture format, for topics of a more theoretical nature;*
- To achieve learning outcome 2 (identify, describe and demonstrate familiarity with some specific ICT for relevant clusters and activity sectors), it will be privileged teaching methodologies in an intensive workshop format, possibly with industry collaboration;*

*- To achieve learning outcome 3 (solving societal challenges using digital technologies), it will be will be privileged teaching methodologies that include competitions of ideas.*

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

*Schauffele, J., & Zurawka, T. (2016). Automotive software Engineering, second edition. Society of Automotive Engineering (SAE).*

*Reis, C., & da Silva Maximiano, M. (Eds.). (2017). Internet of Things and advanced application in healthcare. Medical Information Science Reference.*

*Majchrzak, A., Markus, M. L., & Wareham, J. (2016). Designing for digital transformation: Lessons for information systems research from the study of ICT and societal challenges. MIS quarterly, 40(2), 267-277.*

*Perry, R. T. (2012). Quantum computing from the ground up. World Scientific Publishing Company. Dependerá dos módulos lecionados. / Depending on selected modules.*

### **Mapa IV - Segurança em Sistemas Informáticos**

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

*Segurança em Sistemas Informáticos*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Computer Systems Security*

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

*CS*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*-*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*-*

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

*José Manuel de Magalhães Cruz (TP-39h)*

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

*<sem resposta>*

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

*Esta Unidade Curricular tem por âmbito o estudo da problemática de segurança de sistemas Informáticos, de forma a fornecer aos estudantes um painel básico dos conceitos e das ameaças e defesas de uma utilização abusiva e destrutiva de tais sistemas.*

*No final desta unidade curricular, os estudantes com aprovação deverão ser capazes de: - descrever os conceitos fundamentais da segurança de sistemas informáticos; - especificar uma política de segurança para um sistema típico e saber selecionar os mecanismos adequados à sua implementação e controlo de cumprimento; - analisar um canal de comunicação típico e identificar os principais níveis de proteção que lhe estão associados ou de que carece; - estudar, programar e operar alguns dispositivos ou técnicas de segurança em situações reais.*

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

*This Course aims the study of IT security systems, in order to provide students with a basic understanding of the concepts and of the threats and defenses to the misuse and operational destruction of these systems.*

*At the end of this course unit, the students that have passed should be able to: - describe the security fundamentals of computer systems; - specify a security policy for a typical computer system and select the adequate mechanisms for enforcing the policy and for verifying its compliance; - analyze a typical communication channel and identify its associated main protection levels or the ones that should be in use; - study, program and operate some security devices and techniques in real situations.*

#### **4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Conceitos fundamentais.*
2. *Programação segura*
3. *Criptografia*
4. *Segurança nos SOs, políticas de segurança e computação confiável*
5. *Segurança nos sistemas distribuídos*
6. *Segurança na web*

*Aulas práticas: Aspectos práticos em redes, em sistemas e na programação.*

#### **4.4.5. Syllabus:**

1. *Fundamental concepts.*
2. *Secure coding*
3. *Cryptography*
4. *OS security, policies and trusted computing*
5. *Distributed systems security*
6. *Web security*

*Practical classes: Practical aspects in networks, systems and in programming.*

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

*O conteúdo programático, incidindo nas bases conceptuais, mecanismos básicos de segurança e pormenores e exemplos práticos de aspetos de proteção de sistemas informáticos é visivelmente consentâneo com o objetivo da unidade curricular, que é o estudo da problemática de segurança de sistemas Informáticos, por forma a fornecer aos estudantes um painel dos conceitos básicos e das ameaças e defesas de uma utilização abusiva ou destrutiva de tais sistemas.*

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

*The syllabus, focusing on conceptual bases, basic security mechanisms details and practical examples of aspects of protection of informatics' systems is clearly consistent with the objective of the course, which is the study of the problem of security of IT systems in order to provide students with a panel of basic concepts and threats and defenses of misuse or destructive use of these systems.*

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

*Aulas de exposição e discussão da matéria, acompanhadas pela apresentação de exemplos e complementadas com períodos de estudo e pesquisa de técnicas e situações publicadas na literatura e na Internet.*

*Aulas práticas com problemas e desenvolvimento relativos a situações concretas em pequenos trabalhos de laboratório..*

*Apresentação, pelos estudantes, de aspetos específicos e ilustrativos da matéria materializados em pequenos projetos propostos.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Condições de Frequência: Como especificado nas Normas Gerais de Avaliação em vigor.*

*Fórmula de avaliação: Nota = 0,5 F + 0,5 E = 0,4 P + 0,1 L + 0,5 E onde: F - nota de frequência E - nota do exame escrito P - nota do trabalho prático L - nota do trabalho laboratorial (1 relatório)*

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

*The classes will consist of the exposition and discussion of contents, followed by the presentation of examples and complemented with periods of search and study of techniques and case studies published in the literature and in the Web.*

*Practical classes for solving problems with coding, relative to concrete scenarios, done in short lab work..*

*Presentation, by the students, of specific topics illustrating the security issues studied and materialized on the proposed mini projects.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Terms of frequency: As specified in the current FEUP's General Evaluation Rules.*

*Formula of evaluation: 0,5 F + 0,5 E = 0,4 P + 0,1 L + 0,5 E where: F - distributed evaluation's grade E - written exam's grade P - mini project's grade L -lab grade (1 report)*

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

*A metodologia das aulas e do trabalho exigido aos estudantes é consentânea com os objetivos da aprendizagem apresentados. Os conceitos básicos, técnicas de segurança e exemplos práticos são apresentados, experimentados e discutidos nas aulas; mais tarde são avaliados numa prova escrita e pela produção de trabalhos de estudo,*

*desenvolvimento e demonstração, elaborados em grupos, sobre temas diferentes, que serão apresentados em público nas últimas aulas do semestre.*

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

*The methodology of classes and work required of students is consistent with the objectives of learning presented. The basic concepts, security techniques and practical examples are presented and discussed in class; later are assessed by means of a written test and by the production of works of study, development and demonstration, prepared in groups on different topics, which will be presented in public in the last classes of the semester.*

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

*Stallings, W., & Brown, L. (2018). Computer Security Principles and Practice (4th ed.). Pearson Education.  
Stinson, D. R., & Paterson, M. B. (2018). Cryptography Theory and Practice (4th ed.). CRC Press.  
LeBlanc, J., & Messerschmidt, T. (2016). Identity and Data Security for Web Development. O'Reilly Media.  
Bishop, M., Sullivan, E., & Ruppel, M. (2019). Computer Security Art and Science (2nd ed.). Addison-Wesley.  
Richer, J., & Sanso, A. (2017). OAuth 2 in Action. Manning Publications.*

**Mapa IV - Segurança de Redes**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Segurança de Redes*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Network Security*

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

*CS*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*-*

**4.4.1.7. Observations:**

*-*

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

*Ricardo Santos Morla (TP-39h)*

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

*<sem resposta>*

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

*A segurança das comunicações e da infraestrutura de redes e serviços de computadores é de importância crítica para a segurança das aplicações, dos utilizadores, informação, e, com a massificação da internet das coisas, das próprias 'coisas'. Com esta UC o estudante deverá ser capaz de 1) compreender limitações dos protocolos, serviços, e infraestrutura de comunicação face a um adversário motivado; 2) compreender o âmbito das soluções existentes para mitigar ou evitar o impacto destas limitações.*

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

*The security of communications and of computer network and service infrastructure is of critical importance to the security of applications, users, information, and, with the deployment of the internet of things, of 'things' themselves. In this course the student should be able to 1) understand protocol, service, and infrastructure limitations when facing*

*a motivated adversary; 2) understand the scope of existing solutions to mitigate or avoid the impact of these limitations.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Natureza insegura dos protocolos de redes originais no contexto de confidencialidade, integridade, e disponibilidade (CIA); modelos de ameaça nas redes de computadores ; vulnerabilidades destes protocolos e redes*
2. *Protocolos seguros de redes e de aplicação incluindo IPSec, Kerberos, TLS, POPs/IMAPs, 802.11 WEP/WPA, GSM et al., DNS seguro, BGP seguro*
3. *Arquiteturas defensivas de redes: controlo de acesso, segregação de tráfego, proxies e firewalls, VPN*
4. *Ataques de negação de serviço e mecanismos de deteção e mitigação*
5. *Ataques à privacidade na rede e capacidade defensiva de mecanismos como multiplexagem, VPN, e TOR*
6. *Análise de comunicações de malware: sandboxing, cyber intelligence, honeynets, frameworks de malware open source, malware IoT*

#### 4.4.5. Syllabus:

1. *Insecure nature of the original network protocols in the context of confidentiality, integrity, and availability (CIA); threat models in computer networks; vulnerabilities of these protocols and networks*
2. *Secure network and application protocols including IPSec, Kerberos, TLS, POPs/IMAPs, 802.11 WEP/WPA, GSM et al., secure DNS, secure BGP*
3. *Defensive network architectures: access control, traffic segregation, proxies and firewalls, VPN*
4. *Denial-of-service attacks and detection and mitigation mechanisms*
5. *Network privacy attacks and the defensive capabilities of mechanisms such as multiplexing, VPN, and TOR*
6. *Malware traffic analysis: sandboxing, cyber intelligence, honetnets, open source malware frameworks, IoT malware*

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

*No conteúdo programático o ponto 1, por um lado, e os pontos 2 e 3, por outro, respondem aos pontos 1 e 2, respetivamente, dos objetivos de aprendizagem de segurança de redes, na perspetiva mais básica e também mais importante – nomeadamente endereçando as limitações e aspetos de segurança de protocolos e a arquitetura defensiva da rede. Os restantes pontos do conteúdo programático respondem a cada um aos dois objetivos de aprendizagem, mas endereçando aspetos de segurança mais avançados como malware, privacidade, e negação de serviço.*

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

*In the syllabus, point 1, on one hand, and points 2 and 3, on the other hand, address points 1 and 2 of the intended learning outcomes, in the most basic and also most important perspective – namely with regard to network protocol limitations and security and also defensive network architecture. Each of the remaining points in the syllabus address both intended learning outcomes yet focusing on more advanced network security aspects such as malware, privacy, and denial of service.*

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

*A metodologia de ensino é baseada em 1) exposição e discussão dos conceitos fundamentais de segurança de redes, quer na perspetiva das limitações como das soluções, recorrendo a código e exemplos práticos quando possível, 2) trabalhos laboratoriais para exploração de vulnerabilidades e mecanismos de defesa e 3) um pequeno projeto em tópicos selecionados de segurança de redes. Os estudantes serão avaliados por um exame e um relatório do projeto, com pesos iguais.*

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

*The teaching methodology is based in 1) description and discussion of the fundamental network security concepts, in the perspective of both limitations and solutions, using code and practical examples when possible, 2) small practical experiments in the lab that explore network vulnerabilities and defense mechanisms; and 3) a small project in selected network security topics. The students will be evaluated with an exam and a report of the project, with equal weights.*

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

*Os três pontos das metodologias de ensino exploram os dois pontos dos objetivos de aprendizagem em dimensões diferentes. O primeiro ponto da metodologia de ensino endereça os objetivos de aprendizagem através da exposição, discussão, e exemplos práticos dos conceitos de segurança de redes. O segundo ponto endereça os objetivos de aprendizagem através de trabalhos laboratoriais onde os estudantes são expostos a protocolos e infraestrutura de rede com vulnerabilidades e tentam utilizar mecanismos de defesa para mitigar ou evitar ataques. O terceiro ponto endereça os objetivos de aprendizagem através da identificação de um tópico de redes de computadores de interesse do estudante e de um projeto que reflita a aplicação a esse tópico dos conceitos de ataque e defesa de redes de computadores.*

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

*The three points in the teaching methodology explore both points of the intended learning outcomes in different dimensions. The first point of the teaching methodology addresses the intended learning outcomes by presenting, discussing, and giving practical examples of the network security concepts. The second point addresses the intended learning outcomes by exposing students to protocols and vulnerable network infrastructure and asking them to use defense mechanisms to mitigate or prevent these attacks from happening. The third point addresses the intended*

*learning outcomes by asking students to identify a computer network topic of their interest and to define a project that applies computer network attack and defense concepts to that topic.*

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

*Stallings, W. (2016). Cryptography and Network Security: Principles and Practice (7th Edition). Pearson Education. ISBN-13: 978-0134444284.*

*Chebby, C. (2018) Advanced Infrastructure Penetration Testing: Defend your systems from methodized and proficient attackers. Packt Publishing (1st Edition). ISBN 9781788623414.*

*Zúquete, A. (2018). Segurança em Redes Informáticas (5ª Edição). FCA Editores. ISBN: 978-972-722-857-7.*

*Du, W. (2017). Computer Security: A Hands-on Approach. CreateSpace. ISBN-13: 978-1548367947.*

### **Mapa IV - Robótica Inteligente**

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

*Robótica Inteligente*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Intelligent Robotics*

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

*IA*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*-*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*-*

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

*Luís Paulo Gonçalves dos Reis (TP-39h)*

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

*<sem resposta>*

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

*1. Compreender os conceitos básicos de robótica, o enquadramento da inteligência artificial na robótica e middleware para robótica com ênfase no ROS.*

*2. Estudar métodos de perceção e interpretação sensorial (com ênfase na visão por computador) que permitam criar estados do mundo precisos e métodos de localização e SLAM de robôs móveis.*

*3. Estudar os métodos que permitam a robôs móveis navegarem em ambientes conhecidos ou desconhecidos usando algoritmos de planeamento e navegação.*

*4. Compreender os fundamentos da interação humano-robô, robótica cooperativa e da construção de equipas de robôs.*

*5. Compreender e utilizar algoritmos de aprendizagem computacional para robôs.*

*6. Analisar as principais competições robóticas nacionais e internacionais, os simuladores robóticos mais realistas e as plataformas robóticas mais avançadas disponíveis no mercado.*

*7. Incentivar capacidade de comunicação em tópicos técnicos e científicos e abordagens científicas saudáveis.*

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

*1. To understand the basic concepts of robotics, the context of artificial intelligence in robotics and robotics middleware with emphasis for ROS.*

2. To study methods of perception and sensorial interpretation (emphasizing computer vision), which allow creating precise world estates and mobile robots' localization and SLAM methods.
3. To study the methods which allow mobile robots to move and navigate in familiar or unfamiliar environments using planning and navigation algorithms.
4. To study the fundamentals of human-robot interaction, cooperative robotics and robot teams construction.
5. To understand and use the main machine learning algorithms for robotics.
6. To analyze the main national and international robotics competitions, the more realistic robot simulators and the more advanced robotic platforms available in the market.
7. To Improve the ability to communicate regarding scientific and technical issues and promote a healthy scientific approach.

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução à Robótica Inteligente:*  
Conceitos Básicos; Arquiteturas para Robôs; História, Evolução e Tendências em Robótica Inteligente.
2. *Middleware para Robótica e ROS:*  
Middleware para Robótica; Introdução ao ROS - Robot Operating System
3. *Perceção e Interpretação Sensorial:*  
Sensores; Visão Robótica; Fusão Sensorial.
4. *Locomoção e Ação:*  
Atuadores; Modos e Mecanismos de Locomoção; Manipuladores Robóticos.
5. *Localização e Mapeamento:*  
Métodos de Mapeamento e Localização; SLAM.
6. *Planeamento e Navegação:*  
Planeamento de Caminhos; Desvio de Obstáculos; Navegação; Planeamento.
7. *Interação Humano-Robô:*  
Interação e Cooperação Humano-Computador.
8. *Aprendizagem para Robótica:*  
Aprendizagem Supervisionada, Evolutiva, por Reforço, Profunda para Robótica.
9. *Robótica Cooperativa e Equipas Humano-Robô:*  
Cooperação; Formações; Comunicação Multi-Robô; Equipas Humano-Robô.
10. *Robótica no Futuro:*  
Inteligência Artificial e Robótica no Futuro.

#### 4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to Intelligent Robotics (IR):*  
Basic Concepts; Architectures for Robotic Agents; History, Evolution, and Current Trends in Intelligent Robotics.
2. *Robotics Middleware and ROS:*  
Robotics Middleware; Introduction to ROS – Robot Operating System;
3. *Perception and Sensorial Interpretation:*  
Sensors; Robot Vision; Sensor Fusion Techniques.
4. *Locomotion and Action:*  
Actuators; Locomotion Modes and Mechanisms; Robot Manipulators.
5. *Localization and Mapping:*  
Localization and Mapping Methods; SLAM – Simultaneous Localization and Mapping.
6. *Planning and Navigation:*  
Path Planning; Obstacle Avoidance; Navigation; High-Level Planning.
7. *Human-Robot Interaction:*  
Human-Robot Interaction and Cooperation.
8. *Robot Learning:*  
Supervised, Evolutionary, Reinforcement and Deep Learning for Robotics.
9. *Cooperative Robotics and Human-Robot Teams:*  
Cooperation; Formations; Multi-Robot Communication; Human-Robot Teams.
10. *Robotics in the Future:*  
Artificial Intelligence and Robotics in the Future

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

Os conteúdos programáticos exploram os principais conceitos da Robótica Inteligente, começando com uma introdução ao tema, seguida por uma breve descrição do ROS, essencial para a utilização prática de grande parte dos conceitos seguintes. Estes conteúdos permitem atingir os objetivos de aprendizagem 1 e 2. Os conteúdos programáticos 3 a 6 (Perceção e Interpretação Sensorial, Locomoção e Ação, Localização e Mapeamento: e Planeamento e Navegação) cobrem os objetivos 2 e 3. Os conteúdos programáticos 7 a 9 (Interação Humano-Robô, Aprendizagem para Robótica e Robótica Cooperativa) cobrem os objetivos 4 e 5. Os objetivos 6 e 7 são sobretudo cobertos pelos conteúdos programáticos 1 e 10 e pela realização dos exercícios e trabalhos da unidade curricular

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

The syllabus explores the main concepts of Intelligent Robotics, beginning with an introduction to the topic, followed by a brief description of ROS, essential for the practical use of most of the following concepts. These contents allow the achievement of learning objectives 1 and 2. Syllabus topics 3 to 6 (Sensory Perception and Interpretation, Locomotion and Action, Localization and Mapping: and Planning and Navigation) cover Objectives 2 and 3. Syllabus topics 7 to 9 (Human-Robot Interaction, Robotics Learning and Cooperative Robotics) cover objectives 4 and 5.

*Objectives 6 and 7 are mainly covered by syllabus topics 1 and 10 and by the accomplishment of assignments and homeworks of the discipline.*

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

- *Exposição com interação nas aulas.*
- *Exemplos de projetos coordenados pelos docentes.*
- *Uso de simuladores para robôs móveis e humanoides.*
- *Exploração de plataformas robóticas.*
- *Trabalhos sobre aprendizagem em robótica e robótica cooperativa.*
- *Estudantes desafiados para a criatividade, aprendizagem e pensamento de alto-nível.*
- *A avaliação inclui pesquisa, trabalho científico e técnico e comunicação científica.*
- *Trabalhos de casa simples semanais e 4 Mini-Projetos com feedback.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final.*

*Condições de Frequência:*

- *Assiduidade e entrega dos Assignments 1 e 2 com avaliação superior a 7.5 valores (em 20).*

*Fórmula de avaliação:*

- *10% HomeWorks*
- *20% Assignment 1 (apresentação oral sobre um tema de robótica)*
- *20% Assignment 2 (trabalho em ROS e mini-artigo)*
- *10% Assignment 3 (avaliação intermédia do projeto)*
- *40% Assignment 4 (projeto final da UC).*

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

- *Exposition with interaction in classes.*
- *Examples taken from projects coordinated/developed by the lecturers.*
- *Use of simulators for mobile and humanoid robots.*
- *Exploration of robotic platforms.*
- *Assignments on robot learning and cooperative robotics.*
- *Challenge students to higher-level learning and higher order thinking.*
- *The evaluation includes the ability to search for information, do scientific work, do technical work and disseminate the work done.*
- *4 Assignments and several simple homeworks with immediate and detailed.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation without final exam.*

*Terms of frequency:*

- *Attendance and delivery of assignments 1 and 2 with more than 7.5 out of 20 grade.*

*Evaluation:*

- *10% HomeWorks*
- *20% Assignment 1 (oral presentation about a new trend in robotics)*
- *20% Assignment 2 (includes a short paper)*
- *10% Assignment 3 (Half Way Project)*
- *40% Assignment 4 (Final Project).*

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

*A parte inicial de cada aula teórico-prática é dedicada essencialmente à apresentação dos conceitos fundamentais da Robótica Inteligente, realizada recorrendo a exemplos apropriados, incluindo diversos projetos de investigação coordenados pelos docentes da unidade curricular e que exploram em detalhe os conceitos abordados. São também realizados inquéritos (quiz) rápidos online para aferir o grau de compreensão na matéria e permitir uma avaliação formativa e sumativa adequada. Os exemplos e exercícios realizados são disponibilizados na página web da UC para auxiliar o estudo dos estudantes.*

*A segunda metade das aulas teórico-práticas é essencialmente destinadas à resolução de exercícios sobre cada um dos tópicos abordados nas aulas teóricas. O objetivo principal destes exercícios é a aprendizagem dos conceitos básicos da Robótica Inteligente, logo após a sua apresentação teórica. É também realizada a correção dos trabalhos de casa e o seguimento dos trabalhos práticos de grupo, sendo fornecido feedback constante aos estudantes sobre o seu trabalho prático.*

*Os trabalhos de grupo, cujo desenvolvimento é realizado essencialmente fora das aulas, por grupos de dois estudantes, fomentam a capacidade de trabalho em equipa. A evolução dos projetos é avaliada periodicamente, sendo discutidas as soluções propostas e sugeridos caminhos alternativos, sendo, no entanto, sempre fomentada a criatividade dos estudantes. No final de cada um dos projetos, cada grupo faz uma demonstração do trabalho, respondendo a questões sobre a solução desenvolvida.*

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

*The initial part of each class is devoted essentially to the presentation of the fundamental concepts of Intelligent Robotics, performed by using appropriate examples, including several research projects coordinated by the teachers of the discipline that explore in detail the concepts covered. Rapid online quizzes are also conducted to measure the student's understanding of the subject and to enable proper formative and summative assessment. The examples and exercises performed are available on the UC website to assist student study.*

*The second half of the theoretical-practical classes are essentially aimed at solving exercises on each of the topics covered in the theoretical classes. The main purpose of these exercises is to learn the basics of Intelligent Robotics, right after their theoretical presentation. Homework correction and follow-up of group practical assignments are also*

*provided. Students are, at all times, provided with constant feedback on their practical works. Group work, whose development is essentially performed out of class, by groups of two students, fosters teamwork. The evolution of the projects is periodically analysed and evaluated, and the proposed solutions are discussed, alternative paths are suggested, but students' creativity is always fostered. At the end of each project, each group demonstrates the work, answering questions about the solution developed.*

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

*Murphy, R. R. (2019), An Introduction to AI Robotics, Second Edition. A Bradford Book, The MIT Press, Intelligent Robotics and Autonomous Agents series, Cambridge, Massachusetts, London England, ISBN: 978-0262038485.*  
*Siciliano, B. & Khatib, O. (editors) (2016), Springer Handbook of Robotics, Second Edition. Springer, ISBN: 978-3319325507.*  
*Russell, S. & Norvig, P. (2014), Artificial Intelligence: A Modern Approach, 3rd Edition. Pearson Education Limited, 2014, (4th edition to be released Feb 2020), ISBN: 978-9332543515.*  
*O'Kane, J.M. (2013), A Gentle Introduction to ROS, Independently published, updated in 2018 to version 2.1.6. ISBN: 978-1492143239 (Free - <https://www.cse.sc.edu/~jokane/agitr/>).*  
*Siegwart, R. & Nourbakhsh, I.R. & Scaramuzza, D. (2011), Introduction to Autonomous Mobile Robots, Second Edition. The MIT Press, Intelligent Robotics and Autonomous Agents series, Cambridge, Massachusetts, London England, ISBN: 978-0262015356.*

### **Mapa IV - Realidade Virtual e Aumentada**

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

*Realidade Virtual e Aumentada*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Virtual and Augmented Reality*

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

*IMM*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*-*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*-*

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

*Jorge Alves da Silva (TP-19,5h)*

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

*António Augusto Sousa (TP-19,5h)*

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

*No final desta unidade curricular, os estudantes deverão ser capazes de:*

- identificar e caracterizar os componentes, a estrutura e as funções de um sistema de realidade virtual e de um sistema de realidade aumentada;*
- descrever os algoritmos principais usados na implementação de cada um dos componentes;*
- descrever como interagem os diversos componentes;*
- selecionar adequadamente os componentes necessários para a criação de sistemas e aplicações destes tipos;*
- descrever as principais metodologias de integração entre imagens do mundo real e imagens de objetos virtuais;*
- desenvolver aplicações de realidade virtual e de realidade aumentada, recorrendo a bibliotecas de "software" já disponíveis (ARToolkit, Vuforia, kudan, VRTK ou outras);*

- desenvolver uma aplicação simples de realidade aumentada baseada em seguimento ótico, implementando os seus componentes com recurso a uma biblioteca de visão por computador (OpenCV).

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

At the end of this course, the students must be able to:

- identify and characterize the components, structure and functions of a virtual reality system or an augmented reality system;
- describe the main algorithms used to implement each component;
- describe the interaction of the various components;
- select adequately the components needed to create systems and applications of these types;
- describe the main methodologies for the integration between real world images and virtual object images;
- develop virtual reality and augmented reality applications, using available open source libraries (AR Toolkit, Vuforia, kudan, VRTK or others).
- develop a simple augmented reality application based on optical tracking, by implementing its components using a computer vision library (OpenCV).

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

##### 1. INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS DE REALIDADE VIRTUAL (RV)

-Estrutura geral de um sistema de RV

-Conceitos e tecnologias

-Síntese de imagem em RV

-Interação em RV

-Efeitos adversos na saúde

-Diretrizes para aplicações

##### 2. PERCEÇÃO EM AMBIENTES VIRTUAIS

-Perceção humana visual, auditiva e outras

##### 3. TECNOLOGIAS UTILIZADAS EM REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA

-Equipamentos e "software"

##### 4. TÉCNICAS E ALGORITMOS UTILIZADOS EM REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA

-Modelação e visualização de objetos 3D

-Técnicas de aceleração em visualização 3D

-Oclusão

-Deteção de colisões

##### 5. INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS DE REALIDADE AUMENTADA (RA)

-Aplicações de RA

-Estrutura geral de um sistema de RA; componentes e requisitos

##### 6. TÉCNICAS DE SEGUIMENTO E DE ALINHAMENTO

-Técnicas de seguimento e alinhamento dos mundos real e virtual

##### 7 VISÃO POR COMPUTADOR PARA REALIDADE AUMENTADA

-Introdução ao processamento e análise de imagem

-Modelo geométrico 3D de uma câmara

-RA baseada no seguimento ótico de marcas fiduciais ou naturais

#### 4.4.5. Syllabus:

##### 1.INTRODUCTION TO VIRTUAL REALITY (VR) SYSTEMS

- General structure of a VR system

- Concepts and technologies

- Rendering in VR

- Interaction in VR

- Adverse effects on health

- Guidelines for applications

##### 2.PERCEPTION IN VIRTUAL ENVIRONMENTS

- Visual and auditory human perception, and others

##### 3.TECHNOLOGIES USED IN VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY

- Equipment and software

##### 4.TECHNIQUES AND ALGORITHMS USED IN VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY

- 3D object modelling and display

- Acceleration techniques for 3D display

- Occlusion

- Collision detection

##### 5.INTRODUCTION TO AUGMENTED REALITY (AR) SYSTEMS

- AR applications

- General structure of an AR system; components and requirements

##### 6.TRACKING AND REGISTRATION TECHNIQUES

- Techniques used for tracking and registration between real and virtual worlds

##### 7.COMPUTER VISION FOR AUGMENTED REALITY

- Introduction to image processing and analysis techniques

- 3D geometric model of a camera

- AR based on optical tracking of fiducial or natural markers

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

*Os conteúdos programáticos foram definidos com base nos objetivos de aprendizagem. Os temas abordados foram selecionados entre uma vasta gama de temas possíveis, de forma a cobrir os aspetos teóricos fundamentais que garantam a boa compreensão do funcionamento geral dos sistemas de realidade virtual/aumentada, a sua estrutura e componentes, assim como o funcionamento interno de alguns dos componentes.*

*Os trabalhos práticos contribuem para a sedimentação dos conhecimentos adquiridos, permitindo o contacto com tecnologias de uso comum. Aos estudantes é dada a liberdade de optar pelas bibliotecas que considerarem mais adequadas para o desenvolvimento do primeiro trabalho. Para fomentar uma melhor compreensão do funcionamento interno de alguns dos componentes destes sistemas, o segundo trabalho consiste no desenvolvimento de uma aplicação simples de realidade aumentada baseada em seguimento ótico, implementando os seus componentes com recurso a uma biblioteca de visão por computador.*

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

*The syllabus was defined based on the learning objectives. The covered topics were selected from a wide range of possible topics, in order to cover the fundamental theoretical aspects that ensure a good understanding of the general functioning of virtual / augmented reality systems, their structure and components, as well as the functioning of some of these components.*

*Practical work contributes to the sedimentation of acquired knowledge, allowing contact with technologies in common use. Students are given the freedom to choose the libraries they consider most appropriate for the development of their first work. To foster a better understanding of the internal workings of some of the components of these systems, the second work consists of developing a simple augmented reality application based on optical tracking, implementing its components using a computer vision library.*

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

*Aulas teórico-práticas:*

- *Exposição e discussão das matérias do programa, com apresentação de exemplos ilustrativos.*
  - *Realização de pequenos exercícios ilustrativos dos métodos estudados.*
  - *Realização de dois trabalhos práticos, envolvendo a utilização dos conceitos transmitidos e das técnicas descritas.*
- Autoaprendizagem: estudo das matérias, recorrendo à bibliografia e ao material disponibilizado na página web da unidade curricular; conclusão dos trabalhos práticos iniciados nas aulas.*

*Tipo de Avaliação: avaliação distribuída com exame final*

*Condições para a obtenção de frequência: obter um mínimo de 40% nos trabalhos práticos.*

*Fórmula de avaliação:  $CF = 0.5 \cdot CT + 0.5 \cdot CE$*

*CF: classificação final*

*CT: classificação média dos dois trabalhos práticos*

*CE: classificação do exame final*

*Os trabalhos práticos são avaliados no fim do tempo estipulado para a sua elaboração, com apresentação em sessão própria.*

*Para obter aprovação é exigido um mínimo de 40% no exame final.*

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

*Theoretical-practical classes:*

- *Exposition and discussion of the subject matters, with presentation of illustrative examples.*
- *Short exercises illustrating the studied methods.*
- *Practical assignments, involving the use of the transmitted concepts and of the described techniques.*

*Self-learning: study of the program themes, using the bibliography and the materials available at the web page of the curricular unit; conclusion of the proposed assignments, whose development was started in the classes.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Terms of frequency: obtain a minimum of 40% in the assignments.*

*Formula of evaluation:  $CF = 0.5 \cdot CT + 0.5 \cdot CE$*

*CF: final classification*

*CT: practical assignments classification (average grade of 2 works)*

*CE: final exam classification*

*The two practical assignments are evaluated in class, at the end of the time estimated for the development.*

*To be approved, the student must have a minimum of 40% in the final exam.*

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

*As aulas, do tipo teórico-prático, são usadas não só para a apresentação dos conceitos teóricos fundamentais sobre o funcionamento dos sistemas de realidade virtual e aumentada, ilustrado com exemplos de aplicação prática, mas também para a realização de exercícios que ajudam a consolidar os conceitos apresentados. Algumas aulas são dedicadas, em parte ou na totalidade, à realização de dois trabalhos práticos, desenvolvidos por grupos de 2 ou 3 estudantes. Através do primeiro destes trabalhos práticos pretende-se que os estudantes sejam capazes de aplicar algumas das técnicas e metodologias abordadas, desenvolvendo aplicações, com recurso a bibliotecas de RV/RA já disponíveis. Através do segundo trabalho prático, pretende-se consolidar o conhecimento transmitido sobre o funcionamento interno de alguns dos componentes típicos de um sistema de realidade aumentada baseado em*

*seguimento ótico, desenvolvendo uma aplicação com recurso a uma biblioteca de mais baixo nível, quando comparada com as que são usadas no primeiro trabalho. Estes trabalhos práticos deverão ser concluídos em períodos extra-aula, dentro dos limites de horas definidas pelo número de créditos ECTS atribuídos. Estas metodologias de ensino contribuem para uma sólida aprendizagem das matérias, não só do ponto de vista teórico mas também do ponto de vista prático.*

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

*The classes, of theoretical-practical type, are used not only for the presentation of fundamental theoretical concepts on the functioning of virtual and augmented reality systems, illustrated with examples of practical application, but also for exercises that help consolidating the presented concepts. Some classes are devoted, in part or in full, to the realization of two practical assignments, developed by groups of 2 or 3 students. Through the first of these practical assignments, students are expected to be able to apply some of the techniques and methodologies covered, by developing applications that use already available VR / AR libraries. Through the second practical assignment, we intend to consolidate the knowledge transmitted about the inner workings of some typical components of an optical tracking based augmented reality system, by developing an application that uses a lower level library, when compared to the library(ies) used in the first practical assignment. These practical assignments should be completed out of classroom, taking into account the time limits defined by the number of ECTS credits awarded. These teaching methodologies contribute to a solid learning of the subject matters, not only from the theoretical point of view but also from the practical point of view.*

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

*Jerald, J. (2016). The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality. ACM Books.*

*LaValle, S. (2019). Virtual Reality. (to be published by Cambridge University Press; available online at <http://vr.cs.uiuc.edu/>)*

*Schmalstieg, D. & Höllerer, T. (2016). Augmented Reality. Addison-Wesley.*

*Trucco, E. & Verri, A. (1998). Introductory Techniques for 3-D Computer Vision. Prentice-Hall.*

*Kaehler, A. & Bradski, G. (2017). Learning OpenCV 3: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library. O'Reilly Media.*

*Stuart, R. (2001). The Design of Virtual Environments. Barricade Books.*

*Kalowsky, R. (1994). The Science of Virtual Reality and Virtual Environments. Addison Wesley.*

*Ohta, Y. & Tamura, H. (1999). Mixed Reality - Merging Real and Virtual Worlds. Ohmsha Ltd. & Springer-Verlag.*

### **Mapa IV - Programação em Lógica com Restrições**

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

*Programação em Lógica com Restrições*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Constraint Logic Programming*

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

*PROG*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*-*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*-*

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

*Daniel Augusto Gama de Castro Silva (TP-39h)*

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

<sem resposta>

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

*Esta Unidade Curricular (UC) aborda os paradigmas da Programação em Lógica (PL) e Programação com Restrições (PR), especificamente na Programação em Lógica com Restrições (PLR).*

*O paradigma da PL apresenta uma abordagem declarativa à programação, baseada em processos formais de raciocínio, mais apropriada para a resolução de alguns tipos de problemas.*

*PLR permite abordar problemas de satisfação de restrições e de otimização de forma eficiente, modelizando-os de uma forma direta e elegante.*

*No final da UC, os estudantes deverão:*

*O1. Estar familiarizados com os paradigmas da programação declarativa, nomeadamente PL e PLR.*

*O2. Identificar as categorias de problemas em que a PL e PLR são particularmente adequadas.*

*O3. Possuir capacidades de raciocínio abstrato e de resolução de problemas de forma declarativa.*

*O4. Ser capazes de aplicar adequadamente técnicas de PL e PLR.*

*O5. Ser capazes de construir aplicações completas usando Prolog com ou sem restrições.*

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

*This course addresses the Logic Programming (LP) and Constraint Programming (CP) paradigms, specifically Constraint Logic Programming (CLP).*

*The LP paradigm presents a declarative approach to programming, based on formal reasoning processes, more appropriate to the resolution of certain types of problems.*

*CLP allows for an efficient approach to constraint satisfaction problems and optimization problems, modeling them in a direct and elegant manner.*

*At the end of this course, students should:*

*G1. Be familiar with declarative programming paradigms, namely LP and CLP.*

*G2. Identify classes of problems where LP and CLP are particularly relevant.*

*G3. Possess abstract reasoning skills and the ability to solve problems in a declarative manner.*

*G4. Be able to correctly apply LP and CLP techniques.*

*G5. Be able to build full Prolog applications, with and without constraints.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

##### 1. Programação em Lógica (PL)

- *Lógica proposicional e de predicados. Cláusulas de Horn. Unificação. Resolução*
- *Cláusulas. Predicados. Factos. Perguntas. Regras. Variáveis lógicas. Instanciação*
- *PL e bases de dados. Recursividade. Listas. Árvores. Expressões simbólicas.*
- *Execução. Unificação. Interpretador abstrato. Traçado. Arvore de pesquisa. Negação*

##### 2. Prolog

- *Elementos da Linguagem*
- *Modelo de execução. Backtracking. Terminação*
- *Aritmética. Iteração. Manipulação de termos. Operadores*
- *Predicados meta- e extra-lógicos*
- *Programação não determinística. Estruturas incompletas. Meta-interpretadores. Técnicas de pesquisa*

##### 3. Programação com Restrições

- *Problemas combinatórios. Programação matemática, linear e inteira*
- *Restrições. Satisfação. Propagação. Consistência*
- *Restrições em domínios booleanos, finitos e reais*
- *Otimização. Métodos de pesquisa de soluções*
- *Linguagens.*

##### 4. Programação em Lógica com Restrições (PLR)

- *Modelização de problemas em PLR*
- *PLR no SICStus Prolog*

#### 4.4.5. Syllabus:

##### 1. Logic Programming (LP)

- *Propositional and predicate logic. Horn clauses. Unification. Resolution.*
- *Clauses. Predicates. Facts. Queries. Rules. Logic variables. Instantiation.*
- *LP and databases. Recursion. Lists. Trees. Symbolic expressions.*
- *Computation model. Unification. Abstract interpreter. Traces. Search trees. Negation.*

##### 2. The Prolog Language

- *Language Elements.*
- *Execution model. Backtracking. Termination.*
- *Arithmetic. Iteration. Term processing. Operators.*
- *Meta- and extra-logical predicates.*
- *Non-deterministic programming. Incomplete structures. Meta-interpreters. Search techniques.*

##### 3. Constraint Programming

- *Combinatorial problems. Mathematical, linear and integer programming.*
- *Constraints, satisfaction, propagation and consistency maintenance.*
- *Constraints in Boolean, finite and real domains.*
- *Optimization. Solution search. Complete and incomplete methods.*
- *Languages.*

##### 4. Constraint Logic Programming (CLP)

- *Modelling problems in CLP.*
- *CLP using SICStus Prolog.*

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

*Os objetivos O1 e O2 são atingidos através da aquisição dos conhecimentos transmitidos nos pontos 1 e 3 do programa da UC.*

*O objetivo O3 é visto como um objetivo mais global, sendo atingido com a aquisição completa dos conhecimentos ministrados na UC.*

*Os objetivos O4 e O5 são atingidos com a prática de programação adquirida nos pontos 2 e 4 do programa da UC.*

*O paradigma declarativo lecionado nesta UC reveste-se de especial importância no âmbito do conjunto de linguagens e paradigmas de programação lecionadas no CE, dada a sua relevância em áreas como a Inteligência Artificial e Ciência de Dados. Os temas lecionados nesta UC contribuem ainda para um maior desenvolvimento das capacidades de raciocínio abstrato por parte dos estudantes, contribuindo também assim para o seu processo formativo.*

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

*Goals G1 and G2 are attained through the acquisition of the knowledge transmitted in points 1 and 3 of the course's syllabus.*

*Goal G3 is seen as a more global objective, being attained with the complete acquisition of the knowledge ministered in the course.*

*Goals G4 and G5 are attained with the programming practice acquired in points 3 and 4 of the course's syllabus.*

*The declarative paradigm lectured in this course is of capital importance in the context of the set of programming languages and paradigms lectured in this degree, given its relevance in areas such as Artificial Intelligence and Data Science. The topics lectured in this course also contribute to a higher development of the student's abstract reasoning skills, which further contributes to their formative process.*

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

*As aulas são usadas tanto para exposição formal da matéria, acompanhada da apresentação e discussão de exemplos, como para resolução de exercícios de programação propostos, e acompanhamento do desenvolvimento dos trabalhos práticos.*

*Tipo de Avaliação: Distribuída sem exame final*

*Condições de Frequência: um estudante obtém frequência se não ultrapassar o número máximo de faltas (25% das aulas previstas).*

*Fórmula de avaliação: Nota Final = 50% \* TP + 50% \* T*

*TP = 50% \* TP1 + 50% \* TP2*

*T = 50% \* T1 + 50% \* T2*

*TP: Nota global dos Trabalhos Práticos*

*TP1: Nota da Avaliação do Trabalho 1 (Relatório, código e demonstração) (min. 7 valores)*

*TP2: Nota da Avaliação do Trabalho 2 (Relatório, código e demonstração) (min. 7 valores)*

*T: Nota global dos dois Testes.*

*T1: Nota obtida no Teste 1 (min. 7 valores)*

*T2: Nota obtida no Teste 2 (min. 7 valores)*

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

*Classes are used for exposition of the main (constraint) logic programming concepts, along with presentation and discussion of practical examples, as well as to solve programming exercises and to assist students on their practical assignments.*

*Type of evaluation: Distributed without final exam*

*Terms of frequency: Enrolled students are admitted to exam if they do not exceed the maximum number of absences (25% of classes).*

*Formula of evaluation: Final Grade = 50% \* A + 50% \* T*

*A = 50% \* A1 + 50% \* A2*

*T = 50% \* T1 + 50% \* T2*

*A: Final grade for both Assignments*

*A1: Evaluation grade for Assignment 1 (Report, source code and demo) (min. 7 values)*

*A2: Evaluation grade for Assignment 2 (Report, source code and demo) (min. 7 values)*

*T: Final grade for both Tests*

*T1: Evaluation grade for Test 1 (min. 7 values)*

*T2: Evaluation grade for Test 2 (min. 7 values)*

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

*Esta unidade curricular pretende aliar uma componente mais teórica e científica a uma componente prática e tecnológica. A organização das aulas permite atingir esse objetivo, usando parte do tempo de aula para transmitir os conhecimentos mais teóricos e científicos, fazendo igualmente uma ligação dos mesmos à componente mais prática e tecnológica da unidade curricular, a qual é desenvolvida no restante tempo das aulas, com a resolução de exercícios e a realização de trabalhos práticos.*

*A realização de dois trabalhos práticos, focados em Programação em Lógica e em Programação em Lógica com Restrições, respetivamente, permite aos estudantes colocar em prática os conhecimentos adquiridos. Estando esta UC enquadrada no contexto de um curso da área de engenharia, esta prática reveste-se de especial importância, pretendendo dotar os estudantes da capacidade de implementar programas de alguma complexidade usando um paradigma de programação declarativo, em particular Prolog.*

*A realização de duas provas de avaliação escritas, focadas em Programação em Lógica e Programação em Lógica com Restrições, respetivamente, é também essencial para garantir que a componente teórica e científica da UC não é descuidada, permitindo assim avaliar a assimilação de conhecimentos teóricos e práticos por parte dos estudantes. A divisão de ambas as componentes de avaliação (trabalhos práticos e testes escritos) em dois momentos permite avaliar separadamente os conhecimentos adquiridos numa primeira parte da UC, focada em Programação em Lógica, dos adquiridos numa segunda parte da UC, focada em Programação em Lógica com Restrições.*

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

*This course intends to ally a more theoretical and scientific component with a more practical and technological one. The organization of classes allow that goal to be reached, with part of the classes time being used to convey the more theoretical and scientific knowledge, also bridging these concepts to the practical and technological component of the course, which is then developed in the remainder of the classes, with the resolution of exercises and the implementation of the practical assignments.*

*The implementation of two practical assignments, focused on Logic Programming and Constraint Logic Programming, respectively, allows the students to put to practice the acquired knowledge. This course being framed in the context of an engineering degree, this practice assumes special importance, with the intent of providing students with the capabilities to implement programs of some complexity using a declarative programming paradigm, in particular the Prolog language.*

*The two written tests, focused on Logic Programming and Constraint Logic Programming, respectively, are also essential to ensure that the theoretical and scientific aspects are not neglected, thus allowing for an evaluation of student's assimilation of both theoretical and practical knowledge.*

*The division of both evaluation components (assignments and tests) in two moments allows for a separate evaluation of the knowledge acquired in the first part of the course, focused on Logic Programming, and the ones acquired in the second part of the course, focused on Constraint Logic Programming.*

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

*Sterling, L. and Shapiro, E. (1994). The Art of Prolog: Advanced Programming Techniques. Second Edition, MIT Press.  
Apt, K. (2003). Principles of Constraint Programming. Cambridge University Press.  
RISE Research Institutes of Sweden AB (2019). SICStus Prolog User's Manual. RISE SICS.*

**Mapa IV - Processamento e Recuperação de Informação****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Processamento e Recuperação de Informação*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Information Processing and Retrieval*

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

*SISI*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*52 (26T + 26TP)*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*Esta unidade curricular tem como objetivos centrais:*

1. *Sensibilizar os estudantes para os desafios associados à construção de sistemas de pesquisa de informação;*
2. *Familiar os estudantes com os principais conceitos associados ao armazenamento e recuperação de informação;*
3. *Capacitar os estudantes para o desenho, implementação e avaliação de sistemas de pesquisa de informação sobre coleções heterogêneas de média e larga escala.*

#### 4.4.1.7. Observations:

*This course aims to:*

1. *Sensitize students to the challenges associated with building information search systems;*
2. *Familiarize students with the key concepts associated with storing and retrieving information;*
3. *Enable students to design, implement and evaluate medium and large-scale heterogeneous collections information research systems.*

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

*Sérgio Sobral Nunes (T-26h, TP-26h-16 turmas)*

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

*João Miguel Rocha da Silva (TP-78h –6 turmas)*

*Docente a contratar (TP-52h-6 turmas)*

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

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

- *Identificar e descrever as principais tarefas de recuperação de informação;*
- *Descrever a arquitetura e funcionamento de um sistema de pesquisa de informação;*
- *Descrever as tarefas associadas às fases de processamento de uma coleção (offline) e de processamento de interrogações (online);*
- *Distinguir os diferentes modelos de recuperação de informação, identificando os seus princípios, os modelos para a representação de documentos, e as medidas de semelhança;*
- *Descrever e implementar diferentes técnicas para a indexação de informação;*
- *Descrever e implementar diferentes técnicas para a recuperação e ordenação de resultados;*

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

*At the end of this course the student should be able to:*

- *Identify and describe the main tasks in information retrieval;*
- *Describe the architecture and operation of an information search system;*
- *Describe the tasks associated with the collection processing (offline) and query processing (online) phases;*
- *Distinguish the different models of information retrieval by identifying their principles, models for document representation, and similarity measures;*
- *Describe and implement different techniques for indexing information;*
- *Describe and implement different techniques for retrieving and ordering results.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*A área do processamento e recuperação de informação*

- *Recuperação de informação versus recuperação de dados*
- *O desenvolvimento da área da recuperação de informação*
- *Tarefas de recuperação de informação*
- *O processo de recuperação de informação*

*Arquitetura dos sistemas de recuperação de informação*

- *Componentes de um sistema de pesquisa*
- *Recolha de informação: seleção, aquisição e armazenamento*
- *Processamento de texto: análise lexical, extração de raízes, compressão*
- *Indexação: índices invertidos, construção e acesso*
- *Processamento das interrogações, interação, ordenação e avaliação dos resultados*

*Modelos de recuperação*

- *Modelo Booleano, modelo vetorial e modelo probabilístico*
- *Representação de documentos*
- *Medidas de semelhança*

*Recuperação de informação na web:*

- *Análise de ligações*
- *Algoritmos HITS e PageRank*

*Avaliação de sistemas de recuperação de informação*

- *Coleções de teste, tópicos e avaliações de relevância*
- *Medidas para a avaliação de sistemas de pesquisa*

**4.4.5. Syllabus:**

*The area of information processing and retrieval*

- *Information retrieval versus data retrieval;*
- *Development of the area of information retrieval;*
- *Information retrieval tasks;*
- *The process of information retrieval.*

*Architecture of information retrieval systems*

- *Components of a search system;*
- *Information gathering: selection, acquisition and storage;*
- *Word processing: lexical analysis, root extraction, compression;*
- *Indexing: inverted indexes, construction and access;*
- *Processing of questions, interaction, ordering and evaluation of results.*

*Retrieval models*

- *Boolean model, vector model and probabilistic model;*
- *Document representation;*
- *Similarity measures.*

*Web information retrieval:*

- *Link analysis;*
- *HITS and PageRank algorithms.*

*Evaluation of information retrieval systems*

- *Test collections, topics and relevance assessments;*
- *Measures for the evaluation of research systems.*

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

*Para o objetivo de motivar os estudantes para a variedade de tarefas de recuperação de informação e para as suas múltiplas aplicações, o programa inclui uma introdução à recuperação de informação que trata as tarefas e metodologias desta área bem como os seus principais desafios.*

*Para o objetivo de familiarizar os estudantes com os conceitos principais em recuperação de informação e com os modelos e técnicas usados na área, o programa inclui tópicos sobre os modelos de recuperação de informação, os métodos de avaliação em recuperação de informação, e a recuperação de informação na web.*

*Para o objetivo de capacitar os estudantes para o desenho, implementação e avaliação de sistemas de recuperação de informação, o programa inclui pormenores sobre os sistemas atuais, os princípios em que se baseiam nos tópicos relacionados com indexação, pesquisa, recuperação na web e análise de ligações, e os métodos de avaliação usados na área.*

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

*In order to motivate students to the variety of information retrieval tasks and their multiple applications, the program includes an introduction to information retrieval that addresses the tasks and methodologies of this area as well as their main challenges.*

*To familiarize students with the key concepts in information retrieval and the models and techniques used in the area, the program includes topics on information retrieval models, information retrieval assessment methods, and information retrieval information on the web.*

*In order to enable students to design, implement and evaluate information retrieval systems, the program includes details on current systems, the principles on which they are based on topics related to indexing, search, web retrieval and link analysis, and the evaluation methods used in the area.*

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

*Os tópicos do programa são expostos numa série de sessões tutoriais (exposição teórica e trabalho laboratorial). Cada grupo de estudantes define e realiza um projeto ao longo do semestre, com parte do desenvolvimento, acompanhamento, e avaliação, realizadas em aula.*

*Avaliação distribuída com exame final.*

*Projeto (60%) + Exame (40%)*

*Projeto: desenho e implementação de um sistema de pesquisa de informação desenvolvido em grupos de estudantes. O projeto está organizado em três entregas: proposta e arquitetura; processamento e caracterização da coleção; protótipo final.*

*Exame: prova de escolha múltipla, incluindo perguntas abertas.*

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

*The program topics are exposed in a series of tutorial sessions (theoretical exposition and laboratory work). Each students group defines and carries out a project throughout the semester, with part of the development, monitoring, and evaluation, carried out in class.*

*Distributed assessment with final exam.*

*Project (60%) + Exam (40%)*

*Project: design and implementation of an information research system developed in student groups. The project is organized in three deliverables: proposal and architecture; collection processing and characterization; final prototype.*

*Exam: Multiple choice test, including open-ended questions.*

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

*As aulas são organizadas em sessões teóricas, sessões tutoriais com exploração e desenvolvimento de soluções orientadas por guiões, e sessões de acompanhamento dos projetos. A exposição teórica fornece a motivação para os problemas e introduz os conceitos, as abordagens e as técnicas atuais. A escolha de um tema para o projeto, em que se favorece a ligação aos interesses de investigação dos estudantes, leva-os a analisar alguns dados e a refletir sobre a sua natureza e estrutura. O desenvolvimento de guiões e exploração de soluções atuais favorece a aprendizagem ativa e a familiarização com tópicos atuais. A realização de um projeto leva à reflexão sobre os cenários de aplicação, a exploração de ferramentas, e à avaliação dos resultados. Esta metodologia resulta na aquisição do conjunto de competências estabelecidas, relacionadas com os resultados dos trabalhos práticos, do estudo realizado, e da avaliação dos resultados obtidos.*

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

*Classes are organized into lectures, tutorial sessions with exploration and development of script-driven solutions, and project follow-up sessions. Theoretical exposition provides motivation for problems and introduces current concepts, approaches and techniques. The choice of a theme for the project, which favours the connection to students' research interests, leads them to analyse some data and to reflect on its nature and structure. Developing scripts and exploring current solutions favours active learning and familiarization with current topics. The realization of a project leads to reflection on application scenarios, exploration of tools, and evaluation of results. This methodology results in the acquisition of the set of established competencies, related to the results of the practical work, the study performed, and the evaluation of the results obtained.*

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

*Manning, C., Raghavan, P., & Schütze, H. (2008). Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press.  
Baeza-Yates, R., & Ribeiro-Neto, B. (2011). Modern Information Retrieval: (2nd Edition). Addison-Wesley.  
Croft, W. B., Metzler, D., & Strohman, T. (2010). Search Engines: Information Retrieval in Practice. Addison-Wesley.  
Hearst, M. (2009). Search User Interfaces. Cambridge University Press.*

### **Mapa IV - Processamento de Linguagem Natural**

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

*Processamento de Linguagem Natural*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Natural Language Processing*

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

*IA*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*-*

**4.4.1.7. Observations:**

-

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Henrique Daniel de Avelar Lopes Cardoso (TP-19.5h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Alípio Mário Guedes Jorge (TP-19.5h)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Esta unidade curricular fornece uma introdução à área do Processamento de Linguagem Natural (PLN). No final da mesma, os estudantes devem ter adquirido uma compreensão abrangente da área e do seu estado da arte, bem como tendências de investigação recentes. Os objetivos de aprendizagem incluem:*

- 1. Adquirir os conceitos linguísticos fundamentais relevantes para o processamento de texto em linguagem natural.*
- 2. Entender os algoritmos e as técnicas básicas e do estado da arte para lidar com texto em linguagem natural.*
- 3. Familiarizar-se com as ferramentas e os recursos linguísticos mais avançados em PLN.*
- 4. Compreender e empregar métricas de avaliação para diferentes tarefas da PLN.*
- 5. Ser capaz de formular um problema de classificação em PLN e resolvê-lo com as técnicas, algoritmos e ferramentas apropriados.*
- 6. Ler e compreender investigação atual sobre processamento de linguagem natural.*

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***This course provides an introduction to the field of Natural Language Processing (NLP). By the end of the course, students should have acquired a comprehensive understanding of the field and its state-of-the-art, and recent research trends. Learning goals include:*

- 1. Acquire the fundamental linguistic concepts that are relevant to processing natural language text.*
- 2. Understand both basic and state-of-the-art algorithms and techniques for dealing with natural language text.*
- 3. Familiarize with state-of-the-art NLP tools and linguistic resources.*
- 4. Understand and employ evaluation metrics for different NLP tasks.*
- 5. Be able to formulate an NLP classification problem and address it with the appropriate techniques, algorithms and tools.*
- 6. Read and understand current research on natural language processing.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:****1. Introdução ao Processamento de Linguagem Natural (PLN):**

- o Definições, tarefas, aplicações*
- o Disciplinas relacionadas*
- 2. Classificação de texto**
- o Representação*
- o Tokenization, stemming, lemmatization, stop-words*
- o Naïve Bayes*
- o Aprendizagem discriminativa*
- o Otimização online vs em batch, algoritmos*
- o Classificação não linear*
- o Métricas de avaliação*
- 3. Modelos de linguagem e etiquetagem sequencial**
- o Modelos de linguagem baseados em N-grams*
- o Smoothing e discounting*
- o Avaliação de modelos de linguagem*
- o Etiquetagem sequencial: o algoritmo de Viterbi*
- o HMM*
- o Part-of-Speech*
- o Análise de dependências e de constituintes*
- 4. Representação do significado**
- o Bases de dados lexico-semânticas*
- o Léxicos*
- o Representações densas de palavras*
- 5. Aprendizagem profunda para PLN**
- o CNN, RNN, LSTM*
- o Regularização e dropout*
- o Mecanismos de atenção*
- o Arquiteturas modernas*
- 6. Tarefas e Aplicações**

**4.4.5. Syllabus:**

- 1. Introduction to NLP**
  - o Definitions, tasks, applications*
  - o Neighboring disciplines*
- 2. Text classification**

- o Representation
- o Tokenization, stemming, lemmatization, stop-words
- o Naïve Bayes
- o Discriminative learning
- o Batch vs online optimization, algorithms
- o Non-linear classification
- o Evaluation metrics
- 3. Language models and sequence labeling
  - o N-gram language models
  - o Smoothing and discounting
  - o Evaluating language models
  - o Sequence labeling: the Viterbi algorithm
- o HMM
- o Part-of-Speech
- o Dependency and constituency parsing
- 4. Representing meaning
  - o Lexical semantic databases
  - o Lexicons
  - o Word embeddings
- 5. Deep Learning for NLP
  - o CNN, RNN, LSTM
  - o Regularization and dropout
  - o Attention mechanisms
  - o Modern architectures
- 6. Tasks and Applications

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

*Esta unidade curricular (UC) apresenta uma introdução à área do processamento de linguagem natural (PLN), cobrindo tópicos introdutórios e abordagens do estado da arte. A UC é voltada para abordagens e ferramentas existentes e para a sua utilização real em tarefas e aplicações específicas de PLN, introduzindo também tendências recentes de investigação.*

*Assim, os objetivos de aprendizagem 1, 2 e 4 serão assegurados pelos tópicos 1, 2 e 3, onde se abordam, de uma forma abrangente, a problemática do PLN, diferentes tipos de técnicas, tarefas e respetivas métricas de avaliação. O objetivo 3 é assegurado pelos tópicos 4 e 5, onde se exploram recursos, técnicas e ferramentas recentes, nomeadamente baseadas em aprendizagem profunda. O objetivo 5 será alcançado através de uma compreensão global das matérias abordadas. Finalmente, o objetivo 6 baseia-se nos tópicos 5 e 6, onde se exploram as propostas mais recentes no campo da investigação em PLN.*

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

*This course presents an introduction to the field of modern Natural Language Processing (NLP), covering both introductory topics and state-of-the-art approaches. The course is geared towards existing approaches and tools and to their actual use in specific NLP tasks and applications, introducing also recent research trends.*

*As such, learning outcomes 1, 2 and 4 are ensured by topics 1, 2 and 3, where the NLP problematic is addressed, together with different techniques, tasks and corresponding evaluation metrics. Learning outcome 3 is based on topics 4 and 5, where recent resources, techniques and tools are explored, namely those based on deep learning. Learning outcome 5 is supported by an overall understanding of the topics covered in the course. Finally, learning outcome 6 is based on the topics 5 and 6, where the most recent proposals in NLP research are explored.*

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

*Os tópicos do curso serão abordados com aplicações motivadoras e com exemplos de código-fonte, quando aplicável. O objetivo é apresentar as ferramentas que serão utilizadas nos trabalhos práticos o mais cedo possível. Ao mesmo tempo, serão fornecidas sugestões para literatura relacionada, como oportunidades de leitura adicional. Os estudantes serão convidados a fazer breves apresentações sobre as tendências recentes de investigação em PLN. Pequenos testes em sala de aula serão usados para apreender a retenção dos principais conceitos.*

*A avaliação será composta por:*

- 2 trabalhos práticos (2x6/20)
- 1 apresentação oral relacionada com uma direção de investigação recente (2/20)
- 1 exame final (6/20)

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

*Course topics will be covered with motivating applications, and with source code examples, where applicable. The aim is to introduce the tools that are to be used in practical assignments as soon as possible. At the same time, pointers to related literature will be given as further reading opportunities. Students will be asked to make short presentations on recent research trends in NLP. Short in-class quizzes will be used to assess the retention of the main concepts.*

*Evaluation will be composed of:*

- 2 practical assignments (2x6/20)
- 1 oral presentation related with a recent research direction (2/20)
- 1 final exam (6/20)

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

*As metodologias de ensino permitirão que os estudantes adquiram os conceitos fundamentais de PLN e como eles são empregues na prática. Os trabalhos práticos permitirão aos estudantes adquirir experiência no uso de ferramentas e técnicas existentes para diferentes tarefas de PLN. A leitura e a apresentação de trabalhos de investigação recentes fornecerão um entendimento apropriado das tendências atuais do PLN. O exame final avaliará a compreensão dos conceitos e algoritmos fundamentais.*

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

*The teaching methodologies will enable students to acquire both the fundamental concepts in NLP and how they are employed in practice. Practical assignments will allow students to acquire expertise in using existing tools and techniques for different NLP tasks. Reading and presenting recent research works will provide a fair understanding of current trends in NLP. The final exam will assess the understanding of the fundamental concepts and algorithms.*

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

*Eisenstein, J. (2019). Introduction to Natural Language Processing. MIT Press.*

*Jurafsky, D. & Martin, J.H. (2020). Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition, 3rd edition. Prentice Hall.*

*Goldberg, Y. (2017). Neural Network Methods for Natural Language Processing. Morgan & Claypool Publishers.*

**Mapa IV - Preparação da Dissertação**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Preparação da Dissertação*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Dissertation Planning*

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

*EICTM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*121.5*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*26 (26TP)*

**4.4.1.6. ECTS:**

*4.5*

**4.4.1.7. Observações:**

-

**4.4.1.7. Observations:**

-

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

*Maria Cristina de Carvalho Alves Ribeiro (TP-26h)*

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

*<sem resposta>*

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

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

*1. Interpretar uma proposta de trabalho de investigação, refiná-la e descrevê-la;*

*2. Num tema de investigação escolhido, pesquisar e selecionar publicações em bases de dados de publicações científicas e outros tipos de publicação;*

*3. Descrever o processo de divulgação científica e de publicação de resultados, incluindo a preparação de manuscritos, a avaliação e o registo de publicações;*

*4. Escolher métodos de investigação apropriados para a engenharia informática;*

*5. Elaborar um plano de trabalhos e um calendário para uma dissertação de mestrado;*

6. *Escrever um estudo de trabalhos relacionados para um tema de investigação, com base na pesquisa bibliográfica;*
7. *Comunicar resultados de investigação e apresentar o trabalho realizado na preparação da dissertação de mestrado.*

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

*At the end of this curricular unit the student should be able to:*

1. *Interpret a research work proposal, refine it and describe it;*
2. *In a chosen research theme, research and select publications in databases of scientific publications and other types of publication;*
3. *Describe the process of scientific dissemination and publication of results, including manuscript preparation, evaluation and recording of publications;*
4. *Choose appropriate research methods for informatics engineering;*
5. *Develop a work plan and calendar for a master's dissertation;*
6. *Write a study of related works for a research theme, based on bibliographic research;*
7. *Communicate research results and present the work done in the preparation of the master dissertation.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Métodos e técnicas em projetos de investigação*
2. *Métodos sistemáticos de pesquisa de informação científica*
3. *Conceção e realização de trabalhos para publicação*
4. *Tutoriais convidados*
5. *Conceção, elaboração e defesa do relatório do projeto de dissertação*

#### 4.4.5. Syllabus:

1. *Methods and techniques in research projects*
2. *Systematic methods of researching scientific information.*
3. *Design and execution of works for publication*
4. *Guest Tutorials*
5. *Design, preparation and defense of the dissertation project report*

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

*Os conteúdos programáticos estão focados em fornecer os conhecimentos e competências necessários à realização das várias atividades de um trabalho de dissertação de mestrado ou de um trabalho de investigação em contexto similar.*

*Mais especificamente, os tópicos programáticos (T) suportam os objetivos de aprendizagem (O) da seguinte forma:*

*T1 -> O4 (escolher métodos de investigação)*

*T2 -> O2 (pesquisar informação científica)*

*T3 -> O3 (divulgar e publicar resultados científicos)*

*T5 -> O1, O5, O6, O7 (desenvolver e apresentar o relatório do projeto de dissertação)*

*Os tutoriais convidados (T4) podem estar associados com quaisquer dos outros tópicos e correspondentes objetivos de aprendizagem.*

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

*The syllabus is focused on providing the knowledge and skills necessary to perform the various activities of a master dissertation work or a research work in a similar context.*

*More specifically, the topics in the syllabus (T) support the learning outcomes (O) as follows:*

*T1 -> O4 (choose research methods)*

*T2 -> O2 (search for scientific information)*

*T3 -> O3 (disseminate and publish scientific results)*

*T5 -> O1, O5, O6, O7 (develop and present the dissertation project report)*

*The invited tutorials (T4) may be associated with any of the other topics and corresponding learning outcomes.*

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

*A atividade nas aulas divide-se entre:*

*- a exposição de tópicos relacionados com metodologias de investigação em engenharia informática (métodos de investigação, pesquisa bibliográfica e elaboração de documentos de estado da arte, escrita e organização de uma dissertação de mestrado, comunicação de resultados de investigação);*

*- apresentação e discussão dos temas de dissertação, em duas sessões públicas com a participação dos orientadores, no início do semestre (sobre a proposta de tema) e no final do semestre (sobre o trabalho preliminar realizado, o plano de trabalho e os resultados obtidos), sendo esta última avaliada por um júri com formato semelhante ao da defesa da dissertação.*

*No final, os estudantes submetem um relatório sobre o trabalho efetuado para a dissertação de mestrado.*

*Fórmula de avaliação: CF = 25% At + 20% APi + 25% APf + 30% M, em que:*

*CF: Classificação Final*

*At: Atividades no Moodle*

*APi: Apresentação Inicial*

*APf: Apresentação Final*

*M: Monografia (mínimo 10)*

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

*Class activity is divided between:*

- *the presentation of topics related to research methodologies in informatics engineering (research methods, bibliographic research and preparation of state of the art documents, writing and organization of a master's dissertation, communication of research results);*
- *presentation and discussion of the dissertation topics, in two public sessions with the participation of supervisors, at the beginning of the semester (on the theme proposal) and at the end of the semester (on the preliminary work carried out, the work plan and the results obtained), the latter being evaluated by a jury with a format similar to the defense of the dissertation.*

*At the end, students submit a report on the work done for the master's thesis.*

*Evaluation formula: CF = 25% At + 20% APi + 25% APf + 30% M, where:*

*CF: Final Classification*

*At: Moodle Activities*

*APi: Initial Presentation*

*APf: Final Presentation*

*M: Monograph (minimum 10)*

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

*Esta unidade curricular acompanha o processo de organização e trabalho preliminar da dissertação do Mestrado em Engenharia Informática e Computação, em que os estudantes devem:*

- *Familiarizar-se com os processos, metodologias e práticas associados à investigação científica, tomando como exemplo a investigação em engenharia informática.*
- *Refletir sobre o pensamento crítico e sobre a sua aplicação nas ciências.*
- *Elaborar e apresentar um plano de um projeto de dissertação, incluindo o respetivo estado da arte, em tema a selecionar.*

*Os estudantes completam esta unidade curricular antes do semestre em que a dissertação é realizada a tempo inteiro. O esforço da unidade é o equivalente a 4.5 ECTS e é ocupado com a escolha e familiarização com o tema da dissertação, com o estudo do estado da arte no domínio da dissertação e com a realização de trabalho preliminar que permita no semestre da dissertação um trabalho intenso, bem focado e com boa apresentação de resultados.*

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

*This curricular unit accompanies the process of organization and preliminary work of the dissertation of the Master in Informatics and Computing Engineering, in which students must:*

- *Become familiar with the processes, methodologies and practices associated with scientific research, taking as an example research in informatics engineering;*
- *Reflect on critical thinking and its application in the sciences.*
- *To elaborate and present a dissertation plan, including the state of the art, in a theme to be selected.*

*Students complete this course before the semester in which the dissertation is held full time. The effort of the unit is equivalent to 4.5 ECTS and is occupied with the choice and familiarization with the dissertation theme, with the study of the state of the art in the dissertation domain and with the accomplishment of preliminary work that allows in the semester of the dissertation an intense work, well focused and with good results presentation.*

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

*Bibliografia obrigatória:*

*Davis, M., Davis, K. J., & Dunagan, M. (2012). Scientific papers and presentations. Academic press.*

*Zobel, J. (2004). Writing for computer science (Vol. 8). New York NY: Springer.*

*a Scientist, O. B. (2009). /Committee on Science, Engineering, and Public Policy. National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, and Institute of Medicine.–Washington, DC: National Academy Press, 82, 54.*

*Bibliografia complementar:*

*Oliveira, L.A. (2011). Dissertação e Tese em Ciência e Tecnologia Segundo Bolonha. Lidel.*

*Wazlawick, R.S. (2009). Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação, 1ª ed. Elsevier.*

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

*Otimização*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Optimization*

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

*MTDQTG*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:**

162

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

39 TP

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***José Fernando da Costa Oliveira TP-39h (3 turmas)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Maria Beatriz Brito Oliveira TP-39h (3 turmas)**Luís Filipe Ribeiro dos Santos Guimarães TP-39h (3 turmas)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Dotar os estudantes com competências para:*

- *identificar e abordar de forma hábil e estruturada problemas de decisão;*
- *construir modelos de problemas de decisão;*
- *identificar e recorrer a métodos analíticos para obtenção de soluções para os modelos construídos, como suporte para decisões fundamentadas;*
- *usar solvers de otimização para análise e obtenção de soluções para os modelos construídos.*

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

- *identify and address decision problems in a structured way;*
- *build models of decision problems;*
- *identify and use analytical methods to obtain solutions for the models, that should act as a support for informed decisions;*
- *use optimization solvers to analyse and obtain solutions for the models.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:***Modelação de problemas de programação linear com variáveis contínuas.**Programação Linear (resolução gráfica e análise de sensibilidade).**Utilização de software de otimização para a resolução de problemas de programação linear com variáveis contínuas e para a geração de relatórios de análise de sensibilidade.**Modelação de problemas em redes com modelos de programação linear.**Modelação de problemas de programação linear com variáveis inteiras e binárias.**Resolução de problemas de programação linear com variáveis inteiras e binárias.**Programação estocástica (conceitos e fundamentos).**Programação estocástica em dois estágios.**O valor da informação e da solução estocástica.***4.4.5. Syllabus:***Modelling of linear programming problems with continuous variables.**Linear Programming (graphical resolution and sensitivity analysis).**Resolution of linear programming problems with continuous variables and generations of sensitivity reports using optimization software.**Modelling of network problems as linear programming models.**Modelling of linear programming problems with integer and binary variables.**Resolution of linear programming problems with integer and binary variables.**Stochastic programming (concepts and fundamentals).**Two-stage stochastic programming.**The Value of Information and the Stochastic Solution.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*O objetivo principal desta UC é, através da criação de modelos, desenvolver competências para análise de um conjunto vasto de situações reais. Essas competências baseiam-se na capacidade de reconhecer o problema-chave numa situação não estruturada e desenvolver uma estrutura para analisar e tratar o problema, e na aplicação de métodos analíticos na sua resolução.*

*Atendendo a que Otimização é a UC base da Investigação Operacional e à definição de Investigação Operacional disponível no sítio da internet da Sociedade de Investigação Operacional do Reino Unido, encontramos um emparelhamento perfeito desta UC científica com os objetivos declarados:*

*“Operational research is the discipline of applying advanced analytical methods to help make better decisions. By using techniques such as problem structuring methods [...] and mathematical modeling to analyze complex situations, operational research gives executives the power to make more effective decisions and build more productive systems”.*

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

*The main objective of this course is, through the creation of models, develop skills for analysing a wide range of real situations. These competencies are based on the ability to recognize the key problem in a non-structured situation and develop a framework for analysing and treating the problem, and on the application of analytical methods for its resolution.*

*Taking into account that Optimization is the fundamental discipline of Operational Research, looking at the definition of operational research available at the UK Operational Research Society's website, we find a perfect match between this scientific field and the declared objectives:*

*“Operational research is the discipline of applying advanced analytical methods to help make better decisions. By using techniques such as problem structuring methods [...] and mathematical modeling to analyze complex situations, operational research gives executives the power to make more effective decisions and build more productive systems”.*

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

*Exposição dos temas programáticos, sempre que possível com recurso a métodos de aprendizagem ativa. A exposição será sempre ilustrada por casos, exemplos e problemas. Esclarecimento de dúvidas sobre a resolução dos problemas propostos. A avaliação terá uma componente distribuída (um quiz em cada aula do semestre) com um peso de 50%, um trabalho com um peso de 20% e um exame final com um peso de 30%.*

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

*The themes are presented using active learning methods. The problems are illustrated with examples. The problems from a list of proposed problems are discussed and solved by the students. Assessment will include a continuous assessment component (a quiz in every class of the semester) with a weight of 50%, a homework with a weight of 20% and a final exam with a weight of 30%.*

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

*Os princípios da aprendizagem ativa estão já bem estabelecidos na Pedagogia como conduzindo a uma melhor e mais duradoura aprendizagem por parte do estudante, por o comprometer completamente no processo da sua própria aprendizagem. Assim, todas as atividades levadas a cabo durante as aulas visam implementar os princípios da aprendizagem ativa e, ao mesmo tempo, consolidar de imediato (pela aplicação) os conceitos acabados de apreender a partir de exposição do professor.*

*A componente prática da aula é organizada segundo os princípios da aprendizagem cooperativa. Os estudantes organizam-se em grupos de 4 elementos e procuram durante a aula resolver os problemas que são indicados pelo docente, de uma forma colaborativa. O docente apoia cada grupo nas dificuldades que este não consegue ultrapassar na sua discussão interna, funcionando como um*

*facilitador da aprendizagem e não como o centro da aula. A aula prática deve funcionar como uma consolidação da aprendizagem iniciada na aula teórica e no estudo individual prévio. Esta consolidação é ainda mais reforçada através da avaliação individual que semanalmente é realizada. No fim*

*da aula, um pequeno exercício deve ser resolvido (sem consulta) pelos estudantes, que é corrigido e discutido com os estudantes na semana seguinte, reforçando assim a componente de avaliação formativa. Estes exercícios endereçam os níveis mais baixo do domínio cognitivo da aprendizagem segundo a taxonomia de Bloom. O trabalho avalia a capacidade de interpretar e implementar modelos de programação linear de alguma complexidade, e de alterar ou incorporar restrições nesses modelos de forma a adaptá-los a novas situações. O exame final consiste na oportunidade de avaliar os níveis mais elevadas da taxonomia, exigindo-se capacidades de síntese e de utilização do conhecimento consolidado em contextos novos.*

*A metodologia de ensino e de avaliação está portanto, em total coerência com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.*

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

*The active learning principles are already well established in Pedagogy, as leading the student to better and longer duration learning outcomes, once it fully involves the student in its own learning process. Therefore, all activities developed in class are meant to implement the active learning principles and, at the same time, to immediately consolidate (by doing) the concepts just learned from the teacher lecture.*

*The practical component of the classes is organized according to the principles of cooperative learning. Students are organized in groups of 4 and try to solve, during the class, the problems proposed by the teacher, in a collaborative way. The teacher supports each group in the difficulties that are not overcome in the group's internal discussion, acting as a facilitator of the students' learning process and not as the center of the class. The practice classes are supposed to work as a consolidation of the learning process started in the lecture class and in the student's self-study. This consolidation is even further reinforced by the individual assessment that weekly is run. At the end of the class a*

*small exercise has to be solved (closed book) by the students, which is marked and discussed with them in the following week, reinforcing the formative component of the assessment. These exercises address the lower levels of cognitive domain of the taxonomy of Bloom. The teaching and assessment methodologies are, therefore, in complete coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.*

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

##### *Bibliografia Obrigatória*

*- Documentação de apoio a Otimização*

*(Disponível a partir da página web da unidade curricular)*

##### *Bibliografia Complementar*

*- Hillier, F. S. (2001). Introduction to operations research. McGraw Hill. ISBN: 0-07-118163-6*

*- Taha, H. A. (1997). Operations research: an introduction. Prentice-Hall. ISBN: 0-13-281172-3 (brochada)*

*- Birge, J. R. & Louveaux, F. (2011). Introduction to Stochastic Programming. Springer-Verlag New York. ISBN (e-book) 978-1-4614-0237-4; (soft cover) 978-1-4939-3703-5*

### **Mapa IV - Modelos de Negócio para a Economia Digital**

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

*Modelos de Negócio para a Economia Digital*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Business Models for the Digital Economy*

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

*MTDQTG*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 TP*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*-*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*-*

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

*João Alberto Vieira Campos Pereira Claro (TP-19,5h)*

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

*Lia Raquel Neto Martins de Lima Patrício (TP-19,5h)*

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

*Após a aprovação nesta unidade curricular, os estudantes deverão ser capazes de:*

*1. Recordar os conceitos e características fundamentais da economia digital.*

*2. Utilizar esses conceitos e características no desenvolvimento e análise de novos modelos de negócio da economia digital.*

*3. Recordar as principais características, tipologias e fatores de sucesso de modelos de negócio assentes em plataformas, "as a service", e assentes em dados e informação.*

*4. Utilizar estes conhecimentos para analisar áreas de negócio relacionadas com a economia digital, combinando um entendimento dos principais aspetos tecnológicos e de negócio em jogo.*

*5. Recordar o estado e as perspetivas de desenvolvimento, e o potencial de impacto de tecnologias emergentes na economia digital.*

*6. Aplicar estes conhecimentos para analisar as implicações de tecnologias emergentes para a mudança em áreas estabelecidas e emergentes da economia digital.*

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

*After approval in this course unit, the students should be able to:*

1. Recall the fundamental concepts and characteristics of the digital economy.
2. Use those concepts and characteristics in the development and analysis of new business models in the digital economy.
3. Recall the key characteristics, typologies and success factors of platform-based, “as a service”, and data-driven business models.
4. Use this knowledge to analyze digital economy-related business areas, combining an understanding of the main technology and business issues involved.
5. Recall the state and perspectives of development, and the potential impact of emerging technologies on the digital economy.
6. Apply this knowledge to analyze the implications of emerging technologies on change in established and emerging areas of the digital economy.

**4.4.5. Conteúdos programáticos:****1. Economia digital****1.1. Conceitos fundamentais de economia digital**

**1.2. Características chave da economia digital: comércio eletrónico, mobilidade, utilização de dados, efeitos de rede, plataformas**

**2. Novos modelos de negócio da economia digital**

**2.1. Modelos de negócio assentes em plataformas: estratégias de criação de plataformas e dinâmica de ecossistemas.**

**2.2. Produtos, serviços e software as a service: modelos de negócio de empresas de software, software as a service e cloud computing.**

**2.3. Modelos de negócio assentes em dados e informação: estratégias para a aquisição, análise e geração de dados; modelos de receita baseados em dados; abordagens baseadas em Inteligência Artificial/Aprendizagem Computacional.**

**3. Aplicações emergentes de modelos de negócio da economia digital: Internet of Things; Sharing Economy, Blockchain, Cybersecurity, Quantum Computing**

**4.4.5. Syllabus:****1. Digital Economy****1.1. Fundamentals of the digital economy**

**1.3. Key features of the digital economy: e-commerce, mobility, reliance on data, network effects, platforms**

**2. New business models for the digital economy**

**2.1. Platform based business models: platform strategies and ecosystem dynamics**

**2.2. Products, services and software as a service: new business models for software companies, software as a service and cloud computing**

**2.3. Data-driven business models: strategies for acquisition, analysis and monetization of data; revenue models for data-driven businesses; Artificial Intelligence/Machine Learning-based approaches.**

**3. Emerging applications of business models for the digital economy: Internet of Things, Sharing Economy; Blockchain, Cybersecurity, Quantum Computing.**

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

*Para a unidade curricular são propostos três grupos de objetivos específicos, que têm um mapeamento biunívoco com os três grupos de conteúdos programáticos, o que evidencia de forma clara esta coerência.*

*Cada objetivo e grupo de conteúdo programático constitui ainda uma base para o desenvolvimento dos seguintes, com os conceitos e características da economia digital a fundamentarem um entendimento dos novos modelos de negócio da economia digital, e ambos a permitirem analisar as implicações de tecnologias emergentes para a mudança em áreas estabelecidas e emergentes da economia digital.*

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

*The curricular unit has three sets of intended learning outcomes, which have a two-way mapping to the three sets of syllabus topics, thus making unequivocally clear this coherence.*

*Each objective and syllabus group establishes a foundation for the development of the following ones, with the fundamental concepts and characteristics of the digital economy enabling an understanding of new business models for the digital economy, and both enabling the analysis of the implications of emerging technologies on change in established and emerging areas of the digital economy.*

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

**A1. As aulas teóricas serão usadas para a apresentação de conceitos, sendo acompanhada da apresentação de casos e sua discussão.**

**A2. As aulas práticas envolverão a discussão de casos, havendo casos de discussão e casos de avaliação:**

**Os casos de discussão serão disponibilizados aos alunos na semana anterior e serão discutidos em aula, sem avaliação sumativa.**

**Os 3 casos de avaliação serão disponibilizados no início do semestre, e os alunos deverão realizar um relatório de 20 slides e fazer a discussão em aula, contando o relatório e discussão para a avaliação de frequência.**

**Avaliação distribuída com exame final:**

**60% da classificação final - apresentação e discussão de três casos de estudo (trabalho em grupo);**

**15% da classificação final - participação individual na discussão dos casos;**

25% da classificação final-exame final.

Nota mínima de 37,5% em cada uma das componentes de avaliação.

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

**A1. LECTURES** Lectures will focus on the fundamental management concepts and tools, which provide the basis for the applied work.

**A2. CASE STUDY ANALYSIS AND DISCUSSION** The practical classes will focus on case study analysis and discussion, with two types: a) Case study discussion in class of cases made available the previous week, with no evaluation; b) 3 case study analysis, report and discussion in class, which will count for the frequency evaluation.

Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam

Terms of frequency: Students are required to complete a group assignment :

Analysis and discussion of 3 cases studies (60% of final grade)

Individual participation in case study discussion (15% of final grade)

Minimum classification of 37,5% in each of the evaluation components.

Formula of evaluation: Final grade = 0,6\* (analysis and discussion of four case studies)+ 0,15\*(individual participation in case study discussion) +0,25\* exam.

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

A metodologia de ensino integra um conjunto de aulas teóricas de exposição e discussão no sentido de fomentar a compreensão dos conceitos e ferramentas de modelos de negócio para a economia digital. As aulas práticas irão centrar-se na análise e discussão de casos, no sentido de desenvolver a capacidade de aplicar os conceitos e ferramentas a contextos reais, bem como desenvolver as competências analíticas, de comunicação e de tomada de decisão em modelos de negócio para a economia digital.

Assim, as atividades de apresentação, análise e discussão de casos endereçam especificamente os objetivos de aprendizagem 2 (análise de novos modelos de negócio da economia digital), 4 (analisar áreas de negócio relacionadas com a economia digital) e 6 (analisar as implicações de tecnologias emergentes para a mudança em áreas estabelecidas e emergentes da economia digital), ajudando também a endereçar os restantes objetivos de aprendizagem focados na aquisição de conhecimentos (1, 3 e 5), que são também endereçados pela exposição e discussão nas aulas teóricas e estudo de literatura.

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

The teaching methodologies integrate theoretical lectures with the presentation and discussion of concepts and tools related to business models for the digital economy. Practical classes focus on the analysis and discussion of case studies, to develop competences to apply management concepts and tools to real world contexts, as well as to develop analytical, communication and decision-making skills in the area of business models for the digital economy. Thus, the activities of presentation, analysis and discussion of case studies specifically address learning outcomes 2 (analysis of new business models in the digital economy), 4 (analyze digital economy-related business areas) and 6 (analyze the implications of emerging technologies on change in established and emerging areas of the digital economy), also helping to address the remaining learning outcomes focused on knowledge acquisition (1, 3 and 5), which are also addressed by exposure and discussions in theoretical classes and study of literature.

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

Chaffey, D., Hemphill, T., & Edmundson-Bird, D. (2019). *Digital business and e-commerce management*. Pearson UK.

Weill, P., & Woerner, S. (2018). *What's Your Digital Business Model?: Six Questions to Help You Build the Next-generation Enterprise*. Harvard Business Press.

Cusumano, M. A., Yoffie, D. B., & Gawer, A. (2019). *The Business of Platforms: Strategy in the Age of Digital Competition, Innovation, and Power* (HarperCollins Publishers).

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). *Machine, platform, crowd: Harnessing our digital future*. WW New York: Norton & Company.

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW Norton & Company.

### Mapa IV - Modelação e Simulação

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Modelação e Simulação

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

Modelling and Simulation

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

IA

#### 4.4.1.3. Duração:

Semestral

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

162

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

39 (39TP)

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

-

**4.4.1.7. Observations:**

-

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Rosaldo José Fernandes Rossetti (TP-39h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Os objetivos da unidade curricular são:*

1. *Apresentar os conceitos básicos de modelação e simulação e as suas áreas de aplicação*
2. *Apresentar as principais fases do ciclo de vida de um projeto de simulação*
3. *Apresentar os principais tipos de modelos e a sua adequação ao tratamento de diferentes problemas*
4. *Apresentar os principais aspetos arquiteturais das ferramentas de modelação e simulação*
5. *Introduzir ferramentas de modelação e simulação*

*Após concluir com sucesso a unidade curricular, o estudante deverá ser capaz de:*

1. *Identificar problemas, construir modelos e desenvolver projetos de simulação*
2. *Analisar e aplicar resultados de simulação*
3. *Incluir técnicas de simulação em diferentes áreas de engenharia e investigação*
4. *Demonstrar entendimento das principais áreas de interesse e atuais desafios na área de modelação e simulação*
5. *Utilizar ferramentas de modelação e simulação*
6. *Projetar e implementar ferramentas e ambientes de simulação para fins específicos ou gerais*

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The goals of this course unit are:*

1. *to present the basic concepts of modelling and simulation and their areas of application*
2. *to present the different phases of the life cycle of a simulation project*
3. *to present the main types of models and their adequacy to the treatment of different problems*
4. *to present the main architectural aspects of modelling and simulation tools*
5. *to introduce modelling and simulation tools.*

*After the successful completion of this course, students should be capable of:*

1. *Identifying problems, developing models and simulation projects*
2. *Analysing and applying simulation results*
3. *Including simulation techniques in the scientific method of different areas of research*
4. *Showing their knowledge of the main areas of interest and current challenges in the area of modelling and simulation*
5. *Using modelling and simulation tools*
6. *Designing and implementing tools and simulation environment for special or general purposes.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**1. *Revisão e apresentação de conceitos:*

- a. *Simulação como metodologia de engenharia;*
- b. *Modelação (realismo, abstração) e tipos de modelos (normativos, comportamentais, ...);*
- c. *Metáforas de modelação e técnicas de simulação;*
- d. *Preparação e tratamento de dados;*
- e. *Modelação de sistemas complexos e processos estocásticos;*

2. *Projetos de simulação:*

- a. *Técnicas básicas de simulação: simulação contínua, discreta e probabilística;*
- b. *O ciclo de vida da simulação: modelação, recolha e preparação de dados, projetos de cenários, teste, calibração e validação de modelos, análise de resultados e implementação;*
- c. *Linguagens e ambientes de simulação;*

**3. Tópicos avançados em modelação e simulação:**

- a. Simulação orientada a objetos;
  - b. Simulação distribuída;
  - c. Modelação e simulação interativa visual;
  - d. Simulação inteligente;
  - e. Modelação e Simulação baseada em agentes;
  - f. Ambientes de simulação e simulação de ambientes;
4. Aplicações avançadas de simulação;
  5. Projeto.

**4.4.5. Syllabus:****1. Review and presentation of concepts:**

- a. Simulation as an engineering methodology;
- b. Modelling (realism, abstraction) and types of models (normative, behavioural....);
- c. Modelling metaphors and simulation techniques;
- d. Data preparation and treatment;
- e. Modelling of complex systems and stochastic processes;

**2. Simulation projects:**

- a. Basic techniques of simulation: continuous, discrete and probabilistic simulation;
- b. Simulation life cycle: data modelling, collection and preparation; test, calibration and validation of models, results analysis and implementation;
- c. Languages and environments of simulation.

**3. Advanced topics in modelling and simulation:**

- a. Object-oriented simulation;
  - b. Distributed simulation;
  - c. Visual interactive modelling and simulation;
  - d. Intelligent simulation;
  - e. Agent-based modelling and simulation;
  - f. Simulation environments and simulation of environments;
4. Advanced applications of simulation;
  5. Project.

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

Os pontos 1, 2, e 3 do programa capacitarão o estudante a i) “identificar problemas, construir modelos e desenvolver projetos de simulação”. Vários estudos de caso são apresentados, detalhados e discutidos no ponto 4 do programa, proporcionando ao estudante uma visão pragmática da simulação, servindo de casos de referência que lhe capacitarão a ii) “analisar e aplicar resultados de simulação”. A realização de um projeto completo, previsto no ponto 5 do programa, servirá de laboratório para o estudante desenvolver as suas habilidades para iii) “incluir técnicas de simulação em diferentes áreas de engenharia e investigação”, iv) “demonstrar entendimento prático das principais áreas de interesse e atuais desafios na área de modelação e simulação”, e v) “utilizar ferramentas de modelação e simulação”. A realização do projeto poderá implicar a necessidade de vi) “projetar e implementar ferramentas e ambientes de simulação para fins específicos ou de propósito geral”.

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

Points 1, 2, and 3 of the syllabus will enable students to i) “identify problems, build models and develop simulation projects”. Several case studies are presented, detailed and discussed in section 4 of the syllabus, providing the students with a pragmatic view of computer simulation and serving as reference cases that will enable them to ii) “analyse and apply results obtained from simulation”. The development of a project, planned in section 5 of the syllabus, will serve as a laboratory for students to develop their skills to iii) “include simulation techniques in different areas of engineering and research”, iv) “demonstrate practical understanding of key areas of interest and current challenges in modelling and simulation”, as well as v) “use modelling and simulation tools.” The realization of the project will also imply the need to vi) “design and implement simulation tools and environments for specific or general purpose.”

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

A metodologia de ensino incluirá:

- Aulas teóricas, para apresentação e discussão de conceitos;
- Aulas práticas em regime tutorial, para realização de projeto;
- Realização de projeto de simulação;
- Escrita de artigo;
- Apresentação oral dos resultados do projeto.

Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final

Condições de Frequência: A obtenção de frequência implica nota  $\geq 8,0$  em todas as componentes constituintes da avaliação distribuída (AD).

Componentes de avaliação:

- Participação ativa do estudante (PE): 10%
- Desenvolvimento do projeto (P): 60%
- Relatório/artigo do projeto (R): 20%

- *Demo/discussão do projeto (D): 10%*

*Avaliação final:  $AD = 0.1*PE + 0.6*P + 0.2*R + 0.1*D$*

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

*Teaching methodology will include:*

- *Theory classes, to present and to discuss conceptual aspects;*
- *Practical tutorial-based classes, to develop a simulation project;*
- *Development of a simulation project;*
- *Paper writing-up;*
- *Oral presentation of project results.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation without final exam*

*Terms of frequency: To be admitted in the assessment process, students have to reach markings  $\geq 8.0$  in the continuous assessment (CA) components.*

*Evaluation components:*

- *Student active participation (SP): 10%*
- *Project development (P): 60%*
- *Project report/paper (R): 20%*
- *Project demo/presentation and discussion (D): 10%*

*Final mark:  $CA = 0.1*SP + 0.6*P + 0.2*R + 0.1*D$*

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

*As aulas teóricas, para apresentação e discussão de conceitos, irá introduzir as bases teóricas necessárias à correta compreensão da área de modelação e simulação, das suas aplicações práticas, do estado da arte, e dos desafios para o seu desenvolvimento e evolução. Serão ainda discutidos estudos de casos numa perspetiva mais pragmática e aplicada, com a identificação das diferentes abordagens aplicadas a diferentes situações. Esta metodologia de trabalho permitirá aos estudantes desenvolverem as suas habilidades de i) “identificar problemas, construir modelos e desenvolver projetos de simulação”, ii) “analisar e aplicar resultados de simulação” e iii) “incluir técnicas de simulação em diferentes áreas de engenharia e investigação”. As aulas práticas em regime tutorial, servirão à realização de um projeto de simulação completo, em que os estudantes poderão aplicar praticamente os conhecimentos adquiridos, desenvolvendo a sua habilidade de iv) “demonstrar entendimento das principais áreas de interesse e atuais desafios na área de modelação e simulação”, assim como de v) “utilizar ferramentas de modelação e simulação” e de vi) “projetar e implementar ferramentas e ambientes de simulação para fins específicos ou de propósito geral” sempre que for necessário. A escrita de artigo, assim como a apresentação oral dos resultados do projeto reforçarão a capacidade dos estudantes de discutir técnicas de modelação e simulação como componentes essenciais em projetos de engenharia e de investigação. Desta forma, a metodologia de ensino e avaliação da unidade curricular contribui diretamente para o desenvolvimento das competências desejadas como resultado de aprendizagem desta unidade curricular, identificados anteriormente.*

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

*Theoretical classes, for presentation and discussion of concepts, will introduce the theoretical foundations necessary for the correct understanding the modelling and simulation field, its practical applications, the state of the art, and the challenges for its development and evolution. Case studies will also be discussed in a rather pragmatic and applied perspective, identifying the different approaches applied to different situations. This work methodology will enable students to develop their skills in i) “problem identification, model building and development of simulation projects”, ii) “analysing and applying simulation results” and iii) “including simulation techniques in different engineering areas and research”. Tutorial classes will provide students with the appropriate platform do develop a complete simulation project in which students will be able to apply practically the acquired knowledge, developing their ability to iv) “demonstrate understanding of the main areas of interest and current challenges in modelling and simulation”, as well as to v) “use modelling and simulation tools” and to vi) “design and implement simulation tools and environments for specific or general purposes” as needed. Writing up an article and making an oral and public presentation of the project results will reinforce students’ ability to discuss modelling and simulation techniques as essential components in engineering and research projects. Thus, the teaching and assessment methodology of this course contributes directly to the development of the desired skills as a learning outcome of this course, as identified earlier on.*

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

*Law, A.M. (2014). Simulation Modeling and Analysis (5th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.*  
*Banks, J., Carson II, J.S., Nelson, B.L., & Nicol, D.M. (2014). Discrete-Event System Simulation (5th ed.). Essex, UK: Pearson.*  
*Downey, A.B. (2017). Modeling and Simulation in Python. Needham, MA: Green Tea Press.*  
*Osaís, Y.E. (2018). Computer Simulation: A Foundational Approach Using Python. Boca Raton, FL: CRC Press.*  
*Chung, C.A. (2004). Simulation Modeling Handbook: A Practical Approach. Boca Raton, FL: CRC Press.*  
*Teixeira, J.M.F., Brito, A.E.S.C. (2006). Simulação por computador. Porto: Publindustria.*

#### Mapa IV - Métodos Formais para Sistemas Críticos

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Métodos Formais para Sistemas Críticos***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Formal Methods for Critical Systems***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***ESW***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***39 (39TP)***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 Carlos Pascoal Faria (TP-39h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final da unidade curricular os estudantes devem ser capazes de:*

- 1. Identificar os principais conceitos e técnicas associados ao desenvolvimento e certificação de sistemas críticos (“safety critical”) baseados em software.*
- 2. Identificar os principais conceitos e técnicas de especificação e verificação formal de sistemas baseados em software e reconhecer a sua importância e aplicabilidade.*
- 3. Aplicar métodos de verificação formal por prova de teoremas a sistemas de software sequenciais de pequena e média complexidade com suporte de ferramentas.*
- 4. Aplicar métodos de verificação formal por “model checking” a sistemas de software reativos de pequena e média complexidade com suporte de ferramentas.*

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***At the end of the course students should be able to:*

- 1. Identify the key concepts and techniques associated with the development and certification of safety critical software-based systems.*
- 2. Identify the main concepts and techniques for the formal specification and verification of software-based systems, and recognize their importance and applicability.*
- 3. Apply formal verification methods based on theorem proving and refinement to sequential software systems of small to medium complexity with tool support.*
- 4. Apply formal verification methods based on model-checking to reactive software systems of small to medium complexity with tool support.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Introdução aos sistemas críticos (“safety critical”): definição, normas internacionais, ciclo de vida, análise de risco, níveis de integridade de segurança, tolerância a falhas, técnicas de garantia de segurança funcional.*
- 2. Introdução aos métodos formais de especificação e verificação de software: definição, importância, ciclo de vida, técnicas.*
- 3. Verificação formal de sistemas sequenciais por prova de teoremas: lógica de Hoare, cálculo de pré-condição mais fraca, desenho por contrato (“design by contract”), refinamento, ferramentas.*
- 4. Verificação formal de sistemas reativos por “model checking”: modelação de sistemas reativos, especificação de propriedades com lógica temporal, “model checking”, ferramentas.*

**4.4.5. Syllabus:**

1. *Introduction to safety critical systems: definition, international standards, life cycle, risk analysis, safety integrity levels, functional safety assurance techniques, fault tolerance.*
2. *Introduction to formal software specification and verification methods: definition, importance, life cycle, techniques.*
3. *Formal verification of sequential systems by theorem proving and refinement: Hoare logic, weakest precondition calculus, design by contract, refinement, tools.*
4. *Formal verification of reactive systems by model checking: reactive systems modeling, properties specification in temporal logic, model checking, tools.*

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

*Os tópicos programáticos estão mapeados diretamente com os objetivos de aprendizagem.*

*Mais especificamente, o primeiro objetivo de aprendizagem (ser capaz de identificar os principais conceitos e técnicas associados ao desenvolvimento e certificação de sistemas críticos) é endereçado no tópico de introdução aos sistemas críticos. O segundo objetivo de aprendizagem (ser capaz de identificar os principais conceitos e técnicas de especificação e verificação formal) é endereçado no tópico de introdução aos métodos formais de especificação e verificação de software. Os objetivos de aprendizagem 4 e 5 (ser capaz de aplicar métodos de verificação formal) são endereçados através do estudo aprofundado das técnicas e ferramentas de verificação formal para diferentes tipos de sistemas (tópicos 4 e 5), bem como pela metodologia de ensino baseada em trabalhos práticos.*

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

*The items in the syllabus are mapped directly with the learning objectives.*

*More specifically, the first learning outcome (be able to identify the key concepts and techniques associated with the development and certification of safety critical systems) is addressed in the introductory topic on safety critical systems. The second learning outcome (be able to identify the main concepts and techniques of formal specification and verification) is addressed in the introductory topic on formal specification and verification methods. Learning outcomes 4 and 5 (be able to apply formal verification methods) are addressed through an in-depth study of formal verification techniques and tools for different types of systems (topics 4 and 5), as well as by the teaching methodology based on practical work.*

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

*Cerca de metade do tempo das aulas será usado para a exposição e estudo dos conteúdos programáticos, bem como resolução de desafios práticos em estilo tutorial. A outra metade do tempo será usada para a realização de exercícios práticos com suporte de ferramentas e realização de trabalhos práticos.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final.*

*Condições de Frequência: Nota mínima de 40% em cada componente de avaliação.*

*Fórmula de avaliação: Avaliação distribuída sem exame final, com as seguintes componentes:*

- (A) *Miniteste 1, duração 1h30, peso 30%, nota mínima de 40%.*
- (B) *Miniteste 2, duração 1h30, peso 30%, nota mínima de 40%.*
- (C) *trabalho prático, peso 40%, nota mínima de 40%.*

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

*About half of the class time will be used for exposure and study of syllabus, as well as resolution of practical challenges in tutorial style. The other half of the class time will be used for practical exercises with tool support and practical work.*

*Assessment Type: Distributed assessment without final exam.*

*Frequency Conditions: Minimum grade of 40% in each assessment component.*

*Formula of evaluation: Distributed evaluation without final exam, with the following components:*

- (A) *Minitest 1, duration 1h30, weight 30%, minimum grade 40%.*
- (B) *Minitest 2, duration 1h30, weight 30%, minimum grade 40%.*
- (C) *Practical work, weight 40%, minimum grade 40%.*

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

*A exposição teórica e discussão de tópicos programáticos e casos de estudo permitirá aos estudantes conhecer os principais conceitos e técnicos associados ao desenvolvimento, certificação, especificação formal e verificação formal de sistemas críticos ("safety critical") baseados em software, atingindo assim os objetivos de aprendizagem 1 e 2. Adicionalmente, a realização de exercícios e trabalhos práticos dotará os estudantes da capacidade de aplicar algumas das técnicas estudadas em casos reais com suporte de ferramentas, atingindo assim os objetivos de aprendizagem 3 e 4.*

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

*The theoretical exposition and discussion of program topics and case studies will allow students to learn about the key concepts and techniques associated with the development, certification, formal specification and formal verification of software-based safety critical systems, thus achieving learning objectives 1 and 2. In addition, exercises*

*and practical work will give students the ability to apply some of the techniques studied in real cases with tool support, thus achieving learning objectives 3 and 4.*

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

*Huth, M., & Ryan, M. (2004). Logic in Computer Science. Cambridge University Press. ISBN: 978-0-511-26401-6*

*Christel, B. (2008). Principles of model checking, MIT Press. ISBN: 978-0-262-02649-9*

*Knight, J. (2012). Fundamentals of Dependable Computing for Software Engineers. Chapman and Hall/CRC. ISBN: 978-1439862551*

*Alagar, V. S. (2011). Specification of Software Systems. Springer. ISBN: 978-0-85729-276-6*

*Jackson, D. (2006). Software Abstractions. MIT Press. ISBN: 0-262-10114-9*

*Kourie, D.G. & Watson, B.W. (2012). The correctness-by-construction approach to programming. Springer. ISBN: 978-3-642-27918-8*

### **Mapa IV - Marketing**

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

*Marketing*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Marketing*

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

*MTDQTG*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*-*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*-*

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

*Maria Gabriela Beirão Santos (39h TP)*

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

*<sem resposta>*

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

*A unidade curricular tem por objetivo desenvolver competências na área da Gestão de Marketing, integrando uma sólida componente teórica, baseada na apresentação e discussão de conceitos e metodologias, com a sua aplicação ao desenvolvimento de um plano de marketing e à discussão de casos de estudo.*

*No final da unidade curricular, os estudantes devem ser capazes de:*

- 1. Compreender o papel do Marketing na gestão das organizações;*
- 2. Compreender e aplicar os principais conceitos e instrumentos de Marketing ao desenvolvimento de estratégias e planos de Marketing nas organizações.*
- 3. Compreender e aplicar os conceitos de Marketing à gestão do relacionamento com os clientes.*
- 4. Utilizar os conceitos e instrumentos do Marketing para apoiar o desenvolvimento e oferta de produtos e serviços de base tecnológica.*
- 5. Perceber a importância do marketing digital para as empresas*
- 6. Ser capazes de desenvolver trabalho em equipa.*

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

*The course aims to develop competences in the Marketing Management area, integrating a sound theoretical component, through the presentation and discussion of Marketing concepts and methodologies, with an applied component, through the development of a marketing plan and case study discussion.*

*By enrolling in this course, students should develop the following competences:*

1. Understand the role of Marketing in organization management
2. Understand and apply Marketing fundamental concepts and tools to the development of Marketing strategies and programs in organizations.
3. Understand and apply Marketing concepts to manage the relationship with company's customers.
4. Understand and apply the Marketing concepts and tools to support the development of new products and services in organization.
5. Comprehend the importance of Digital Marketing for business
6. Be able to work in teams

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Introdução ao Marketing e sua evolução*
  - 1.1. *Conceitos, estratégias e planos de Marketing*
  - 1.2. *Do marketing tradicional ao digital*
2. *Análise do ambiente global*
3. *Desenvolvimento da estratégia de marketing*
  - 3.1 *Comportamento do consumidor*
  - 3.2. *Segmentação, mercados alvo e posicionamento*
  - 3.5. *Criação de valor, satisfação e fidelização*
  - 3.6. *Gestão do relacionamento com o cliente (CRM)*
4. *Estratégia de produtos e serviços*
  - 4.1. *Gestão da marca*
  - 4.2. *Ciclo de vida dos produtos*
5. *Política de preços*
  - 5.1. *Relação entre preço, procura e custos*
6. *Canais de distribuição*
  - 6.1. *Integração dos canais de distribuição tradicionais e digitais*
7. *Estratégia de comunicação global*
  - 7.1. *Gestão integrada de planos de comunicação tradicionais e digitais*
8. *Pessoas, Processos e Evidência física no marketing de serviços*

**4.4.5. Syllabus:**

1. *Marketing fundamentals*
  - 1.1. *Marketing concepts, strategies and plans*
  - 1.2. *From traditional marketing to digital*
2. *Capturing Marketing Insights*
3. *Connecting with customers*
  - 3.1. *Consumer and business markets*
  - 3.2. *Segmentation, target segments and positioning*
  - 3.3. *Value co-creation, satisfaction and loyalty*
- 3.4. *CRM strategies*
4. *Product and service strategy*
  - 4.1. *Branding*
  - 4.2. *Product life-cycle*
5. *Pricing strategy*
  - 5.1. *Price, demand and cost structure*
6. *Delivering value*
  - 6.1. *Developing integrated distribution channels (traditional and digital)*
7. *Communicating Value*
  - 7.1. *Managing integrated communication plans (traditional and digital)*
8. *People, Process and Physical Evidence in Service Marketing*

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

*Pretende-se que os estudantes compreendam os conceitos teóricos de marketing e sejam capazes de os aplicar em ambiente empresarial. Neste sentido os conteúdos abordam os tópicos necessários para os estudantes serem capazes de compreender a importância do marketing, integração do marketing tradicional e digital e desenvolver um plano de marketing adequado à organização, o que está refletido nos objetivos da unidade curricular que enfatizam a natureza prática da disciplina.*

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

*It is intended that the students are able to comprehend marketing concepts and are able to apply them in a business context. As such, the syllabus covers the topics the students need to understand marketing importance, integrate digital and traditional marketing, and develop a marketing plan suitable for an organization, which is reflected in the unit learning outcomes that emphasize the applied nature of the course.*

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

*As aulas teórico-práticas envolvem a apresentação de conceitos e instrumentos de marketing, discussão de casos de estudo, e apresentação do trabalho de grupo.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*A avaliação distribuída envolve a realização em grupo de um plano de marketing e um estudo de caso:*

- 1. Apresentação da estratégia de Marketing (10%)*
- 2. Apresentação oral do Plano de Marketing (10%)*
- 3. Relatório escrito do Plano de Marketing (20%)*
- 4. Apresentação e discussão do estudo de caso (15%)*
- 5. Participação individual nas aulas, nos quizzes de aula e discussão dos casos de estudo (15%)*

*A classificação individual de cada elemento do grupo poderá variar entre -2 e +2 valores de acordo com os resultados da heteroavaliação.*

*Exame sem consulta, com peso de 30% na classificação final.*

*Nota mínima de 37,5% em cada uma das componentes de avaliação.*

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

*The classes involve the presentation and discussion of Marketing concepts and tools, discussion of case studies, and presentation of team work assignments.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Distributed evaluation:*

*Students are required to fulfil the following group assignments (in teams) to obtain approval for the distributed component of evaluation:*

- 1. Presentation of Marketing Strategy (10%)*
- 2. Presentation of Marketing Plan (10%)*
- 3. Written report of Marketing Plan (20%)*
- 4. Case study presentation and discussion (15%)*
- 5. Individual participation in classes, classes quizzes and case study discussion (15%)*

*The classification of the individual continuous assessment of each element of group can vary between -2 and +2 values according to the results of the inner work group assessment.*

*Exam without consultation of class materials, with a weight of 30% in the final classification.*

*Students have to reach a minimum grade of 37.5% in all evaluation components*

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

*Os conceitos são primeiro apresentados nas aulas e depois aplicados e discutidos pelos estudantes em pequenos casos de estudo durante as aulas. Além do trabalho nas aulas os estudantes desenvolvem trabalho de grupo com o objetivo de realizar um Plano de Marketing para uma empresa e analisar um caso de estudo. Esta metodologia permite dotar os estudantes da capacidade para compreender os conceitos de marketing (objetivos de aprendizagem 1, 2, 3 e 5), aplicar esses conceitos a casos reais (objetivos de aprendizagem 2, 3 e 4) e desenvolver capacidade de trabalhar em grupo (objetivo de aprendizagem 6).*

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

*The marketing theoretical concepts are introduced in the lectures and then they are applied by the students in the analysis and discussion of small case studies during classes. Also, students have to elaborate a marketing plan for a company and analyze a case study. This methodology enables students to comprehend the concepts (learning outcomes 1, 2, 3 and 5) and apply them in real cases (learning outcomes 2, 3 and 4), as well as the ability to work in group (learning outcome 6).*

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

- Kotler, P. and Keller, K.L. (2016). Marketing management, Global Edition, 15 ed., Harlow, United Kingdom, Pearson.*
- Wirtz, J. and Lovelock, C. H. (2016). Services Marketing: People, Technology, Strategy, 8 ed.. River Edge, United States, World Scientific Publishing Co Inc (USA).*
- Kotler, P. (2018) Principles of marketing, Global Edition, Harlow, United Kingdom, Pearson.*
- Kotler, P., Kartajaya, H. and Setiawan, I. (2017). Marketing 4.0: Moving from Traditional to Digital, New York, United States, John Wiley & Sons Inc.*
- Kaufman, I. and Horton, C. (2014). Digital Marketing: Integrating Strategy and Tactics with Values, London, United Kingdom, Taylor & Francis Ltd.*
- Kaufman, I. and Horton, C. (2021). Transformative Marketing: A Roadmap for Driving Results in the Digital World, Portland, United States, Taylor & Francis Ltd.*

**Mapa IV - Laboratório de Gestão de Projetos****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Laboratório de Gestão de Projetos***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Project Management Laboratory***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EICTM***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***52 (26T + 26PL)***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***-***4.4.1.7. Observations:***-***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Gil Manuel Magalhães de Andrade Gonçalves (T-26h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**

- Ademar Manuel Teixeira de Aguiar (PL-26h) (6 turmas)*
- André Monteiro de Oliveira Restivo (PL-26h) (6 turmas)*
- Antonio Alberto Castro Baía Reis (PL-26h) (6 turmas)*
- João Pedro Correia dos Reis (PL-26h) (6 turmas)*
- Docente a contratar (PL-26h) (6 turmas)*
- Docente a contratar (PL-26h) (6 turmas)*

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

- 1. Entender a necessidade do recurso à gestão de projetos bem como a importância do seu enquadramento estratégico.*
- 2. Conhecer os diferentes referenciais normativos e metodologias para a gestão de projetos.*
- 3. Compreender as áreas de conhecimento e variáveis da gestão de projetos.*
- 4. Aplicar metodologias e ferramentas de gestão de projeto e trabalho em equipa.*
- 5. Descrever conceitos e ferramentas de gestão da inovação e empreendedorismo.*
- 6. Identificar, analisar e gerir riscos inerentes a um projeto de desenvolvimento de software.*
- 7. Desenvolver capacidades de gestão de projetos de software, trabalho em equipa, inovação e empreendedorismo.*
- 8. Conhecer a diversidade de problemas que surgem no desenvolvimento de um produto tecnológico ou no lançamento de uma empresa de base tecnológica.*
- 9. Planear, implementar e gerir um projeto de software.*

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

- 1. Understand the need for project management as well as the importance of its strategic framework.*
- 2. Know the different normative references and methodologies for project management.*
- 3. Understand the areas of knowledge and project management variables.*
- 4. Apply project management and teamwork methodologies and tools.*
- 5. Describe concepts and tools for managing innovation and entrepreneurship.*
- 6. Identify, analyze and manage risks inherent to a software development project.*
- 7. Develop software project management, teamwork, innovation and entrepreneurship skills.*
- 8. Know the diversity of problems that arise in developing a technology product or launching a technology-based company.*
- 9. Plan, implement and manage a software project.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:****1. Gestão de Projetos**

*Fases do projeto: Arranque; Planeamento; Monitorização e controlo; Fecho.*

*Áreas de conhecimento: gestão da integração, gestão do âmbito, gestão do tempo, gestão dos custos, gestão da qualidade, gestão da comunicação, gestão do risco.*

**2. Trabalho em Equipa**

*Grupo de trabalho, equipa, estilos de gestão e organização de equipas, “team building”, liderança e “coaching”, comunicação pessoal, gestão de reuniões, negociação e gestão de conflitos.*

**3. Metodologias e Ferramentas**

*Metodologias para gestão de projetos e organização de equipas de software. Ferramentas para gestão de projetos e trabalho em equipa.*

**4. Inovação e Empreendedorismo**

*Gestão de inovação; ciclo de inovação.*

*Lean startup; modelos de negócio e desenvolvimento de mercado; desenvolvimento e validação de ideias de negócio; produto mínimo viável.*

**5. Experimentação**

*Aplicação em projetos concretos, realizados por equipas de média dimensão, dos métodos, técnicas e formas de trabalho apresentados.*

**4.4.5. Syllabus:****1. Project Management**

*Project phases: Start up; Planning; Monitoring and control; Closure.*

*Areas of Knowledge: integration management, scope management, time management, cost management, quality management, communication management, risk management.*

**2. Teamwork**

*Workgroup, team, management styles and team organization, team building, leadership and coaching, personal communication, meeting management, negotiation and conflict management.*

**3. Methodologies and Tools**

*Methodologies for project management and organization of software teams. Tools for project management and teamwork.*

**4. Innovation and Entrepreneurship**

*Innovation management; innovation cycle.*

*Lean startup; business models and market development; development and validation of business ideas; minimum viable product.*

**5. Experimentation**

*Application in concrete projects, carried out by medium-sized teams, of the methods, techniques and working methods presented.*

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

*Esta unidade curricular aborda sobre diferentes abordagens a gestão de projetos de software, práticas de gestão de inovação e modelos de empreendedorismo aplicáveis em empresas de base tecnológica.*

*Embora exista nesta unidade curricular uma componente de exposição, de exemplos e casos, a transmissão de conhecimento processa-se maioritariamente através da execução de projetos por equipas de estudantes.*

*A exposição destes tópicos e respetiva prática contribuem decisivamente para permitir aos estudantes familiarizar-se com o corpo de conhecimento relacionado com gestão de projetos, inovação e empreendedorismo.*

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

*This curricular unit addresses under different approaches software project management, innovation management practices and entrepreneurship models applicable in technology based companies. Although this curricular unit is also using presentation, examples and cases, knowledge transmission is mainly driven by practice and by a of team students developing software projects.*

*The presentation of these topics and their practice will contribute decisively to enable students to familiarize themselves with the body of knowledge related to project management, innovation and entrepreneurship.*

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

*A UC é baseada no trabalho em equipas de média dimensão.*

*Aulas TP são usadas para apresentar e discutir tópicos do programa. Haverá também palestras convidadas, apresentações pelas equipas e trabalho fora da sala de aula.*

*As aulas laboratoriais (PL) serão usadas para desenvolvimento de um projeto.*

*Avaliação distribuída sem exame final.*

*Condições de Frequência: Não exceder o número limite de faltas e participar ativamente no planeamento e concretização dos projetos.*

*A classificação final será calculada com base na participação e discussão nas aulas e o trabalho desenvolvido, tendo em atenção:*

- Comunicação, imagem e marketing;
- Gestão do projeto;
- Presença e participação nas aulas e reuniões;
- Produto desenvolvido;
- Modelo de negócio e exploração dos resultados do projeto.

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

*The course unit is based on the work in medium-sized teams (4-5 elements).*

*TP classes are used to present and discuss program topics. There will also be invited lectures, presentations by the teams and work outside the classroom.*

*Laboratory classes will be used to develop a project.*

*Distributed evaluation without final exam.*

*Attendance conditions: Do not exceed the absence limit and actively participate in the planning and implementation of projects.*

*The final grade will be calculated based on participation and discussion in class and the work carried out, taking into account:*

- *Communication, image and marketing;*
- *Project management;*
- *Attendance and participation in classes and meetings;*
- *Product developed;*
- *Business model and exploitation of project results.*

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

*Esta unidade curricular será um laboratório vivo, possibilitando aos estudantes uma experiência de aprendizagem na primeira pessoa do que é na realidade desenvolver um produto tecnológico ou criar uma empresa de base tecnológica. O resultado final expeável não é uma apresentação ou um relatório, mas um produto e o corresponde modelo de negócio. Os estudantes vão ter de contactar clientes, parceiros e concorrentes, e vão encontrar a complexidade e incerteza inerentes ao verdadeiro funcionamento de uma start-up. Os estudantes vão trabalhar em equipa e aprender como transformar boas ideias em grandes produtos ou grandes empresas. Os estudantes vão aprender a utilizar um modelo de negócio e como validar; vão aprender como gerir a inovação e integrar inovação em novos produtos ou empresa; vão aprender a planear e gerir projetos e a desenvolver produtos.*

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

*This course unit will be a living lab, providing real world, hands-on learning experience on what is like to actually develop a technology-based product or company. The expected end result is not a power-point presentation or a report, but a product and the corresponding business model. Students will have to talk to customers, partners, competitors, and will encounter the complexity and uncertainty of how a startup really works. Students will work in teams and learn how to turn good ideas into great products or great companies. Students will learn how to use a business model and how to validate it; learn how to manage innovation and bring innovation into their products or companies; learn how to plan and manage projects and develop products.*

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

*DeMarco, T. & Lister, T. (1999). Peopleware. ISBN: 0-932633-43-9*

*McConnell, S. (1997). Software Project Survival Guide: How to Be Sure Your First Important Project Isn't Your Last. Microsoft Press.*

*Jones, C. (2010). Software Engineering Best Practices. McGraw-Hill.*

*Humphrey, W. (2006). TSP: Leading a Development Team. Addison-Wesley.*

*IEEE (2004). IEEE Guide Adoption of PMI Standard A Guide to the Project Management Body of Knowledge. IEEE Press.*

*Osterwalder, A., Pigneur, Y. (2010). Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. Wiley. ISBN: 978-0470876411*

**Mapa IV - Gestão de Redes e Sistemas****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Gestão de Redes e Sistemas*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Networks and Systems Management*

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

*ACSOR*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

-

**4.4.1.7. Observations:**

-

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Ana Cristina Costa Aguiar (TP-20h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Ricardo Santos Morla (TP-19h)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Ao completar esta UC, o estudante deverá ser capaz de:***1. Gestão de recursos da rede:***1.1 Desenvolver e aplicar metodologias adequadas para a avaliação de desempenho de redes e aplicações em redes;**1.2 Distinguir e discutir mecanismos de alocação de recursos em redes e planear a sua alocação;**1.3 Discutir conceitos de neutralidade de rede;***2. Gestão e operação de redes:***2.1 Distinguir conceitos fundamentais de gestão e operação de redes e serviços em organizações pequenas a médias;**2.2 Aplicar técnicas de programação e desenvolvimento de código para automatizar a gestão e operação de redes de computadores e serviços.***3. Softwarização da Rede:***3.1 Explicar os conceitos fundamentais de virtualização de funções de rede (NFV) e de rede definida por software (SDN);**3.2 Reconhecer o estado da arte em tecnologias NFV e SDN;**3.3 Organizar e integrar componentes de NFV e SDN e explicar como interagem numa rede local softwarizada;***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***As the student completes this curricular unit, the student should be able to achieve the following learning outcomes: 1.**Network Resource Management: 1.1 Develop and apply adequate methodologies for performance evaluation of networks and networked applications; 1.2 Distinguish and discuss resource allocation mechanisms in networks; 1.3**Discuss concepts of network neutrality; 2. Network Management and Operation: 2.1 Distinguish the fundamental concepts of network and service management and operation in a small to medium sized organization; 2.2 Apply**programming and code development techniques to automate the management and operation of computer networks and services; 3. Network Softwarization: 3.1 Explain fundamental concepts of Network Function Virtualisation and**Software Defined Networking; 3.2 Recognise current state of the art in NFV and SDN technologies; 3.3 Organise and integrate components of NFV and SDN and explain how they interact in a softwarised local area network.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Gestão de recursos de rede: 1.1 Conceitos fundamentais de gestão de recursos de rede, qualidade de serviço,**qualidade de experiência, neutralidade da rede; 1.2. Alocação de recursos: redes best effort, políticas de filas de**espera, escalonamento, token bucket, leaky bucket, protocolos de sinalização; 1.3 Planeamento e engenharia de**tráfego. 2. Gestão e operações de redes utilizando técnicas de programação e desenvolvimento de código: 2.1**Endereçamento, encaminhamento, nomes de domínios, virtualização de servidores e serviços, monitorização, FCAPS;**2.2 Configuração via API, templates, repositórios de código fonte, integração contínua. 3. Rede definida por software**(SDN) e virtualização de funções de rede (NFV): 3.1 Princípios de SDN: dispositivos, protocolos, software, aplicações;**3.2 Princípios de virtualização de funções de rede (NFV): conceitos, arquitetura, serviços virtuais de rede,**encadeamento de serviços, a framework ETSI, relação com SDN; 3.3 Estado da arte em NFV-SDN.***4.4.5. Syllabus:****1. Network Resource Management****1.1. Fundamental concepts of network resource management. Quality of Service, Quality of Experience. Network neutrality.****1.2. Network resource allocation mechanisms: best effort networks, queueing policies, scheduling, token bucket, leaky bucket, signalling protocols****1.3. Network capacity planning and traffic engineering****2. Network Management and operation****2.1. Addressing, routing, domain names, server and service virtualization, monitoring, FCAPS****2.2. Configuration via API, templates, source code repositories, continuous integration****3. Network Softwarisation****3.1. Principles of software defined networking (SDN): devices, protocols, software, applications****3.2. Principles of network function virtualization (NFV): concepts, architecture, virtual network services, service**

*chaining, ETSI framework, relation to SDN*

### 3.3. Highlights of state-of-the-art developments in NFV-SDN

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

*Os conteúdos sobre conceitos fundamentais (1.1, 3.1 e 3.2) contribuirão para os OA 1.1, 3.1 e 3.2, respetivamente. Os mecanismos de alocação de recursos de rede (1.2) e o planeamento de alocação de recursos de rede (1.3) contribuirão para o OA 1.2. Todo o conteúdo sobre alocação de recursos (1.1, 1.2 e 1.3) fornecerá as competências OA 1.3. As ferramentas de programação e exercícios de gerenciamento de rede e operação contribuirão para o OA 2.2. Os temas de estado da arte em SDN e do NFV permitirão oferecer aos alunos uma perspetiva atualizada desse campo tecnológico em rápido desenvolvimento, contribuindo para os OA 3.2 e 3.3.*

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

*Contents on fundamental concepts (1.1, 3.1 and 3.2) will contribute to LO 1.1, 3.1 and 3.2, respectively. Network resource allocation mechanisms (1.2) and network resource allocation planning (1.3) will contribute to LO 1.2. All contents on resource allocation (1.1, 1.2 and 1.3) will provide competences LO 1.3. Programming tools and exercises on network and operation management will contribute to LO 2.2. Highlights of SDN and NFV will enable offering the students an updated perspective of this quickly developing technological field, contributing to LO 3.2 and 3.3.*

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

1. *Exposição dos conceitos fundamentais, suportados com exemplos;*
2. *Sala de aula invertida para preparação de discussão de temas nas aulas e temas tecnológicos (protocolos, frameworks, ...)*
3. *Trabalhos práticos em laboratório para aplicação dos conceitos introduzidos e para obter treino prático.*

*Condições de Frequência: Aprovação em todos os trabalhos práticos.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Fórmula de avaliação: 0,4D + 0,1P + 0,5E : D - nota da avaliação distribuída E - nota do exame P - participação nas aulas. Para aprovação à unidade curricular o estudante deverá obter o mínimo de 50% no exame e na avaliação distribuída.*

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

1. *Lecture for explaining fundamental concepts backed up with examples.*
2. *Flipped classroom for discussions preparation and technological topics (protocols and frameworks)*
3. *Lab projects to apply concepts and obtain hands-on practice.*

*Terms of frequency: Students have to obtain approval in all the practical assignments.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Formula of evaluation: 0,4D + 0,1P + 0,5E : D - distributed evaluation grade E - exam grade P - class participation. Approval requires a minimum of 50% score in the exam and in distributed evaluation.*

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

*As exposições transmitirão os princípios e conceitos básicos em todos os módulos, contribuindo para as competências relacionadas com capacidade de reconhecer e distinguir as tecnologias mais comuns, além de compará-las para projetar aplicações, planear operações e gerir redes (OA 1.1, 1.2, 2.1, 3.1, 3.2). A sala de aula invertida promoverá a aprendizagem individualizada e a autonomia do estudante, contribuindo para competências de nível cognitivo mais elevado (OA 1.2, 1.3, 2.2, 3.3). Os projetos de laboratório oferecerão a oportunidade de experimentar os conceitos aprendidos nas exposições e vídeos de sala de aula invertidos e contribuir para as competências relacionadas com aplicação de conceitos e construção de soluções (OA 1.1, 2.2, 3.3), contribuindo também indiretamente para o OA 1.3*

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

*Lectures will convey the basic principles and concepts in all modules, contributing to the outcomes related to being able to recognise and distinguish among most common technologies, as well as compare them to be able to design applications, plan network operations and management (LO 1.1, 1.2, 2.1, 3.1, 3.2). Flipped classroom will foster self-paced learning and student autonomy, contributing to higher cognitive level competences (LO 1.2, 1.3, 2.2, 3.3). Lab projects will offer the opportunity to experiment hands-on the concepts learned in the lectures and flipped classroom videos, and contribute to the LO related to application of concepts and construction of solutions (LO 1.1, 2.2, 3.3), while indirectly contributing to LO 1.3.*

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

- Stallings, W. (2016). Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud. Addison-Wesley Professional.*
- Marino, P. (2016). Optimization of Computer Networks: Modeling and Algorithms: A Hands-On Approach. Wiley*
- Armstrong, S. (2016). DevOps for Networking. Packt Publishing.*
- Comer, D.E. (2014). Internetworking with TCP/IP Volume One (6th Edition). Pearson.*
- Stallings, W. (1999). SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON 1 and 2. Addison Wesley.*

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Gestão de Sistemas de Informação*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Information Systems Management*

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

*SISI*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

-

**4.4.1.7. Observations:**

-

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

*António Manuel Lucas Soares (TP-39h)*

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

*<sem resposta>*

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

*O principal objetivo desta UC é dar uma visão geral das atividades, métodos, técnicas e desafios na governança de informação e TI/SI nas organizações no contexto de Big Data. Envolve a seleção, o uso e a gestão de sistemas e tecnologias da informação como instrumentos para implementar estratégias de negócio.*

*Após a conclusão da UC, os estudantes serão capazes de:*

- 1. Explicar os desafios e os requisitos para gerir a função de SI, incluindo recursos humanos, serviços, modelos de sourcing, recursos de dados e informação, arquiteturas empresariais e estruturas de governança de TI;*
- 2. Aplicar os principais métodos e técnicas para desenvolver aptidões digitais inovadoras, através da análise estratégica da informação e TI/SI, da gestão de portfólios, projetos e programas de SI;*
- 3. Desenvolver, implementar e gerir um programa de governança de dados e informação que atenda aos requisitos organizacionais de gestão da informação e TI/SI, conformidade, gestão de risco e privacidade e segurança.*

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

*The main objective of this course is to provide an overview of the activities, methods, techniques and challenges in Information and IT/IS governance in organizations in the context of Big Data. This involves the selection, use and management of Information Technology and Systems to implement business strategies.*

*Upon completion of the course unit, students will be able to:*

- 1. Explain the challenges and requirements for managing the IS function including staff, service production, sourcing models, data and information resources, enterprise architectures, IT governance frameworks;*
- 2. Apply the main methods and techniques to develop new and innovative digital capabilities by conducting information and IT/S strategic analysis, managing IS project portfolios, projects and programs;*
- 3. Develop, deploy and manage a data and information governance program addressing the organizational requirements of information and IT/IS management, compliance, risk management and privacy and security.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. TI / SI e vantagem competitiva: impacto da TI nos modelos de negócios, organização; defendendo TI / S;*
- 2. Gestão de TI / SI: compreender a infraestrutura de TI / S; garantir serviços de TI / S confiáveis e seguros; gestão de serviços de TI / S e entrega de processos; liderança na função de TI;*
- 3. Conceitos, Definições e Princípios de Governança da Informação: Governança de TI, Governança de Dados; Princípios de Governança da Informação;*

4. *Avaliação de Riscos de Governança da Informação e Planeamento Estratégico: Planeamento e gestão de riscos; Planeamento estratégico e melhores práticas;*
5. *Casos de Governança da Informação: computação na nuvem, social media, computação móvel, gestão de dados, preservação digital;*
6. *Áreas de impacto da Governança da Informação: conformidade; gestão de informação e arquivo; privacidade e segurança;*

#### 4.4.5. Syllabus:

1. *IT/S and competitive advantage: IT impact on business models, organization; making the case for IT/S;*
2. *IT/S management: understanding the IT/S infrastructure; assuring reliable and secure IT/S services; managing IT/S service and process delivery; leadership of the IT function;*
3. *Information Governance Concepts, Definitions, and Principles: Big Data and the Information Governance; Information Governance, IT Governance, Data Governance; Information Governance Principles;*
4. *Information Governance Risk Assessment and Strategic Planning: Risk planning and management; strategic planning and best practices;*
5. *Information Governance cases: cloud computing, social media, mobile computing, data management, digital preservation;*
6. *Information Governance impact areas: compliance; records and information management; privacy and security;*

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

*O programa começa introduzindo e motivando para a importância da gestão da informação e TI / SI na vantagem competitiva das organizações no primeiro módulo (M1), endereçando o objetivo de aprendizagem 1 (OA1). Em seguida, explora os métodos, modelos e técnicas para a gestão de TI / SI (M2), endereçando o OA2. A introdução à Governança da Informação (M3) endereça o OA2 e também OA1. O ponto seguinte do plano de estudos, Avaliação de Risco e Planeamento Estratégico na Governança da Informação (M4), bem como os dois últimos pontos, Casos de Governança da Informação (M5) e Áreas de Impacto da Governança da Informação (M6), endereçam o OA3.*

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

*The program begins by introducing and motivating for the importance of managing information and IT/S for the competitive advantage of organizations in the first module (M1), addressing the first learning outcome (LO1). Then it explores the methods, models and techniques for IT/S management (M2), addressing LO2. The introduction to Information Governance (M3) addresses LO2 and LO1. The next point in the syllabus, Information Governance Risk Assessment and Strategic Planning (M4), as well as the last two points, Information Governance cases (M5) and Information Governance impact areas (M6), address LO3.*

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

*A metodologia utilizada é mista: aprendizagem baseada em casos e debate induzido pela investigação. Um conjunto de casos será distribuído no início do semestre para cada grupo analisar, identificar problemas, discutir abordagens e opções para lidar com os problemas e decidir sobre cursos de ação.*

*O debate teórico é garantido por leituras e discussões prévias em sala de aula, lideradas por grupos de estudantes, de artigos científicos sobre tópicos relacionados aos diversos pontos do programa.*

*No final do semestre, os estudantes deverão desenvolver um ensaio sobre um aspeto específico da Gestão de Sistemas de Informação de sua escolha.*

*A avaliação é distribuída sem exame final e é calculada da seguinte forma:*

*30% - Análise de casos (grupo)*

*20% - Discussão de artigos liderada pelo grupo*

*20% - Folhas individuais de leitura de artigos*

*30% - Ensaio Individual*

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

*The methodology used is mixed: case-based learning and research-induced debate. A set of cases description will be distributed in the beginning of the semester for each group to examine it, determine what problems exist, discuss optional approaches to dealing with the problems, and decide upon a course of action.*

*The theoretical debate is ensured by prior reading and discussion in class, led by student groups, of scientific articles on topics related to the various points of the program.*

*At the end of the semester students should develop an essay on a specific aspect of Information Systems Management of their choice.*

*The assessment is distributed without final exam and is calculated as follows:*

*30% - Cases analysis (group)*

*20% - Group-led article discussion*

*20% - Individual article reading sheets*

*30% - Individual Essay*

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

*A abordagem pedagógica desta UC tem três meta-objetivos: competência técnica e metodológica; acompanhamento científico e capacidade de inovação; e localização na atividade profissional e impacto social. Estes meta-objetivos estarão presentes em todas as atividades a serem desenvolvidas pelos estudantes e contribuirão para uma melhor contextualização da aprendizagem da gestão de sistemas de informação.*

*A aprendizagem baseada em casos é adequada para os estudantes adquirirem competências analíticas em situações específicas relacionadas com a Gestão de Sistemas de Informação. A análise de casos e a discussão em grupo*

*permitirão aos estudantes analisar a situação, identificar os problemas, discutir abordagens opcionais para lidar com os problemas e decidir sobre um curso de ação.*

*A leitura e discussão anteriores de trabalhos científicos em sala de aula contribuem para as capacidades dos estudantes relacionadas com o seguimento do estado-da-arte e a inovação. Os artigos, cuidadosamente selecionados para atender aos vários pontos do programa, motivam a explicação de conceitos e técnicas. A prática de ler artigos científicos e técnicos, além de permitir estar a par dos conhecimentos científicos mais atuais, também permite que o aluno fique a par do estado da arte técnico e profissional. A discussão na aula conduzida pelos grupos treina os estudantes na identificação dos aspetos mais relevantes de um trabalho científico ou técnico em termos de conhecimento prévio, metodologias de pesquisa, argumentação e moderação.*

*Escrever um ensaio individual sobre um tema específico de Gerenciamento de Sistemas de Informação tem como objetivo consolidar o conhecimento teórico e metodológico do Gerenciamento de Sistemas de Informação, bem como desenvolver as habilidades da escrita argumentativa.*

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

*The pedagogical approach to this course has three meta-objectives: technical and methodological competence; scientific follow-up and capacity for innovation; and location in professional activity and societal impact. These meta-objectives will be present in all activities to be developed by the students and contribute to a better contextualization of the information systems management learning.*

*Case-based learning is best suited for students to acquire analytical skills to specific situations regarding Information Systems Management. Case analysis and discussion in group will enable students to examine the situation, determine what problems exist, discuss optional approaches to dealing with the problems, and decide upon a course of action. Prior reading and discussion of scientific papers in the classroom contributes to the scientific monitoring and innovation capacity of students. The articles, carefully selected to meet the various points of the program, motivate the explanation of concepts and techniques. The practice of reading scientific and technical articles, besides allowing to be aware of the most current scientific knowledge, also allows the student to keep abreast of the technical and professional state-of-the-art. Group-led in class discussion, trains the students in identifying the most relevant aspects of a scientific or technical paper in terms of prior knowledge, research methodologies, argumentation and moderation. Writing an individual essay on a specific theme of Information Systems Management aims to consolidate the theoretical and methodological knowledge of Information Systems Management, as well as develop the skills of argumentative writing.*

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

*Austin, R. D., Applegate, L. M., & Soule, D. (2008). Corporate information strategy and management: Text and cases. International Edition. McGraw Hill.*

*Smallwood, R. F. (2019). Information governance: Concepts, strategies and best practices. John Wiley & Sons.*

### **Mapa IV - Gestão de Segurança da Informação**

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

*Gestão de Segurança da Informação*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Information Security Management*

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

*CS*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*-*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*-*

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

*José Manuel de Magalhães Cruz (TP-26h)*

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

*Manuel Bernardo Martins Barbosa (TP-13h)*

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

*Os estudantes, no final, deverão ser capazes de analisar as possíveis vulnerabilidades, ameaças e riscos de sistemas de informação e computação nas organizações do ponto de vista da segurança dos dados e informação. Deverão ser capazes de desenhar um conjunto de práticas organizacionais, de entre as comumente disponíveis, que minimizem o risco de quebra de privacidade, acesso indevido e quebra da integridade de dados e informação. Deverão ainda ser capazes de incluir processos de monitorização e responsabilização dos atores da organização em tentativas de quebra das políticas operacionais definidas.*

*Deverão igualmente adquirir o conhecimento necessário à verificação de uma conformidade do sistema com os aspetos legais em vigor.*

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

*Students, at the end, should be able to analyze possible vulnerabilities, threats and risks in the organizational information and computing systems, from the point of view of data and information security. They should be able to design a set of organization practices, from the common available set, minimizing the risk of illegitimate privacy invasion, improper access, and data integrity breach. They should also be able of including in the common practices monitoring processes and individual accountability, when attempting to break operational policies. Also, students should acquire the needed knowledge to verify the system conformity with legal and regulation aspects.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Conceitos Fundamentais de Segurança dos Dados e da Informação*

*2. Ameaças*

*Fatores e análise*

*3. Políticas Operacionais*

*Identificação, acessos, sensibilização, responsabilização, instalações, risco*

*4. Gestão do Risco*

*Avaliação, controlo, monitorização*

*5. Plano de Segurança de Dados e Informação*

*Elementos, testes, vulnerabilidades, respostas*

*6. Considerações de Segurança na Nuvem*

*Modelos, segurança de dados*

*7. Boas práticas*

*Contas, mínima funcionalidade, configuração, atualização, autorização e privilégios*

*'Firewalls', acesso remoto, redes wireless, acesso móvel*

*8. Aspetos Legais*

*Privacidade e RGPD*

**4.4.5. Syllabus:**

*1. Fundamental Concepts in Data and Information Security*

*2. Threats*

*Factors and analysis*

*3. Operational Policies*

*Identification, access, awareness, accountability, physical facilities, risk*

*4. Risk Management*

*Assessment, control, monitorization*

*5. Data and Information Security Plan*

*Elements, tests, vulnerabilities, response, recovery*

*6. Cloud Security Considerations*

*Models, data security*

*7. Best Practices*

*Accounts, least functionality, configuration, update, authorization and privileges*

*Firewalls, remote access, wireless networks, mobile access*

*8. Legal Aspects*

*Privacy and GDPR*

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

*O conteúdo programático segue o conteúdo típico da área da segurança de informação, sua gestão e operacionalização nas organizações (ver bibliografia). Inclui aspetos concetuais e teóricos, importantes para a compreensão do papel da segurança de informação e formas de a assegurar, mas contém também aspetos tecnológicos e de boas práticas, essenciais para os objetivos de preparação ativa dos futuros gestores da segurança da informação nas organizações. Vai também ao encontro de muitos dos aspetos definidos nas recomendações de aprendizagem e de conteúdo educativo, definidos pelos grupos de trabalho do ACM/IEEE, publicados no mais genérico "Computer Science Curricula 2013" e no mais específico e recente "Cybersecurity Curricula 2017".*

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

*The contents of this curricular unit follow the typical syllabus of the information security knowledge area, including organization management and policies operationalization (see the bibliography). It includes conceptual and theoretical aspects, important for the comprehension and assurance of the information security role inside organizations. Also includes technological and best practices aspects, that are essential to the objective of preparing managers of information security within organizations. This syllabus follows also many of the recommendations concerning the learning and educational content defined by joint workgroups of the ACM/IEEE, in the more generic publication "Computer Science Curricula 2013" and in the more specific and recent "Cybersecurity Curricula 2017".*

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

*Exposição de conceitos e exemplos de aplicação em cenários diversificados. Proposta prática de definição de políticas operacionais e utilização de tecnologias de segurança em cenários descritos. Trabalho prático de implementação de políticas e tecnologias num caso concreto. Pesquisa e relato de boas práticas aplicadas à operacionalização da segurança da informação.*

*Avaliação: Através do relatório de pesquisa e da descrição e apresentação do trabalho prático, realizados em grupos pequenos (2 a 3 elementos). Exame final individual.*

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

*Presentation of concepts and application examples in diversified scenarios. Practical proposals for the definition of operational policies and security technologies use and application in some described scenarios. Practical work in implementing some policies or technologies in a concrete use case. Research and report of best practices applied to the operation of information security.*

*Evaluation: Through the research report, and the description and presentation of the practical work, both executed in small groups (2 to 3 elements). Individual final exam.*

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

*Esta unidade curricular inclui aulas de índole mais teórica e expositiva junto com aulas de carácter mais prático em sala apropriada. As primeiras incluem a exposição de conceitos ou métodos de abordagem, junto com a sua aplicação através da apresentação de exemplos e demonstrações em cenários realistas. Nas aulas de carácter mais prático procura-se, a partir da apresentação de um cenário concreto, conceber, exercitar e demonstrar políticas e soluções que vão de encontro às preocupações apresentadas.*

*A unidade curricular inclui também um projeto prático de maior envergadura, pedindo-se a conceção, implementação (usando boas práticas), teste e demonstração de uma solução adequada ao problema enunciado. Este projeto procura sempre abranger várias tecnologias e a sua integração numa solução funcional.*

*Inclui-se ainda um trabalho de pesquisa e relato de boas práticas de uma área específica abrangida.*

*Todas estas ações e métodos de aprendizagem, baseados sobretudo em pequenos exercícios e em executar concretamente, mas sem esquecer a aprendizagem de conceitos e metodologias de aplicação geral, contribuem de forma decisiva para o atingir dos objetivos propostos e a aquisição das competências necessárias ao exercício da função de gestor da segurança de informação.*

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

*This curricular unit includes more theoretical and presentational classes, but also others characterized by a more practical nature. The first type includes the concepts and approach to solutions methods presentation, together with their application, shown in realistic scenario examples and demonstrations. In the more practical classes, the students pursue, after a concrete scenario presentation, the conception, exercise and demonstration of policies and solutions, to meet the presented problem.*

*The curricular unit includes also a practical project of bigger dimension, asking for the conception, implementation (using best practices), test and demonstration of an adequate solution to the presented problem. The project aims to encompass several technologies and their integration in a functional solution.*

*It still includes a research work and report concerning best practices related to a specific studied and included area.*

*All these actions and learning methodologies, based on small exercises and actually doing, without disregarding theoretical concepts and general application methodologies, contribute in a decisive way to attain the proposed objectives and acquire the needed skills to a good exercise of the information security manager profession.*

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

*Whitman, M. E., & Mattord, H. J. (2018). Principles of Information Security (6th ed.). Cengage Learning.*

*Death, D. (2017). Information Security Handbook. Packt Publishing.*

*Campbell, T. (2016). Practical Information Security Management: A Complete Guide to Planning and Implementation. Apress.*

*Vacca, J. (2017). Computer and Information Security Handbook (3rd ed.). Morgan Kaufmann.*

*Pompon, R. (2016). IT Security Risk Control Management. Apress.*

**Mapa IV - Gestão de Empresas e Empreendedorismo****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Gestão de Empresas e Empreendedorismo*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Enterprise Management and Entrepreneurship*

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

*MTDQT*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 TP*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

-

**4.4.1.7. Observations:**

-

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

*Lia Raquel Neto Martins Lima Patricio (turmas TP) (62,4h TP)*

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

*João Alberto Vieira Campos Pereira Claro (Turmas TP) (19,5h TP)*

*Jorge Manuel Pinho de Sousa (Turmas TP) (26h TP)*

*Jorge Daniel Grenha Luís Teixeira (Turmas TP) (9,1h TP)*

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

*No final da unidade curricular, os estudantes devem ser capazes de:*

- 1. Compreender o papel do gestor e da gestão na empresa, bem como a sua evolução.*
- 2. Compreender e explorar as tecnologias de informação como elemento potenciador da Gestão.*
- 3. Compreender o papel das áreas funcionais de gestão e a forma como se interligam na estratégia da empresa.*
- 4. Aplicar um conjunto de conceitos, métodos e ferramentas de Gestão nas áreas financeira, de marketing, operações e estratégia para analisar problemas, identificar alternativas e tomar decisões de gestão.*
- 5. Aplicar os métodos e ferramentas da Gestão à análise de empresas e identificação de melhorias.*
- 6. Recordar e caracterizar os componentes de um modelo de negócio e a forma como se articulam para criar, entregar e capturar valor.*
- 7. Aplicar as ferramentas conceptuais do ponto anterior para desenvolver e analisar modelos de negócio e estratégias empreendedoras.*

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

*After completing this course, students should be able to:*

- 1. Understand the role of the manager and management, as well as its evolution.*
- 2. Understand and explore how information technology can enable the firm's management and strategy.*
- 3. Understand the different functional areas of financial management, marketing and operations, and how they can be integrated in the firm's strategy.*
- 4. Apply a set of concepts, methods and tools of financial management, marketing, operations and strategy to analyze problems, identify alternatives and make decisions.*
- 5. Be able to apply management methods and tools to analyze company's management and identify improvements.*
- 6. Recall and describe the components of a business model and how they work together to create, deliver, and capture value.*
- 7. Apply the conceptual frameworks from the previous point to develop and analyze business models and entrepreneurial strategies.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. A GESTÃO E O SEU CONTEXTO*
- 2. GESTÃO DE ÁREAS FUNCIONAIS*
  - 2.1. Gestão Financeira*
  - 2.2. Marketing*

**2.3. Gestão de Operações****3. GESTÃO ESTRATÉGICA****3.1. Gestão estratégica e competitividade****4. EMPREENDEDORISMO – DA IDEIA AO NEGÓCIO****4.1. Modelo de Negócio e Aprendizagem e Experimentação Estratégicas****4.2. Alinhamento Produto-Mercado – Proposta de Valor e Segmentos de Clientes****4.3. A Ligação aos Clientes – Relacionamento com os Clientes, Canais de Distribuição e Modelos de Receitas****4.4. Operações – Atividades Chave, Recursos Chave, Parceiros Chave e Estrutura de Custos****4.5. Estratégia Empreendedora – Uma Lógica Integradora****4.4.5. Syllabus:****1. Management and its context****2. Management functional areas****2.1. Financial management****2.2. Marketing****2.3. Operations management****3. Strategic Management****3.1. Strategic management and competitiveness****4. Entrepreneurship – From Idea to Business****4.1. Business Models and Strategic Learning and Experimentation****4.2. Product-Market Fit – Value Proposition and Customer Segments****4.3. Connecting to Customers – Customer Relationships, Distribution Channels and Revenue Streams****4.4. Operations – Key Activities, Key Resources, Key Partners and Cost Structure****4.5. Entrepreneurial Strategy – An Integrative Logic****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A unidade curricular começa por oferecer uma visão geral da gestão, bem como os fundamentos e principais abordagens das áreas funcionais da gestão (gestão financeira, marketing e operações), seguida de uma breve introdução à gestão estratégica enquanto integração das diferentes áreas funcionais para o desenvolvimento de vantagens competitivas. Esta primeira parte fornece os fundamentos de gestão em termos de conceitos e ferramentas. Estes conceitos e ferramentas serão depois utilizados na componente de empreendedorismo, onde os estudantes os vão aplicar ao desenvolvimento de novos modelos de negócios.*

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

*The course starts with an overview of management and the main concepts and approaches of management functional areas (financial management, marketing and operations), followed by a brief introduction to strategy as an integration of the different functional areas to develop competitive advantages. This first part of the course aims to provide a set of fundamental management concepts and tools. These concepts and tools will then provide the ground to entrepreneurship, where students will apply these concepts to the development of new business models.*

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

*As aulas serão usadas para a apresentação de conceitos, apresentação de casos e discussão de casos, havendo casos de discussão e casos de avaliação:*

*Os casos de discussão serão disponibilizados aos alunos na semana anterior e serão discutidos em aula, sem avaliação sumativa.*

*Os 3 casos de avaliação serão disponibilizados no início do semestre, e os alunos deverão realizar um relatório de 20 slides e fazer a discussão em aula, contando o relatório e discussão para a avaliação de frequência.*

*Avaliação distribuída com exame final:*

*- 60% da classificação final - apresentação e discussão de três casos de estudo (trabalho de grupo);*

*- 15% da classificação final - participação individual na discussão dos casos;*

*- 25% da classificação final – exame final.*

*Nota mínima de 37,5% em cada uma das componentes de avaliação.*

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

*Lectures will focus on the fundamental management concepts and tools, which provide the basis for the applied work. Practical work will focus on case study analysis and discussion, with two types: a) Case study discussion in class of cases made available the previous week, with no evaluation; b) 3 case study analysis, report and discussion in class, which will count for the frequency evaluation.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Terms of frequency: Students are required to complete a group assignment :*

*Analysis and discussion of 3 cases studies (60% of final grade)*

*Individual participation in case study discussion (15% of final grade)*

*Minimum classification of 37,5% in each of the evaluation components.*

*Formula of evaluation: Final grade = 0,6\* (analysis and discussion of four case studies)+ 0,15\*(individual participation in case study discussion) +0,25\* exam.*

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

*A metodologia de ensino integra um conjunto de aulas de exposição e discussão no sentido de fomentar a compreensão dos conceitos e ferramentas de gestão e empreendedorismo. A componente prática irá centrar-se na análise e discussão e casos, no sentido de desenvolver a capacidade de aplicar os conceitos e ferramentas a contextos reais, bem como desenvolver as competências analíticas, de comunicação e de tomada de decisão em gestão e empreendedorismo.*

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

*The teaching methodologies integrate theoretical lectures with the presentation and discussion of management and entrepreneurship concepts and tools. The practical component focus on the analysis and discussion of case studies, to develop competences to apply management concepts and tools to real world contexts, as well as to develop analytical, communication and decision making skills in the area of management and entrepreneurship.*

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

*Griffin, R.W. (2017). Management, 12th edition. Cengage Learning.*

*Blank, S., & Dorf, B. (2012). The startup owner's manual: the step-by-step guide for building a great company.*

*Pescadero, Calif: K & S Ranch, Inc.*

*Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers. John Wiley & Sons.*

*Bibliografia Complementar:*

*Kotler, P. (2018). Principles of marketing. Global Edition, Harlow, United Kingdom, Pearson.*

*Borges, A., Rodrigues, R. & Rodrigues, J.A. (2014). Elementos de Contabilidade Geral. Áreas editora.*

**Mapa IV - Estruturas de Dados e Algoritmos Avançados****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Estruturas de Dados e Algoritmos Avançados*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Advanced Data Structures and Algorithms*

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

*PROG*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (TP)*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*Esta unidade curricular (UC) tem por objetivo complementar e aprofundar conhecimentos previamente assimilados em UCs de 1º ciclo sobre conceção e análise de algoritmos e estruturas de dados, cobrindo um espectro adicional de técnicas de conceção e análise de algoritmos e estruturas de dados mais avançadas, apropriadas a problemas mais complexos.*

**4.4.1.7. Observations:**

*This curricular unit (UC) aims to complement and deepen previously assimilated knowledge in 1st cycle UCs on the design and analysis of algorithms and data structures, covering an additional spectrum of data structures and algorithm design and analysis techniques, appropriate to more complex problems.*

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

*Rui Carlos Camacho de Sousa Ferreira da Silva (TP-26h)*

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

*Pedro Manuel Pinto Ribeiro (TP-13h)*

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

*No final da unidade curricular, os estudantes devem ser capazes de:*

1. Compreender o mapeamento de problemas complexos do mundo real para soluções algorítmicas (e.g., problemas em grafos, problemas geométricos, programação linear, etc.);
2. Selecionar e aplicar estruturas de dados avançadas (e.g., árvores-kd) e técnicas algorítmicas (e.g., randomização, aproximação, paralelização) para resolver problemas do mundo real;
3. Conceber algoritmos eficientes para resolver um problema em questão;
4. Reconhecer algumas classes de problemas intratáveis e aplicar algoritmos de aproximação para os resolver;
5. Selecionar e aplicar técnicas avançadas de análise de algoritmos (e.g., amortizada, probabilística, etc.);
6. Avaliar os algoritmos do ponto de vista da eficiência e correção, tanto analítica como experimentalmente.

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

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

1. Understand the mapping of complex real-world problems to algorithmic solutions (e.g., as graph problems, geometric problems, linear programs, etc.);
2. Select and apply advanced data structures (e.g., kd-trees) and algorithmic techniques (e.g., randomization, approximation, parallelization) to solve complex real world problems;
3. Conceive efficient algorithms to solve a problem at hand;
4. Recognize some classes of intractable problems and apply approximation algorithms to solve them;
5. Select and apply advanced analysis techniques (e.g., amortized, probabilistic, etc.) to algorithms;
6. Evaluate algorithms from the point of view of efficiency and correctness, both analytically and experimentally.

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. Estruturas de dados avançadas (e.g., Fibonacci heaps);
2. Análise probabilística e algoritmos probabilísticos (randomized);
3. Algoritmos paralelos (aproximação, divisão e conquista, balanceamento, divisão geométrica);
4. Estruturas de dados e algoritmos geométricos (voronoi, quad/octree, kd-tree);
5. Otimização combinatória e programação linear;
6. Algoritmos de aproximação e heurísticas;
7. Análise amortizada.

**4.4.5. Syllabus:**

1. Advanced data structures (e.g., Fibonacci heaps);
2. Probabilistic analysis and randomized algorithms;
3. Parallel algorithms (approximation, divide-and-conquer, balancing, geometric division);
4. Geometric algorithms and data structures (voronoi, quad/octree, kd-tree);
5. Combinatorial optimisation and linear programming;
6. Approximation algorithms and heuristics;
7. Amortized analysis.

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

*Os conteúdos programáticos dotam os estudantes do conhecimento de um leque alargado de estruturados de dados e algoritmos (tópicos 1, 2, 3, 4, 5, 6) e de técnicas de análise (tópicos 2 e 7), aumentando assim a sua capacidade para: compreender o mapeamento de problemas reais para soluções algorítmicas (objetivo 1); selecionar e aplicar estruturas de dados avançadas e técnicas algorítmicas para os resolver (objetivos 2, 3 e 4); avaliar as soluções desenvolvidas (objetivos 5 e 6).*

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

*The syllabus provides students with a broad range of data structures and algorithms (topics 1, 2, 3, 4, 5, 6) and analysis techniques (topics 2 and 7), thus increasing their ability to: understand the mapping of real problems to algorithmic solutions (objective 1); select and apply advanced data structures and algorithmic techniques to solve them (objectives 2, 3 and 4); evaluate the solutions developed (objectives 5 and 6).*

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

*A metodologia de ensino combina componentes teóricas e práticas. A componente teórica é usada para a exposição formal da matéria, apresentação de exemplos e sua discussão. Na componente prática, os estudantes resolvem desafios de programação com recurso a algoritmos e estruturas de dados avançados, com acompanhamento tutorial. A UC é agnóstica em relação à linguagem de programação, sendo permitido aos estudantes escolherem em que linguagem codificam os seus programas.*

*Adicionalmente, os estudantes deverão realizar dois mini-projetos práticos, em que deverão apresentar soluções para problemas do mundo real apresentados, fazendo uso do conhecimento adquirido na UC.*

*Segue-se uma metodologia de avaliação distribuída com exame final, com as seguintes componentes:*

- Exame final, com peso de 60% para a classificação final e nota mínima de 40%;
- Componente distribuída, composta por dois trabalhos práticos, cada um com peso de 20% para a classificação final e nota mínima de 40%.

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

*The teaching methodology combines theoretical and practical components. The theoretical component is used for the formal exposition of the subject, presentation of examples and their discussion. In the practical component, students solve programming challenges using advanced algorithms and data structures, with tutorial accompaniment. The UC is agnostic to the programming language, allowing students to choose in which language they write their programs. In addition, students will undertake two practical mini-projects, in which they will present solutions to given real-world problems, making use of the knowledge acquired in the UC.*

*A distributed evaluation methodology will be adopted, with a final exam, with the following components:*

- *Final exam, weighing 60% for the final grade, with a minimum grade of 40%;*
- *Distributed component, consisting of two practical assignments, each weighing 20% for the final grade, with a minimum grade of 40%.*

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

*A metodologia de ensino desta UC é caracterizada pela adoção de componentes de carácter teórico e prático de forma integrada, tanto nas aulas como nos vários momentos de avaliação. As aulas de carácter teórico são usadas para a exposição formal da matéria, acompanhada da apresentação de exemplos e sua discussão. As aulas de carácter prático são usadas para a resolução de exercícios e desenvolvimento de pequenos programas para testar os algoritmos desenvolvidos, com acompanhamento tutorial. Adicionalmente, a realização de projetos práticos, sobre problemas do mundo real, capacitam o estudante a ter um raciocínio criativo, objetivo, e crítico da qualidade da solução implementada.*

*A consolidação prática do conhecimento teórico adquirido, numa perspetiva de “aprender fazendo” permite ao estudante adquirir competências em: i) caracterizar um dado problema; ii) formalizar o problema de maneira precisa; e, iii) identificar as estruturas de dados e algoritmos mais apropriados para a sua solução. Numa perspetiva mais integrada e holística de todo o conhecimento adquirido, a realização de projetos completos, como principal suporte da avaliação prática permite ao estudante consolidar as competências anteriormente mencionadas, e ainda iv) avaliar, tanto analítica assim como empiricamente a qualidade da solução concebida, a nível de eficiência e de correção. A partir do exame final, o estudante deve demonstrar autonomamente os conhecimentos adquiridos, tanto a nível prático assim como a nível teórico. Desta forma, os métodos de ensino e de avaliação propostos suportam a efetiva consolidação das quatro competências enunciadas anteriormente.*

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

*The teaching methodology of this course is characterized by the adoption of components of theoretical and practical nature in an integrated manner, both in class and at various moments of assessment. Classes of theoretical nature are used for the formal exposition of the subject, accompanied by the presentation of examples and their discussion. Classes of practical nature are used for solving exercises and developing small programs to test the developed algorithms, with tutorial accompaniment. Additionally, conducting practical projects on real-world problems enables the student to have creative, objective, and critical thinking about the quality of the implemented solution.*

*The practical consolidation of the acquired theoretical knowledge, in a “learning-by-doing” perspective, allows the students to acquire skills in: i) characterizing a given problem; ii) formalising the problem precisely; and iii) identifying the most appropriate data structures and algorithms for their solution. In a more integrated and holistic perspective of all the acquired knowledge, the accomplishment of complete projects as the main support of the practical evaluation allows the student to consolidate the aforementioned competences, and iv) to evaluate, both analytically and empirically, the quality of the conceived solution from the point of view of efficiency and correction. For the final exam, the student must autonomously demonstrate the knowledge acquired, both at the practical and theoretical levels. Thus, the proposed teaching and assessment methods support the effective consolidation of the four competencies listed above.*

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

*Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2009). Introduction to algorithms. MIT press.*  
*Skiena, S. S. (1998). The algorithm design manual. Springer Science & Business Media.*  
*Sedgewick, R. (2001). Algorithms in C++ Part 5: Graph Algorithms (3/E). Addison-Wesley Professional.*  
*Lawler, E. (2012). Combinatorial Optimization: Networks and Matroids. Dover Publications.*  
*Saha, S., Shukla & S. (2019). Advanced Data Structures: Theory and Applications. Chapman and Hall/CRC.*  
*Brass, P. (2008). Advanced Data Structures. Cambridge University Press.*  
*Grötschel, M., Lovász, L. & Schrijver, A. (1993). Geometric Algorithms and Combinatorial Optimization. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.*

### **Mapa IV - Engenharia de Software Seguro**

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

*Engenharia de Software Seguro*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Secure Software Engineering*

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

*CS*

**4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:**

162

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

39 (39TP)

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

-

**4.4.1.7. Observations:**

-

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Docente em processo de contratação DEI-1 (TP-39h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Pretende-se que os estudantes:*

- 1. Reconheçam os problemas de segurança do software de sistemas de computação, suas causas e consequências, e conheçam as boas práticas para a sua prevenção, deteção e mitigação;*
- 2. Conheçam e sejam capazes de aplicar as boas práticas do desenvolvimento de software seguro nas fases do ciclo de vida do software: captura de requisitos, arquitetura e desenho, implementação, verificação e validação, distribuição, instalação e manutenção;*
- 3. Conheçam e sejam capazes de usar processos e ferramentas de engenharia de software direcionados para questões de segurança;*
- 4. Conheçam normas relevantes para o desenvolvimento de software seguro.*

*Os conteúdos programáticos incluem as abordagens estado da arte em segurança de software e as técnicas referentes da capacidade de selecionar de forma crítica os métodos apropriados. Incluem ainda a interpretação e análise do comportamento de algoritmos e resultados, bem como ferramentas 'off-the-shelf'.*

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***It is intended that students:*

- 1. Recognize the security problems computing systems software, their causes and consequences, and recognize the good s practices for their prevention, detection and mitigation ;*
- 2. Know and can apply good practices for developing secure software in the various phases of the software life cycle: requirements capture, architecture and design, implementation, verification and validation, deployment, installation, and maintenance;*
- 3. Know and be able to use software engineering processes and tools specially targeted at security issues;*
- 4. Know relevant standards for the development of secure software.*

*The syllabus includes the understanding of state-of-the-art approaches to security as well as specific techniques capable of critically selecting the appropriate methods to use to solve the engineering problem at hand. They also include the ability to interpret and analyze the behavior and performance of algorithms and results, as well as off the shelf tools.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1) Introdução, conceitos fundamentais e terminologia (Objetivos, modelação de ameaças e análise de risco, princípios de desenho seguro, segurança no SDLC, o papel da arquitetura)*
- 2) Programação e desenvolvimento de software seguro (Validação, revisão, ferramentas e teste)*
- 3) Identificação e autorização no controlo de acessos*
- 4) Segurança nas aplicações distribuídas e da web*
- 5) Vulnerabilidades mais comuns na segurança do software e sua exploração*
- 6) Utilização de protocolos seguros no controlo de acessos*
- 7) Teste de penetração das aplicações*

**4.4.5. Syllabus:**

- 1) *Introduction, fundamentals and terminology (Objectives, threat modelling and risk analysis, secure design principles, SDLC security, the architecture role)*
- 2) *Secure coding (Validation, review, tools and testing)*
- 3) *Identification and validation in access control*
- 4) *Security in distributed and web applications*
- 5) *Common security vulnerabilities in software and their exploitation*
- 6) *Using secure protocols in access control*
- 7) *Application penetration testing*

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

*O conteúdo programático, incidindo nas bases conceptuais, processos da engenharia do software com a inclusão contínua das preocupações de segurança, ameaças e vulnerabilidades frequentes, incluindo problemas na arquitetura das aplicações, código e linguagens de programação em si, identificação e autorização nas aplicações distribuídas e na web, e utilização incorreta ou vulnerável de protocolos de acesso remoto, assim como alguns detalhes e exemplos práticos de análise e desenho, é visivelmente consentâneo com os objetivos da unidade curricular, cujo principal é a aquisição de práticas que conduzam a software e sistemas computacionais seguros.*

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

*The syllabus, focusing on conceptual bases, software engineering processes with embedded security concerns, frequent and common threats and vulnerabilities, including application architecture problems, programming languages and code, identification and authorization in distributed and web applications, and incorrect and vulnerable use remote access protocols, as some details and practical examples of aspects of analysis and design is clearly consistent with the objective of the course, whose main objective is the acquisition of work practices leading to secure applications and secure system software.*

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

*As aulas terão uma componente de exposição e discussão dos tópicos programáticos, e outra componente de realização de exercícios práticos e pequenos projetos de aplicação dos conceitos e técnicas e experimentação de ferramentas. Será reservada uma ou duas aulas para a apresentação de tópicos e projetos explorados pelos estudantes.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Fórmula de avaliação: A componente de avaliação contínua (50% da nota final) compreende:*

*Trabalhos práticos (50%) (Projeto prático: 30%; Trabalho laboratorial: 20%)*

*Exame Final (50% da nota final)*

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

*The classes will comprise the presentation and discussion of topics and the development of practical exercises and small projects by the students. Slots will be reserved for the presentation of special topics and projects explored by the students.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Formula of evaluation: Continuous assessment (50% of the final grade) comprises:*

*Practical work (50%): (Practical project: 30%; Lab work: 20%);*

*Final Exam (50% of the final grade).*

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

*A metodologia das aulas e do trabalho exigido aos estudantes é consentânea com os objetivos de aprendizagem apresentados. Os conceitos, técnicas e exemplos práticos são apresentados, experimentados e discutidos nas aulas, onde muitas incluem trabalho de laboratório; mais tarde são avaliados numa prova escrita e pela produção de projetos, desenvolvimento e demonstração, elaborados em pequenos grupos, abrangendo diferentes áreas e técnicas, que serão apresentados e demonstrados nas últimas aulas do semestre.*

*Em particular, os objetivos de aprendizagem focados na aquisição de habilidades (capacidade de aplicar práticas e de usar processos e ferramentas) são alcançados e avaliados sobretudo através da realização de trabalhos práticos e projetos. Os objetivos de aprendizagem focados na aquisição de conhecimentos (conhecer tipos de problemas, boas práticas, processos, ferramentas e normas) são alcançados sobretudo através da exposição e discussão de tópicos programáticos e estudo da literatura, e são avaliados sobretudo no exame final.*

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

*The methodology of classes and work required from the students is consistent with the learning objectives presented earlier. The concepts, techniques and practical examples are presented, experimented and discussed in class, where several of them include lab work; later students are assessed by means of a written exam and by the production of projects, with development and demonstration, prepared in small groups, and on different topics and techniques, which will be presented and demonstrated in the last classes of the semester.*

*In particular, learning objectives focused on skills acquisition (the ability to apply practices and use processes and tools) are achieved and evaluated mainly through practical work and projects. The learning objectives focused on knowledge acquisition (knowing types of problems, good practices, processes, tools and standards) are achieved mainly through the exposition and discussion of programmatic topics and the study of literature, and are evaluated mainly in the final exam.*

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

*McGraw, G. (2006). Software Security: Building Security In. Addison-Wesley.*  
*Shostack, A. (2014). Threat Modeling: Designing for Security. John Wiley & Sons.*  
*Johnson, D. B., Deogun, D. & Sawano, D. (2018). Secure by Design. Manning Publications.*  
*Chess, B. & West, J. (2007). Secure Programming with Static Analysis. Addison-Wesley.*  
*Howard, M., LeBlanc, D. & Viega, J. (2010). 24 Deadly Sins of Software Security: Programming Flaws and How to Fix Them. McGraw-Hill*  
*Richer J. & Sanso A. (2017). OAuth 2.0 in Action. Manning Publications.*

**Mapa IV - Engenharia de Requisitos****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Engenharia de Requisitos*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Requirements Engineering*

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

*ESW*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*-*

**4.4.1.7. Observations:**

*-*

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

*António Manuel Lucas Soares (TP-39h)*

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

*<sem resposta>*

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

*O objetivo de aprendizagem principal desta UC é dotar os estudantes com competências para gerir um processo de engenharia de requisitos (ER) de um sistema.*

- 1. explicar a importância dos requisitos e do processo de ER no sucesso de um sistema de informação;*
- 2. descrever o processo ER bem como identificar e explicar os papéis e atores no processo segundo um determinado quadro conceptual;*
- 3. descrever e saber aplicar as técnicas de elicitação de requisitos: resolução de problemas, pensamento sistémico e de design, workshops de requisitos, focus groups, e cenários;*
- 4. explicar em que consiste e qual a importância da análise e negociação de requisitos e descrever as técnicas associadas;*
- 5. descrever e saber aplicar as várias técnicas de documentação de requisitos, em particular a técnica de casos de uso, o documento de requisitos e as suas funções de comunicação e negociação;*
- 6. conhecer literatura científica que estuda casos de projetos envolvendo engenharia de requisitos;*

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

*The main learning objective of this course is to equip students with the skills to manage a requirements engineering (ER) process of a system.*

- 1. explain the importance of RE requirements and process in the success of an information system;*
- 2. describe the ER process as well as identify and explain the roles and actors in the process according to a given*

*conceptual framework;*

*3. Describe and know how to apply requirements elicitation techniques: problem solving, systemic and design thinking, requirements workshops, focus groups, and scenarios;*

*4. explain what it is and what is the importance of requirements analysis and negotiation and describe the associated techniques;*

*5. describe and apply the various requirements documentation techniques, in particular the use-case technique, the requirements document and its communication and negotiation functions;*

*6. know scientific literature that studies project cases involving requirements engineering;*

#### **4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Fundamentos*

*2. Uma quadro conceptual para a Engenharia de Requisitos*

*3. Contexto do Sistema*

*4. Artefatos de Requisitos: Metas, cenários, requisitos orientados à solução*

*5. Atividades Principais: Documentação, Elicitação, Negociação*

*6. Validação e Gestão*

#### **4.4.5. Syllabus:**

*1. Fundamentals*

*2. A Requirements Engineering Framework*

*3. System Context*

*4. Requirements Artifacts: Goals, scenarios, solution-oriented requirements*

*5. Core Activities: Documentation, Elicitation, Negotiation*

*6. Validation and Management*

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

*O programa começa por introduzir e motivar para a engenharia de requisitos (ER) com o objetivo que os estudantes sejam capazes de compreender a importância desta na sua futura atividade profissional. Em seguida explora-se o conceito de requisito, que será fundamental para que sejam capazes de compreender o objeto de estudo e desenvolvimento das atividades e artefactos que compõem todo o processo. Este é estruturado num quadro concetual que define e relaciona todos os componentes e, juntamente com a perspetiva sistémica do objeto de desenvolvimento, permite ao estudante uma perceção global da utilização e interação dos vários componentes do processo de ER. Os artefactos e atividades nucleares da ER (segundo o quadro concetual anteriormente estudado) são explorados de forma a que os estudantes adquiram competências na sua aplicação. Finalmente, os tópicos de validação e gestão do processo de ER são apresentados, fazendo uma ligação às questões de gestão da informação (documentação).*

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

*The program begins by introducing and motivating for requirements engineering (ER) with the goal that students are able to understand its importance in their future professional activity. Then it explores the concept of requirement, which will be fundamental for the students to be able to understand the object of study and for the development of the activities and artifacts that make up the entire process. This is structured in a conceptual framework that defines and relates all components and, together with the systemic perspective of the development object, allows the student to have a global perception of the use and interaction of the various components of the RE process. The RE artifacts and core activities (according to the previously studied conceptual framework) are explored in such a way that students acquire application skills. Finally, the RE process validation and management topics are presented, linking to information management (documentation) aspects.*

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

*A metodologia usada é mista: aprendizagem baseada em projeto e debate induzido pela investigação. No início do semestre são lançados projetos a ser realizados por grupos que decorrerão até ao final do semestre. Estes projetos são definidos pelos grupos juntamente com o docente e visam a especificação de um sistema de informação, alicerçado em casos mais ou menos realistas.*

*O debate teórico é assegurado por leitura prévia e debate na aula, liderado pelos grupos de alunos, de artigos científicos em tópicos relacionados com os vários pontos do programa.*

*No fim do semestre os estudantes deverão desenvolver um ensaio sobre um aspeto específico da ER à sua escolha.*

*A avaliação é distribuída, sem exame final, e é calculada da seguinte forma:*

*30% - Projeto de grupo*

*20% - Discussão de artigo liderada pelo grupo*

*20% - Folhas individuais de leitura de artigo*

*30% - Ensaio individual*

*Condições de Frequência: Nota mínima de 40% em qualquer das componentes de avaliação*

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

*The methodology used is mixed: project-based learning and research-induced debate. At the beginning of the semester projects are launched to be carried out by groups that will run until the end of the semester. These projects are defined by the groups together with the teacher and aim to specify an information system, based on more or less realistic cases.*

*The theoretical debate is ensured by prior reading and discussion in class, led by student groups, of scientific articles on topics related to the various points of the program.*

*At the end of the semester students should develop an essay on a specific aspect of RE of their choice.*

*The assessment is distributed without final exam and is calculated as follows:*

*30% - Group Project*

*20% - Group-led article discussion*

*20% - Individual article reading sheets*

*30% - Individual Test*

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

*A abordagem pedagógica a esta UC tem subjacente três meta-objetivos: competência técnica e metodológica, acompanhamento científico e capacidade de inovação e localização na atividade profissional e impacto societal. Estes meta-objetivos estarão presentes em todas as atividades a desenvolver pelos estudantes e contribuem para uma melhor contextualização da aprendizagem da Engenharia de Requisitos.*

*A aprendizagem baseada em projeto é a mais adequada para que os estudantes adquiram competências para selecionar e aplicar as técnicas mais adequadas a cada situação. A ER é altamente contextual e situacional, não havendo fórmulas ou receitas estabelecidas, pelo que a prática é fundamental para a interiorização de conceitos e técnicas. Os projetos têm como objetivo principal a definição de objetivos e requisitos de alto nível para um sistema de informação, visto como um processo de resolução de problemas complexos (envolvendo vários pontos de vista). Como é esperado nesta forma de aprendizagem, as dificuldades sentidas nas várias fases da realização do projeto serão indutoras de explicação e debate na aula por parte do docente. Adicionalmente, a interação entre os elementos do grupo e entre este e os eventuais elementos externos envolvidos no projeto, contribuirá para o desenvolvimento das competências transversais pensamento analítico, empatia, comunicação, resolução de conflitos, moderação, autoconfiança, persuasão.*

*A leitura prévia e debate de artigos científicos em sala de aula contribui para o acompanhamento científico e capacidade de inovação dos estudantes. Os artigos, criteriosamente selecionados para irem ao encontro dos vários pontos do programa, motivam a explicação dos conceitos e técnicas. A prática de leitura de artigos científicos e técnicos, além de permitir estar a par do conhecimento científico mais atual, permite também ao estudante manter-se a par do estado-da-arte técnico-profissional. O debate na aula liderado por um grupo, treina os estudantes na identificação dos aspetos mais relevantes de um artigo científico ou técnico em termos de conhecimento prévio, metodologias de investigação, argumentação e moderação.*

*A escrita de um ensaio individual sobre um tema específico da ER visa consolidar os conhecimentos teóricos e metodológicos da ER, bem como desenvolver as capacidades de escrita argumentativa*

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

*The pedagogical approach to this course has three meta-objectives: technical and methodological competence; scientific follow-up and capacity for innovation; and location in professional activity and societal impact. These meta-objectives will be present in all activities to be developed by the students and contribute to a better contextualization of the requirements engineering learning.*

*Project-based learning is best suited for students to acquire skills to select and apply the most appropriate techniques for each situation. RE is highly contextual and situational, with no established formulas or recipes, so practice is fundamental for the internalization of concepts and techniques. Projects have as their main objective the definition of high-level objectives and requirements for an information system, seen as a complex problem-solving process (involving several points of view). As expected in this form of learning, the difficulties experienced in the various phases of the project will induce explanation and debate in class by the teacher. Additionally, the interaction between the group elements and between this group and any external elements involved in the project will contribute to the development of transversal the competences of analytical thinking, empathy, communication, conflict resolution, moderation, self-confidence, persuasion.*

*Prior reading and discussion of scientific papers in the classroom contributes to the scientific monitoring and innovation capacity of students. The articles, carefully selected to meet the various points of the program, motivate the explanation of concepts and techniques. The practice of reading scientific and technical articles, besides allowing to be aware of the most current scientific knowledge, also allows the student to keep abreast of the technical and professional state-of-the-art. Group-led in class discussion, trains the students in identifying the most relevant aspects of a scientific or technical paper in terms of prior knowledge, research methodologies, argumentation and moderation. Writing an individual essay on a specific theme of RE aims to consolidate the theoretical and methodological knowledge of RE, as well as develop the skills of argumentative writing.*

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

*Pohl, K. (2010). Requirements engineering fundamentals, principles, and techniques. Heidelberg: Springer.*

*Alexander, I. F., & Stevens, R. (2002). Writing better requirements. Pearson Education.*

*Alexander, I. F., & Maiden, N. (2005). Scenarios, stories, use cases: through the systems development life-cycle. Chichester: John Wiley & Sons.*

### **Mapa IV - Engenharia de Linguagens de Software**

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

*Engenharia de Linguagens de Software*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Software Language Engineering*

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

**PROG****4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:**

162

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

39 (39TP)

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

-

**4.4.1.7. Observations:**

-

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***João Manuel Paiva Cardoso (TP-39h)***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):**

*Esta unidade curricular pretende preparar os estudantes para o desenho e implementação de linguagens de software, nomeadamente de linguagens de programação e de modelação (visuais ou textuais) e com ênfase em linguagens específicas de domínio (DSLs). A UC inclui as etapas de engenharia de linguagens software, desde conceitos, requisitos, desenho, até à implementação e geração de código. Serão focados os parsers generalizados, ferramentas e técnicas para alcançar implementações rápidas e incrementais. Durante a UC, os estudantes trabalharão na engenharia de uma DSL, à qual aplicarão os conhecimentos adquiridos.*

*Os estudantes serão capazes de:*

- O1: compreender todas as etapas da Engenharia de linguagens de software*
- O2: usar ferramentas contemporâneas para implementar linguagens de software*
- O3: aplicar os conceitos na Engenharia de uma nova linguagem de software*
- O4: implementar geradores de código eficientes*
- O5: identificar e aplicar as práticas que resultam em resultados eficientes*

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

*This course intends to prepare students for designing and implementing software languages, namely programming languages, modeling languages (visual or textual), and with a focus on domain-specific languages (DSLs). The content of the course includes the software languages engineering stages from concepts, requirements, design, to implementation and generation of code. It includes generalized parsers, tools and techniques to achieve fast and incremental implementation of software languages. During the course, students will work on the engineering of a DSL, to which they will apply most of the knowledge acquired.*

*The students will be capable to:*

- O1: understand all the stages of the engineering of a software language*
- O2: use contemporary tools to implement software languages*
- O3: apply the concepts to engineer a new software language*
- O4: implement efficient code generators*
- O5: identify and apply the practices that achieve efficient results*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- P1: Introdução a linguagens de software, modelos e metamodelos*
- P2: Fundações conceituais sobre Engenharia de linguagens de software*
- P3: Desenho de linguagens de software*
- P4: Implementação de linguagens de software*
- P5: Integração e composição de linguagens de software*
- P6: Validação de linguagens de software*
- P7: Manutenção de linguagens de software*
- P8: Análise de modelos e transformações*
- P9: Ferramentas e workbenches para engenharia de linguagens de software*

**4.4.5. Syllabus:**

*P1: Introduction to software languages, models and metamodels*  
*P2: Conceptual foundations of software language engineering*  
*P3: Design of software languages*  
*P4: Implementation of software languages*  
*P5: Integration and composition of software languages*  
*P6: Validation of software languages*  
*P7: Maintenance of software languages*  
*P8: Model analysis and transformations*  
*P9: Language engineering tools and workbenches*

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

*O elenco programático contribuirá fortemente para a aquisição das competências descritas. De seguida apresenta-se a correspondência entre os módulos do conteúdo programático e os objetivos de aprendizagem:*

*P1 -> O1*  
*P2 -> O1*  
*P3 -> O4*  
*P4 -> O2, O4*  
*P5 -> O3, O4*  
*P6 -> O3, O4*  
*P7 -> O3*  
*P8 -> O3, O4*  
*P9 -> O2*

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

*The content covered in syllabus will strongly contribute to the competences described. The correspondence between program modules and learning outcomes is as follows:*

*(For each module, we indicate the more directly targeted outcomes.)*

*P1 -> O1*  
*P2 -> O1*  
*P3 -> O4*  
*P4 -> O2, O4*  
*P5 -> O3, O4*  
*P6 -> O3, O4*  
*P7 -> O3*  
*P8 -> O3, O4*  
*P9 -> O2*

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

*A metodologia de ensino consiste em aprendizagem baseada em projeto, modelo de classe invertida, e apresentações tradicionais de alguns tópicos. Os estudantes são confrontados com problemas práticos de engenharia de linguagens software e têm de realizar a engenharia de uma linguagem, de apresentar e discutir etapas intermédias do projeto e de reportar, apresentar e discutir a implementação final.*

*Obtenção de frequência: máximo de 3 faltas às aulas.*

*Avaliação (todas as notas, incluindo as notas das componentes, são numa escala de 0 a 20):*

*Projeto (PRJ): realizado por equipas de 2 a 3 estudantes (60% da nota final na UC)*

*Primeira fase ("época normal"): dois testes distribuídos (MT1 e MT2) (cada um contribui com 20% para a nota final)*

*Segunda fase ("época de recurso"): exame (EX) (40% para a nota final)*

*Aprovação na UC: obter frequência, uma nota final  $\geq 10$ , (a) uma nota média dos testes distribuídos (MT1 e MT2)  $\geq 8$  ou (b) uma nota de exame (EX)  $\geq 8$ , e uma nota de PRJ  $\geq 10$ .*

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

*The teaching methodology is based on a mix of project-based learning, flipped classroom, and traditional presentations of some topics. The students will face real-life problems regarding the engineering of software languages. During the semester the students will have to engineer a software language, to present and discuss intermediate stages of the engineering and to report and present the final implementation*

*Terms of frequency: maximum of three absences in the classes*

*Evaluation (all grades in a scale from 0 to 20 points):*

*Project (PRJ): during the semester realized by teams of 2 to 3 students (60% of the final grade)*

*First phase ("época normal"): two midterm (MT1 and MT2) exams (each one 20% of the final grade)*

*Second phase ("época de recurso"): final exam (EX) (40% of the final grade)*

*To be approved, students must obey to the terms of frequency, obtain a final grade  $\geq 10$ , (a) an average grade of the midterm exams (MT1 and MT2)  $\geq 8$  or (b) an EX grade  $\geq 8$ , and a PRJ grade  $\geq 10$*

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

*Esta unidade curricular cobre todas as etapas de engenharia de linguagens software. Em complemento a componentes de exposição de exemplos e de casos de estudo, uma componente importante para a aquisição de parte do conhecimento é desenvolvendo um projeto por grupos de estudantes.*

*A exposição de tópicos e a aplicação prática dos mesmos contribui definitivamente para que os estudantes fiquem familiarizados com os assuntos relacionados com a engenharia de linguagens de software.*

*A exposição de tópicos relacionados com a Engenharia de linguagens e software e a discussão de exemplos e de casos de estudo, permitirá que os estudantes compreendam todas as etapas da Engenharia de linguagens de software e adquiram as competências O1.*

*A realização do projeto de Engenharia de uma nova linguagem de software necessitará que os estudantes apliquem os conceitos de engenharia de Linguagens de software e permitirá que os estudantes utilizem ferramentas contemporâneas para implementar linguagens de software e que por isso adquiram competências O2 e O3.*

*A realização do projeto e a exposição e estudo de técnicas de implementação aplicadas ao projeto permitirá que os estudantes sejam confrontados com compromissos de projeto e com as várias formas de implementação, tendo por objetivo a implementação de geradores de código eficientes (O4) e a identificação e aplicação das práticas que resultam em resultados eficientes (O5).*

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

*This course covers all the stages of software language engineering. Besides the exposition component of examples and use cases in this course, an important component for the acquisition of knowledge is through the execution of a project by groups of students.*

*The exposure of the topics and their practice contribute decisively to enable students to familiarize themselves with the body of knowledge related to software language engineering.*

*The exposure of the students to the topics related to Engineering of software languages, and the discussion of examples and case studies, will allow students to acquire all the stages of the Engineering of software languages and acquire the learning outcomes O1.*

*The project of a new software language needs that the students apply the concepts of Engineering of software languages and allows students to use contemporary frameworks to implement the languages and as a result to acquire the learning outcomes O2 and O3.*

*The project and the exposure and study of implementation techniques allow that the students be faced to engineering trade-offs, and with the various implementation options, with the goal to implement efficient code generators (O4), and to the identification and application of practices that conduct to efficient results (O5).*

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

*Scott, M.L. (2009). Programming Language Pragmatics (3. ed.). Academic Press. ISBN 978-0-12-374514-9.*

*Fowler, M. (2011). Domain-Specific Languages. The Addison-Wesley signature series, Addison-Wesley. ISBN 978-0-321-71294-3.*

*Voelter, M, Benz, S., Dietrich, C., Engelmann, B., Helander, M., Kats, L. C. L. , Visser, E., Wachsmuth, G. (2013). DSL Engineering - Designing, Implementing and Using Domain-Specific Languages. CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN 978-1-4812-1858-0.*

*Parr, T. (2009). Language Implementation Patterns: Create Your Own Domain-Specific and General Programming Languages (1st ed.). Pragmatic Bookshelf. ISBN 978-1-934356-45-6.*

*Selected recent scientific papers.*

*Selected documents about the tools and workbenches used during the course.*

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

*Dissertação*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Dissertation*

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

*EICTM*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*810*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*6.5 (OT)*

**4.4.1.6. ECTS:**

**4.4.1.7. Observações:**

*Trabalho individual de investigação e desenvolvimento, conducente à elaboração de uma dissertação de natureza científica sobre um tema da área de conhecimento do curso, ou visando a integração e aplicação à resolução de problemas complexos de engenharia de conhecimentos, competências e atitudes adquiridos ao longo do curso. O trabalho pode ser de investigação ou de desenvolvimento tecnológico e aplicação, envolvendo meios experimentais e/ou de simulação, que promova o desenvolvimento de capacidades de iniciativa, de decisão, de inovação, de pensamento criativo e crítico, num contexto de trabalho individual ou em grupo. Deve envolver a análise de situações novas, a recolha de informação pertinente, o desenvolvimento e seleção ou conceção das metodologias de abordagem e dos instrumentos de resolução do problema proposto, a sua resolução, o exercício de síntese e elaboração de conclusões, e a preparação de uma dissertação pertinente sujeita a apresentação e discussão pública.*

**4.4.1.7. Observations:**

*Individual work on research and development, leading to the production of a scientific dissertation on a subject in the area of knowledge of the course, or to integrate and apply knowledge, skills and attitudes acquired during the course to solving complex problems of engineering. The work can be of research type or technological development and application, involving experimental media and/or simulation, and should promote skills on building initiative, decision-making, innovation, creative and critical thinking. It should involve the analysis of new situations, gathering relevant information, the development, selection or design of methodological approaches and tools appropriate for the resolution of the problem, its resolution, the synthesis of the findings and the preparation of a dissertation for public presentation and discussion of results.*

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

*Luís Filipe Pinto de Almeida Teixeira (OT-6,5h)*

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

*Cada OT-6,5 h*  
*Ademar M.T. Aguiar*  
*Alexandre M.B. V.Carvalho*  
*Alípio M.G. Jorge*  
*Ana C.C. Aguiar*  
*Ana C.R.Paiva*  
*Ana P.C.Rocha*  
*André M.O.Restivo*  
*António Augusto de Sousa*  
*António F.V.C.C.Coelho*  
*António M.L.Souares*  
*António M.P.P.Monteiro*  
*Carla A. T.Lopes*  
*Carlos M. M.O.P.Souares*  
*Daniel A.G.C.Silva*  
*Filipe A.P.F.Correia*  
*Gabriel S.T.David*  
*Gil M.M.A.Gonçalves*  
*Gilberto B.Almeida*  
*Henrique D.A. L.Cardoso*  
*Hugo J.S.L.Ferreira*  
*Inês C.Dutra*  
*Jaime S.Cardoso*  
*João A.C.Lopes*  
*João Carlos Pascoal Faria*  
*João M.P.Cardoso*  
*João P.C.L.M. Moreira*  
*Jorge A.Silva*  
*Jorge M.G.Barbosa*  
*José L.C.M.Borges*  
*José M.M.Cruz*  
*Luís P.G.Reis*  
*Manuel B.M.Barbosa*  
*Manuel Firmino S. Torres*  
*Maria C.C.A.Ribeiro*  
*Maria T.Galvão Dias*  
*Maria T.M. da S.P. Andrade*  
*Nuno H.R.Flores*  
*Pedro A.G.L.F.Souto*  
*Pedro G.D.Ferreira*  
*Pedro M.P.Ribeiro*  
*Ricardo S. Morla*  
*Rita Paula A.Ribeiro*  
*Rosaldo J.F.Rossetti*

Rui Carlos C.S.F.Silva  
Rui Pedro A.Rodrigues  
Sérgio S. Nunes  
Vera Lucia M.O.e Silva  
docentes doutorado a contratar DEI-1,DEI-2,DEI-3,DEI-4,DEI-5

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

*No final da unidade curricular, os estudantes deverão demonstrar as seguintes capacidade na área de engenharia informática:*

1. *Análise de situações novas com recolha de informação pertinente;*
2. *Desenvolvimento e seleção ou conceção das metodologias de abordagem e dos instrumentos de resolução do problema proposto;*
3. *Resolução de problemas, com o conseqüente o exercício de síntese e elaboração de conclusões;*
4. *Preparação de uma dissertação pertinente, a ser sujeita a apresentação pública e discussão dos resultados.*

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

*At the end of the curriculum unit, students must demonstrate the following abilities in the informatics engineering area:*

1. *Analysis of new situations with collection of relevant information;*
2. *Development and selection, or definition of methodologies and instruments to solve the proposed problem;*
3. *Problem solving, with the consequent exercise of synthesis and preparation of conclusions;*
4. *Preparation of a relevant dissertation to be subject to a public presentation and discussion of results.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Identificação e análise de um problema a resolver*
2. *Pesquisa do estado-da-arte respetivo*
3. *Análise de potenciais soluções*
4. *Desenvolvimento de uma solução*
5. *Avaliação da solução desenvolvida*
6. *Escrita do relatório de dissertação*

#### 4.4.5. Syllabus:

1. *Identification and analysis of a problem to be solved*
2. *Survey of the respective state-of-the-art*
3. *Analysis of potential solutions*
4. *Development of a solution*
5. *Evaluation of the developed solution*
6. *Dissertation report writing*

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

*Pretende-se que os estudantes desenvolvam nesta unidade curricular uma competência em análise e desenvolvimento de soluções inovadoras para problemas complexos na área de engenharia informática propostos em ambiente académico ou empresarial, adotando para isso uma abordagem metodológica de base científica. Nesse sentido, os conteúdos programáticos 1, 2 e 3 dão resposta aos objetivos de aprendizagem 1 e 2, sendo esperado que os estudantes elaborem um estudo crítico dos métodos e soluções existentes na literatura; o desenvolvimento e avaliação da solução proposta, abordados nos conteúdos programáticos 4 e 5, dão as competências associadas à resolução de problemas complexos e síntese, descrito no objetivo de aprendizagem 3; por fim, os estudantes redigem um documento na forma de dissertação, que tem como objetivo de aprendizagem a preparação de uma dissertação completa e rigorosa, para posterior apresentação pública e discussão.*

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

*The goal of this course is that the students develop a competence in the analysis and development of innovative solutions for complex problems in the area of computer engineering proposed in an academic or corporate environment, adopting a scientifically based methodological approach. For this purpose, syllabus 1, 2 and 3 respond to learning outcomes 1 and 2, and students are expected to develop a critical study of the methods and solutions available in the literature; the development and evaluation of the proposed solution, covered in syllabus 4 and 5, give the skills associated with solving complex problems and synthesis, described in learning outcome 3; finally, students write a document in the form of a dissertation, which has as learning outcome the preparation of a complete and rigorous dissertation, for later public presentation and discussion.*

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

*Não há aulas formais, sendo a informação pertinente transmitida por meios eletrónicos, periodicamente ou conforme for necessário, e por encontros com os estudantes sempre e quando for necessário.*

*O trabalho pode ser realizado em ambiente académico ou empresarial. Neste caso, a forma de acompanhamento do trabalho é objeto de acordo prévio entre o estudante e os orientadores por parte da Faculdade e da empresa. Para trabalhos em ambiente académico, a orientação é fornecida aos estudantes mediante encontros regulares com os supervisores.*

*O trabalho é individual, mas pode ser desenvolvido no seio de uma equipa encarregada de um projeto de grande dimensão.*

*A avaliação irá sendo feita mediante a apresentação e discussão de relatórios ou demonstrações parciais mas culmina na apresentação de um relatório final - dissertação - cujo conteúdo será apresentado publicamente e sujeito à apreciação de um júri de três doutorados que atribuirão a classificação numérica final.*

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

*There are no formal classes, the pertinent information is given via electronic means, periodically or as needed, and in meetings with students as and when required.*

*Work may be performed in an academic or corporate environment. In this case, the form of monitoring of the work is subject to agreement between the student and the Faculty and company supervisors. For the work taking place in an academic environment, guidance is provided to students through regular meetings with supervisors.*

*The work is individual, but can be developed within a team responsible for a large project.*

*The assessment will be made upon presentation and discussion of partial reports and demonstrations but culminates in the presentation of a final report - thesis - the contents of which will be publicly presented and subjected to the evaluation of a panel of three doctorates that will give the final numerical grade.*

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

*A metodologia de ensino, deixando aos estudantes a responsabilidade de, em grande medida, trabalharem no seu tema da maneira que julgarem mais apropriada, seguindo a sua opinião, ritmo e até instintos é consentânea com os objetivos da unidade curricular, que pretende que os estudantes mostrem que sabem aplicar os conhecimentos, competências e atitudes adquiridos ao longo do ciclo de estudos.*

*É certo que os orientadores estarão atentos ao trabalho desenvolvido por forma a evitar que os estudantes se afastem do essencial e se percam em aspetos de somenos importância e zelarão para que o plano de trabalhos seja cumprido.*

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

*The teaching methodology, largely leaving to students the responsibility of conducting their work the way they deem most appropriate, according to their opinion, pace and even instincts, is consistent with the objectives of the course: the students should show they can apply the knowledge, skills and attitudes acquired during the course.*

*Admittedly, the supervisors will be attentive to keep the students focused on essentials, and avoid getting lost on minor points, and to ensure that the work plan is followed.*

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

*A bibliografia não pode ser apresentada pois é altamente dependente dos múltiplos temas sobre os quais os trabalhos incidem. / The bibliography can not be presented because it is highly dependent on multiple topics covered by the themes of the work.*

### **Mapa IV - Desenvolvimento de Software de Larga Escala**

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

*Desenvolvimento de Software de Larga Escala*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Large Scale Software Development*

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

*ESW*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*52 (26T + 26TP)*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*-*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*-*

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

*Ademar Manuel Teixeira de Aguiar (T-13h, TP-78h-6 turmas)*

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

*Hugo José Sereno Lopes Ferreira (T-13h, TP-52h-6 turmas)*

*André Monteiro de Oliveira Restivo (TP-26h-6 turmas)*

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

*O objetivo principal é desenvolver nos estudantes as seguintes competências:*

- 1. Aplicação de um processo ágil a todo o ciclo de vida de um sistema de software real de complexidade e escala média-elevada.*
- 2. Utilização de práticas de desenvolvimento ágil.*
- 3. Utilização de ferramentas para automação e suporte às práticas usadas durante todo o seu ciclo de vida, desde os requisitos até à utilização.*
- 4. Utilização de infraestruturas e serviços de software de grande escala, para desenvolvimento e instalação de soluções com forte integração de componentes e aplicações.*
- 5. Desenvolvimento de trabalho colaborativo integrando diversos intervenientes (equipa, clientes, especialistas externos), promovendo negociação e decisões partilhadas sobre o projeto.*
- 6. Consolidação dos conhecimentos e competências anteriormente adquiridos em diversas disciplinas relacionadas com desenvolvimento de software, em especial: Engenharia de Software, Bases de Dados e Interfaces com o Utilizador.*

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

*The key goal is to develop the following skills in the students:*

- 1. Apply an agile process to the full software development life cycle of a real software system of medium-large complexity and scale.*
- 2. Apply agile development practices.*
- 3. Use tools to automate and support the practices used along the lifecycle, from the requirements to usage.*
- 4. Use of infrastructures and services for large scale software systems to develop and deploy solutions with strong integration of components and applications.*
- 5. Development of collaborative work integrating different participants (team, customers, external experts), promoting design negotiation and participatory decision-making.*
- 6. Consolidation of knowledge and skills acquired in several courses related with software development, in particular: Software Engineering, Databases, and User Interfaces.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Introdução aos processos de desenvolvimento de software de larga escala e complexidade média-elevada.*
- 2. Revisão sobre métodos e práticas ágeis mais populares para sistemas de software de larga escala (p.e. Scrum/LeSS, Kanban e XP).*
- 3. Estudo e experimentação de ferramentas de desenvolvimento de software para automação e suporte às práticas usadas durante todo o seu ciclo de vida, desde os requisitos até à utilização.*
- 4. Estudo de arquiteturas, infraestruturas e serviços de software de grande escala, para desenvolvimento e instalação de soluções com forte integração de componentes e aplicações.*
- 5. Práticas de trabalho em equipa integrando diversos intervenientes (equipa, clientes, especialistas externos).*
- 6. Seminários em tópicos e tendências de maior atualidade, em termos de investigação ou prática, na academia ou indústria, incluindo: Agile at Large, DevOps, Agile Quality, Microservices.*

**4.4.5. Syllabus:**

- 1. Introduction to development processes for large scale software systems and medium-large complexity.*
- 2. Review of the most popular agile methods and practices for large scale software systems (e.g. Scrum/LeSS, Kanban e XP).*
- 3. Survey and experimentation of software development tools to automate and support the practices used along the software development life cycle, from requirements to usage.*
- 4. Overview of architectures, infrastructures and services for large scale software, to develop and deploy of solutions with heavy integration of components and applications.*
- 5. Teamwork practices integrating several intervenients (team, customers, external experts).*
- 6. Seminars on hot topics and trends, in terms of research and practice, academy and industry, including: Agile at Large, DevOps, Agile Quality, Microservices.*

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

*Os conteúdos abordados na UC visam fornecer aos estudantes desde os conhecimentos fundamentais até às melhores práticas existentes, ferramentas, produtos e serviços, tradicionais e ágeis, na área de desenvolvimento de software de larga escala, bem como proporcionar a aplicação desses conhecimentos a projetos concretos realizados em grupo ao longo de todo o semestre.*

*Mais especificamente os tópicos programáticos (T) estão relacionados com os objetivos de aprendizagem (O) da seguinte forma:*

*T1, T2, T6 -> O1, O2*

*T3 -> O3*

*T4 -> O4*

T5 -> O5

T1 a T6 -> O6

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

*The contents of the course aim to provide the students with diverse knowledge, from the fundamentals to the best practices, tools, products and services, traditional and agile, in the area of large scale software development, as well as to enable students their application to concrete projects developed in group during all the semester.*

*More specifically, the topics of the syllabus (T) are related with the learning outcomes (O) as follows:*

T1, T2, T6 -> O1, O2

T3 -> O3

T4 -> O4

T5 -> O5

T1 to T6 -> O6

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

*As aulas teóricas serão usadas para a exposição dos processos de desenvolvimento de software, ferramentas e tecnologias adotadas na unidade curricular.*

*As aulas de laboratório serão usadas para o acompanhamento e desenvolvimento de projetos, através do uso dos sistemas, linguagens e ferramentas escolhidos para a implementação do sistema.*

*O projeto é organizado em iterações, cada uma com entregas de artefactos concretos.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final*

*Condições de Frequência: É exigida uma nota mínima de 40% a qualquer dos itens de avaliação discriminados na fórmula de cálculo da classificação final.*

*Fórmula de avaliação: A classificação é baseada nos seguintes itens:*

- resultados da iteração 0 - peso 15%;
- resultados das restantes iterações - peso 45%;
- resultados finais - 30%
- avaliação contínua do desempenho individual - 10%

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

*Theoretical classes are used to the presentation and supervision of the projects and for the exposition of software developing tools and of used tools.*

*Laboratory classes are used to the development and tracking of the project, using the systems, languages and tools chosen to implement the system.*

*The development of the project is divided in iterations, each with their own concrete deliverables.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation without final exam*

*Terms of frequency: The student must have the minimum grade of 40% in any of the items listed in the formula.*

*Formula of evaluation: The final grade is based on the following items:*

- Results of Iteration 0 - 15%
- Results of remaining Iterations - 45%
- Final results - 30%
- Individual evaluation - 10%

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

*As aulas são coerentes com os objetivos da unidade curricular. Em particular, a transmissão de conhecimentos nas aulas, o desenvolvimento de um projeto de software concreto e real onde os estudantes são orientados para aplicação das boas práticas ensinadas, vão permitir aos estudantes ganharem um conhecimento teórico e prático mais aprofundado sobre os tópicos da UC, bem como adquirirem capacidade crítica.*

*Mais especificamente, os objetivos de aprendizagem 1 (aplicação de um processo ágil), 2 (utilização de práticas de desenvolvimento ágil), 3 (utilização de ferramentas de automação), 4 (utilização de infraestruturas de grande escala) e 5 (trabalho colaborativo), são alcançados através do trabalho laboratorial de desenvolvimento de um projeto em equipa usando processos e práticas ágeis e ferramentas e infra-estruturas de suporte baseadas na cloud. Para além de permitir consolidar conhecimentos e competências anteriormente adquiridos na área de engenharia de software, o desenvolvimento do projeto permitirá também consolidar conhecimentos noutras áreas da engenharia informática, como bases de dados e interfaces com o utilizador (objetivo de aprendizagem 6).*

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

*Classes are consistent with the objectives of the course. In particular, the transmission of knowledge in the classroom, the development of a software project concrete and real where the students are supervised to apply the best practices lectured, will help the students to acquire a solid theoretical and practical knowledge about the respective topics, as well to gain critical analysis skills on those topics.*

*More specifically, learning outcomes 1 (application of an agile process), 2 (use of agile practices), 3 (use of automation tools), 4 (use of large-scale infrastructures) and 5 (collaborative work), are achieved through the laboratory work of developing a team project using agile processes and practices and support tools and cloud infrastructures. In addition to consolidating knowledge and skills previously acquired in the area of software engineering, the development of the*

*project will also consolidate knowledge in other areas of informatics engineering, such as databases and user interfaces (learning outcome 6).*

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

*Dingsøyr, T., Falessi, D., & Power, K. (2019). Agile development at scale: the next frontier. IEEE Software, 36(2), 30-38.*  
*Conboy, K. and Carroll, N. (2019). Implementing Large-Scale Agile Frameworks: Challenges and Recommendations. IEEE Software, vol. 36, pp. 44-50.*  
*Smite, D., Moe, N. B., Levinta, G., and Floryan, M. (2019). Spotify Guilds: How to Succeed With Knowledge Sharing in Large-Scale Agile Organizations. IEEE Software, vol. 36, pp. 51-57.*  
*Dingsøyr, T., Moe, N. B., Fægri, T. E., & Seim, E. A. (2018). Exploring software development at the very large-scale: a revelatory case study and research agenda for agile method adaptation. Empirical Software Engineering, 23(1), 490-520.*

### **Mapa IV - Desenho e Desenvolvimento de Jogos Digitais**

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

*Desenho e Desenvolvimento de Jogos Digitais*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Design and Development of Digital Games*

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

*IMM*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*-*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*-*

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

*Rui Pedro Amaral Rodrigues (TP-39h)*

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

*<sem resposta>*

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

*O objetivo desta unidade curricular é transmitir o conhecimento sobre o processo de desenho e desenvolvimento de jogos digitais, com ênfase particular nos aspetos relacionados com o desenho de jogos e a programação dos diversos módulos que compõem um motor de jogo.*

*No final da unidade curricular o estudante será capaz de:*

- Identificar as diversas fases do projeto de um jogo digital e todas as competências envolvidas;*
- Aplicar técnicas de programação de jogos digitais nas suas várias vertentes;*
- Selecionar os algoritmos e as técnicas de programação que melhor se adequam à especificação e design de um jogo digital;*
- Desenvolver, programar ou estender os diversos módulos que compõem um motor de jogo.*
- Desenvolver o projeto de um jogo digital, enquadrando-se numa equipa multidisciplinar.*

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

*The aim of this course is to convey knowledge about the process of computer games design and development, with particular emphasis on issues related to game design and the programming of the distinct modules that compose a game engine.*

*At the end of the course the student will be able to:*

- *Identify the distinct tasks in a digital game project and all the skills involved;*
- *Apply digital games programming techniques within the context of computer games development;*
- *Select the algorithms and programming techniques that are best suited to the specification and design of a digital game;*
- *Develop, program and extend the distinct modules that compose a game engine.*
- *Develop a digital game project integrated in a multidisciplinary team.*

#### **4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*O programa desta unidade curricular baseia-se no documento "IGDA Curriculum Framework", com incidência predominante sobre as questões mais relacionadas com a programação de jogos digitais.*

1. *Jogos Digitais: Conceito; enquadramento histórico; processo de desenvolvimento; aspetos psicológicos e sociais.*
2. *Design de Jogos Digitais: Criação de jogos digitais; criação da estória, personagens, ambientes e níveis; mecânica do jogo; interação com o utilizador; documentação de suporte.*
3. *Programação de Jogos Digitais: Arquitetura de um motor de jogo; estruturas de dados e algoritmos; motor gráfico; motor de lógica; motor de física. Inteligência artificial. Modelação procedimental.*
4. *Design Visual e Áudio Design: criação e análise das componentes visuais dos jogos digitais; design e criação do som e dos ambientes sonoros dos jogos digitais.*
5. *A Indústria dos Jogos Digitais: Enquadramento; áreas de negócio e aplicação dos jogos digitais; ciclo de vida do desenvolvimento de jogos digitais.*

#### **4.4.5. Syllabus:**

*The program of this course is based on the document "IGDA Curriculum Framework", with a predominant focus on issues related to computer games programming.*

1. *Digital Games: Concept, historical background, development process, psychological and social aspects.*
2. *Digital Games Design: Creating digital games: creating the story, characters, environments and game levels; the game mechanics; user interaction; supporting documentation.*
3. *Digital Games Programming: Architecture of a game engine, data structures and algorithms, graphics engine, logic engine, physics engine. Artificial Intelligence. Procedural modelling.*
4. *Visual and Audio Design: creation and analysis of the visual components of digital games; design and creation of sound and sound environments for digital games.*
5. *Industry of Digital Games: Outline of the industry of digital games; business areas and application of digital games, digital games development lifecycle.*

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

*A coerência entre os objetivos da UC e os conteúdos programáticos advém da adoção do "IGDA Curriculum Framework". Estas diretrizes são definidas pela comunidade internacional de investigação e desenvolvimento na área dos Jogos Digitais (IGDA).*

*Focam-se os tópicos do game design, como base para o trabalho em projetos de jogos digitais, seguindo-se a componente nuclear do desenvolvimento de jogos digitais utilizando um motor de jogo. Este foco permite dotar os estudantes das competências para poderem trabalhar na área do desenvolvimento dos jogos digitais.*

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

*The coherence between the objectives of the course and the syllabus comes from the adoption of the "IGDA Curriculum Framework". These guidelines are set by the international research and development community in the area of Digital Games (IGDA).*

*We focus on game design topics as the basis for developing digital game projects, followed by the core component of digital game development using a game engine. This focus gives students the skills to work in the area of digital games development.*

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

*Uma das componentes das aulas inclui a exposição e a discussão dos tópicos do programa, e um conjunto de palestras de oradores convidados envolvidos no desenvolvimento de jogos digitais.*

*Numa outra componente, os estudantes realizam dois projetos de jogos, enquadrados em grupos de trabalho. No final será organizada uma conferência onde serão apresentados os projetos finais desenvolvidos. O segundo projeto (final) é desenvolvido em colaboração com estudantes de outros cursos, tais como de Design/Modelação 3D ou Design de Som, a fim de obter projetos mais completos trabalhando em equipas multidisciplinares.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final*

*Fórmula de avaliação: O cálculo da classificação final obedece à seguinte fórmula:*

$$CF = PP * 30\% + PF * 50\% + MT * 15\% + AC * 5\%$$

- *CF: Classificação Final*
- *PP: Projeto Preliminar*
- *PF: Projeto Final*
- *MT: Mini-Teste*
- *AC: Avaliação Contínua / Frequência nas aulas*

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

*One component of the classes is the presentation and discussion of topics from the course program, and a series of lectures by guest speakers involved in digital games development.*

*In another component, the students develop two projects on digital games design and development, integrated in groups. A conference takes place at the end of the semester where students present the final projects developed. This final project is developed in collaboration with students from other courses, like design/3D modelling and sound design, in order to develop the projects to a more complete final version.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation without final exam*

*Formula of evaluation: The final mark is calculated by the following formula:*

*FM = PP \* 30% + FP \* 50% + MT \* 15% + EC \* 5%*

*- FM: Final Mark*

*- PP: Preliminary Project*

*- FP: Final Project*

*- MT: Mini-Test*

*- EC: Evaluation from classes / Attendance*

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

*As metodologias de ensino são baseadas em projetos, focando a componente laboratorial essencial para a aquisição de competências de desenvolvimento de projetos de jogos digitais. Estes projetos são baseados em motores de jogo, requerendo a sua aprendizagem através de tutoriais.*

*É também focada a componente mais teórica e conceptual, essencial para a compreensão da dimensão interdisciplinar do desenvolvimento deste tipo de projetos. Este aspeto é reforçado com a colaboração com os estudantes de outras áreas científicas.*

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

*The teaching methodologies are project-based, focusing on the essential laboratory component for the acquisition of the main skills for digital games project development. These projects are based on game engines, requiring their learning through tutorials.*

*It also focuses on the most theoretical and conceptual component, essential for understanding the interdisciplinary dimension of the development of such projects. This aspect is reinforced with the collaboration with students in other scientific areas.*

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

*Schell, J. (2019). The art of game design: A book of lenses (Third edition). Taylor & Francis, a CRC title, part of the Taylor & Francis imprint*

*Gregory, J. (2018). Game engine architecture (Third edition). Taylor & Francis, CRC Press.*

*Crawford, C. (2003). Chris Crawford on game design. New Riders.*

*Novak, J. (2012). Game development essentials (Third edition). Delmar Cengage Learning.*

*Martinho, C., Santos, P., Prada, R. (2014). Design e Desenvolvimento de Jogos, FCA - Editora de Informática, Lda.*

**Mapa IV - Computação Paralela Avançada****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Computação Paralela Avançada*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Advanced Parallel Computing*

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

*ACSOR*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

-

**4.4.1.7. Observations:**

-

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Jorge Manuel Gomes Barbosa (TP-26h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Inês Castro Dutra (TP-13h)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- *Capacidade de usar recursos computacionais partilhados e distribuídos para obter uma resposta mais rápida.*
- *Aplicar a sincronização apropriada num programa paralelo específico.*
- *Identificar oportunidades para particionar um programa serie em módulos paralelos independentes.*
- *Definir "speedup" e explicar a noção de escalabilidade de um algoritmo a esse respeito.*
- *Escrever um algoritmo paralelo correto e escalável.*
- *Conhecimento de algoritmos paralelos em áreas relevantes.*
- *Descrever as vantagens e limitações de GPUs vs. CPUs.*
- *Explicar o impacto do escalonamento no desempenho do programa paralelo em plataformas heterogéneas.*
- *Explicar o impacto e o trade-off relacionados com a energia no desempenho do programa paralelo.*

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

- *Ability for using shared and distributed computational resources for a faster answer.*
- *Apply appropriate synchronization in a specific parallel program.*
- *Identify opportunities to partition a serial program into independent parallel modules.*
- *Define "speed-up" and explain the notion of an algorithm's scalability in this regard.*
- *Write a correct and scalable parallel algorithm.*
- *Knowledge of parallel algorithms in relevant fields.*
- *Describe the advantages and limitations of GPUs vs. CPUs.*
- *Explain the impact of scheduling on parallel performance on heterogeneous platforms.*
- *Explain the impact and trade-off related to power usage on parallel performance.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- *Introdução à Computação Paralela e limitações (Amdahl Law).*
- *Máquinas paralelas: processadores multi-core, manycore, superescalares e vetoriais, organização de memória e redes de interligação. Hierarquia de memória e localização dos dados.*
- *Modelos computacionais para medidas de desempenho, escalabilidade e energia. Caracterização analítica e baseada em medidas. Ferramentas de tracing and profiling.*
- *Metodologia para paralelização de um algoritmo: divisão em operações paralelas, padrões de comunicação, sincronização, granularidade e escalonamento.*
- *Modelos de programação paralela: Memória Partilhada, Memória Distribuída e paralelismo de dados.*
- *Problemas de concorrência, secções críticas, 'False sharing', operações de redução.*
- *Programação de multi-cores utilizando OpenMP e MPI, e CUDA para GPUs.*
- *Algoritmos paralelos para grafos, métodos numéricos e de aprendizagem automática.*
- *Algoritmos de escalonamento atendendo ao speedup e energia para plataformas heterogéneas.*

**4.4.5. Syllabus:**

- *Introduction to Parallel Computing and Amdahl Law.*
- *Parallel machines: multi-core, many-core, superscalars and vectorial processors, memory organization and interconnection networks. Memory hierarchy and data locality.*
- *Computational models for measuring performance, scalability and energy. Analytic and experimental based characterization. Tracing and profiling Tools.*
- *Methodology for algorithm parallelization: Problem Division, Communication Patterns, Synchronization, Granularity of Parallelization and Scheduling.*
- *Parallel programming models: shared memory, distributed memory and data parallel model.*
- *Concurrency, critical sections, false sharing and reduction operations.*
- *Multi-core programming using OpenMP and MPI, and CUDA for GPUs.*
- *Parallel algorithms for graphs, linear algebra and machine learning.*
- *Scheduling algorithms for speedup and energy minimization for heterogeneous platforms.*

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

*Os conteúdos programáticos estão planeados para o estudante adquirir conhecimento sobre a arquitetura das máquinas paralelas, compreender os limites da computação paralela e compreender os fatores que originam perda de desempenho.*

*Os modelos computacionais, metodologias de paralelizar algoritmos, modelos de programação e problemas de*

*concorrência de processos, permitem ao estudante desenvolver a capacidade de desenvolver programas paralelos corretos e caracterizar a execução dos mesmos em termos de speedup e escalabilidade. O estudo de alguns algoritmos permitem obter conhecimento de estratégias de paralelização utilizadas em diversas áreas científicas e industriais. O estudo de algoritmos de escalonamento permite obter conhecimento sobre a otimização da computação em plataformas heterogêneas.*

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

*The syllabus is designed for the student to gain knowledge about the architecture of parallel machines, understand the limits of parallel computing and understand the factors that cause performance loss.*

*Computational models, algorithm parallelization methodologies, programming models and process concurrency problems allow the student to develop the ability to develop correct parallel programs and to characterize their execution in terms of speedup and scalability.*

*The study of some algorithms allows the student to gain knowledge of parallelization strategies used in various scientific and industrial areas. The study of scheduling algorithms allows the student to gain knowledge about computation optimization in heterogeneous platforms.*

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

*Exposição do material teórico com apresentação e discussão de exemplos. Desenvolvimento de alguns programas e exercícios práticos. Projeto e desenvolvimento de dois trabalhos de maior dimensão.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Fórmula de avaliação: Nota Final = 0.5\*AvD + 0.5\*Ex*

*AvD – Avaliação Distribuída*

*Ex – Nota do exame*

*A Avaliação Distribuída é obtida por 2 trabalhos práticos, com peso idêntico cada um.*

*A classificação Ex tem de ser superior ou igual a 30%.*

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

*Theoretical classes: presentation of the course themes with discussion of examples. Theoretical-practical classes: problem solving and discussion, including the development of some programs and 2 projects.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Formula of evaluation: Final Grade= 0.5\*Cont + 0.5\*Ex*

*Cont – Two programming assignments of equal value*

*Ex – Exam grade*

*The Ex grade must be equal or higher than 30%.*

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

*A componente teórica permite aos estudantes adquirir os conceitos relevantes sobre arquiteturas paralelas e as abordagens adequadas para paralelizar um determinado algoritmo sequencial. Os exemplos discutidos reforçam e exemplificam os aspetos de maior detalhe necessários para desenvolver programas escaláveis, como sejam a identificação de "false sharing", secções críticas e operações de redução, que permitem resolver algumas limitações do programa paralelizado.*

*A componente prática, permite consolidar o conhecimento adquirido através do desenvolvimento de programas paralelos utilizando as tecnologias mais comuns como, OpenMP, MPI e CUDA.*

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

*The theoretical component allows the students to acquire relevant concepts about parallel architectures and the most appropriate approaches to parallelize a particular sequential algorithm. The examples discussed reinforce and exemplify the more detailed aspects needed to develop scalable programs, such as, false sharing, critical sections and reduction operations, which allow to solve some limitations of a parallel program.*

*The practical component allows to consolidate the knowledge acquired through the development of parallel programs using the most common technologies such as OpenMP, MPI and CUDA.*

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

*van der Pas, R., Stotzer, E., Terboven, C. (2017). Using OpenMP—The Next Step: Affinity, Accelerators, Tasking, and SIMD. ISBN-10: 0262534789*

*Quinn, M. J. (2017). Parallel programming in C with MPI and openMP. ISBN-10: 0070582017*

*Kirk, D.B., Hwu, W.W. (2017). Programming massively parallel processors. Morgan Kaufman. ISBN: 978-0-12-811986-0*

*Cheng, J., Grossman, M., McKercher, T. (2014). Professional CUDA C Programming. John Wiley & Sons, Inc. ISBN: 978-1-118-73932-7*

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Computação Móvel***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Mobile Computing***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***PROG***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***39 (39TP)***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***-***4.4.1.7. Observations:***-***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***António Miguel Pontes Pimenta Monteiro (TP-39h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Os objetivos de aprendizagem incluem a compreensão da universalidade dos dispositivos móveis no panorama da computação atual e seus domínios de aplicação, como o entretenimento, jogos, redes sociais, até à aprendizagem, aplicações médicas, e a participação em processos de negócio no mundo empresarial.*

*Assim, os estudantes desta unidade curricular deverão adquirir o conhecimento e a prática do projeto, arquitetura, integração e implementação de aplicações para dispositivos móveis, em diversos domínios.*

*Alguns pontos distintivos a ser apreendidos e utilizados no projeto de aplicações, incluem: frameworks nativos e multiplataforma, interação específica, características dos sensores e captadores multimédia disponíveis, capacidades e tecnologias de comunicação desde o grande alcance ao muito curto (NFC), e a sua integração em sistemas e serviços distribuídos na cloud, e com outros dispositivos mais pequenos e pessoais (wearable) para diversos fins.*

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

*Learning objectives include the comprehension of the mobile device's universality in the current computing and information technologies and its application domains: entertaining, games, social networks, learning, medical apps, and the participation in business processes in the enterprise world.*

*Therefore, the students should be able to acquire the knowledge and practice of the mobile application project, architecture, integration and implementation, in several application domains. Some distinctive areas to be grasped and used in application projects include native and multiplatform frameworks, specific mobile interaction, available sensors and multimedia capture, communication technologies capabilities from the large area to very short range (NFC), and its integration in distributed systems and services in the cloud, and with other small and personal devices (wearable) used in several purposes.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Frameworks de aplicações móveis*

*- características e arquiteturas típicas e áreas de cobertura*

*- padrões típicos de utilização*

*2. Aplicações nativas*

*- interfaces, comunicações, armazenamento local, sensores e multimédia, utilização de serviços externos*

*- dispositivos wearable e serviços associados*

*3. Utilização de tecnologias multiplataforma*

*- principais abordagens e padrões para a sua implementação*

*- limitações de utilização*

- ligação aos sistemas operativos nativos

4. Distribuição e instalação de aplicações móveis

5. Aspetos de segurança das aplicações e plataformas móveis

Prática:

Desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis utilizando frameworks correntes e genéricos.

Utilização de ferramentas de desenvolvimento e emuladores dos dispositivos.

#### 4.4.5. Syllabus:

1. Mobile application frameworks

- Typical characteristics and architectures and their coverage

- Typical use and programming patterns

2. Native applications

- interface, communications, local storage, sensors and multimedia, external services use

- wearable devices and associated services

3. Use of multiplatform technologies

- main approaches and patterns for their implementation

- use limitations

- connection to the native operating systems

4. Distribution and deployment of mobile applications

5. Security aspects of mobile applications and systems

Practice:

Application development using current native and multiplatform frameworks

Use of development tools and device emulators

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

O conteúdo especificado para a unidade curricular inclui os aspetos necessários à exploração das especificidades dos dispositivos móveis na construção de aplicações em diversos domínios. Incluem-se ainda aspetos mais especializados como a utilização de sensores e multimédia, comunicações de curto alcance como o NFC, ligação a dispositivos wearable e integração com serviços externos. Todos estes aspetos são consentâneos e vão ao encontro dos objetivos de aprendizagem pretendidos.

Dá-se igualmente ênfase a aspetos práticos da arquitetura e desenvolvimento de aplicações em diversos frameworks, estudando alguns dos seus padrões típicos e incluindo tópicos transversais como a segurança, preparando os estudantes para o projeto, arquitetura e implementação de aplicações em diversos domínios.

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

The specified content for this curricular unit includes the needed aspects to explore the specificities of mobile devices and application building in several domains. More specialized aspects as the use of sensors and multimedia, short range communications as NFC, integration of wearable devices, and use of external services are also included. All these aspects are consistent and contribute to the aimed learning outcomes.

There is also some emphasis in practical aspects concerning the architecture and implementation of applications in several frameworks, studying some of their typical patterns and including cross-cutting topics like security. These practices will prepare the students for the design and project of mobile applications in several domains.

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

Aulas de exposição e discussão dos conceitos, acompanhadas pela apresentação de exemplos e demonstrações das principais técnicas e tecnologias.

Aulas em laboratório para o desenvolvimento de pequenas aplicações e de dois projetos de maior dimensão tipicamente usando um framework nativo e outro multiplataforma.

Apresentação, pelos estudantes, de aspetos específicos dos projetos implementados.

Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final

A componente de projeto e implementação tem uma valorização de 60% havendo um exame final individual com a restante valorização de 40%.

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

Classes consist of the exposition and discussion of concepts, followed by the presentation of examples and demonstrations of the main techniques and technologies.

Lab classes for the development of small illustrative applications, and two larger projects typically using a native framework and a multiplatform one.

Presentation, by the students, of specific topics of the developed projects.

Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam

The practical and project component has a weight of 60% in the final grade. There is also an individual exam weighted with the remaining 40%.

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

As metodologias de ensino utilizadas nesta unidade curricular visam dotar os estudantes do conhecimento conceptual necessário ao projeto, e à escolha das alternativas mais apropriadas em termos tecnológicos, quando da construção de aplicações móveis de razoável dimensão, que utilizem as especificidades e a riqueza de funcionalidades dos dispositivos móveis. Preconiza-se esta aprendizagem através da apresentação dos conceitos significativos, sempre

*acompanhada de casos de estudo ou exemplos adequados e de demonstrações práticas, facilitando assim a sua compreensão e domínio.*

*Nas aulas de carácter mais prático os estudantes têm uma experiência ativa de projeto, implementação e execução de aplicações em vários domínios, utilizando diversas tecnologias e arquiteturas, também em diferentes ambientes e frameworks., com a possível integração em sistemas mais vastos.*

*A unidade curricular inclui também alguns projetos práticos, pedindo aos estudantes a sua concretização, a partir da descrição de um cenário realista.*

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

*The lectures cover the conceptual knowledge and technologies selection needed for designing and building significant mobile applications, using the specificities and richness of the current mobile device's functionalities. This is done through the significant concepts' presentation, always accompanied with appropriate examples and some practical demonstrations, easing its comprehension and mastering.*

*Through the practical classes, students reinforce their understanding and acquire hands-on experience on the design, implementation and deployment of mobile applications, using several technologies and architectures with different development frameworks, possibly integrating them into larger software systems.*

*The practical projects require the students to apply this knowledge and experience in the design and implementation of a solution to realistic scenarios and problems.*

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

*Esposito, D. (2012). Architecting Mobile Solutions for the Enterprise. Microsoft Press*

*Banga, C. & Weinhold, J. (2014). Essential Mobile Interaction Design. Addison-Wesley*

*Meier, R. & Lake, I. (2018). Professional Android, 4th Edition. Wrox Press*

*Neuburg, M. (2019). iOS 13 Programming Fundamentals with Swift. O'Reilly Media*

*Sommerhoff, P. (2019). Kotlin for Android App Development. Addison-Wesley*

*Fustino, R. (2018). Azure and Xamarin Forms: Cross Platform Mobile Development, Apress*

*Zammetti, F. (2019). Practical Flutter, Apress*

*Imran, M. & Kotipalli, S. (2016). Hacking Android. Packt Publishing*

*Butow, E. (2018). Pro iOS Security and Forensics. Apress*

### **Mapa IV - Computação Heterogénea Eficiente**

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

*Computação Heterogénea Eficiente*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Efficient Heterogeneous Computing*

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

*ACSOR*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*-*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*-*

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

*João Paulo de Castro Canas Ferreira (TP-19,5h)*

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

*João Manuel Paiva Cardoso (TP-19,5h)*

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

1. *Descrever e explicar os processos, metodologias e melhores práticas associadas ao desenvolvimento de aplicações no contexto de sistemas de computação heterogéneos de alto desempenho;*
2. *Descrever e explicar os diferentes estágios do processo para mapear uma aplicação para arquiteturas heterogéneas;*
3. *Identificar os principais problemas e desafios no mapeamento e otimização de aplicações;*
4. *Realizar o ajuste de uma aplicação de acordo com requisitos específicos, como desempenho e consumo de energia;*
5. *Explicar e aplicar um conjunto abrangente de transformações de código fonte a fonte para o mapeamento e ajuste de códigos de aplicações em sistemas heterogéneos de alto desempenho;*
6. *Descrever e selecionar as ferramentas disponíveis para ajudar a ajustar e mapear uma aplicação para um sistema de computação com vários núcleos heterogéneos / homogéneos;*
7. *Analisar exemplos de aplicações da vida real para descobrir métodos para mapear e ajustar as suas próprias aplicações.*

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

1. *Describe and explain the processes, methodologies, and best practices associated to the development of applications in the context of heterogeneous high-performance computing systems;*
2. *Describe and explain the different stages of the process to map an application to heterogeneous architectures;*
3. *Identify the main problems and challenges on mapping and optimizing applications;*
4. *Carry out the tuning of an application according to specific requirements such as performance and energy consumption;*
5. *Explain and apply a comprehensive set of source-to-source code transformations for the mapping and tuning of applications codes to heterogeneous high-performance computing systems;*
6. *Describe and select available tools to help tuning and mapping an application to a computing system, possibly consisting of multiple heterogeneous/homogeneous cores;*
7. *Analyze real-life application examples to uncover methods to map and tune their own applications.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- M1. Introdução às plataformas de computação heterogéneas.*
- M2. Computação embarcada de alto desempenho: arquiteturas alvo; aceleradores de hardware; modelos de desempenho, potência e energia; transformações e ajustes para arquiteturas heterogéneas.*
- M3. O ciclo de projeto e desenvolvimento.*
- M4. Análise e instrumentação do código fonte: métricas de complexidade do código fonte; criação de perfis de código de aplicação ao nível de fonte; métricas par “loop tracing”.*
- M5. Transformações e otimizações do código fonte: transformações básicas; transformações par ciclos; transformações baseadas em funções; particionamento.*
- M6. Otimizações de compilador: especialização de código; otimizações de tempo de execução.*
- M7. “Retargeting” de código: diretivas do compilador e “pragmas”; mapeamento para sistemas com vários núcleos, GPU e FPGA.*
- M8 Tópicos avançados: adaptação em tempo de execução; Auto-ajuste de desempenho / energia; exploração do espaço de projeto.*

**4.4.5. Syllabus:**

- M1. Introduction to Heterogeneous Computing Platforms.*
- M2. High Performance Embedded Computing: Target Architectures; Hardware Accelerators; Performance, Power and Energy Models; Transformations and Tuning for Heterogeneous Architectures.*
- M3. Controlling the Design and Development Cycle.*
- M4. Source Code Analysis and Instrumentation: Source Code Complexity Metrics; Source Level Application Code Profiling; Tracing Loop Metrics.*
- M5. Source Code Transformations and Optimizations: Basic Transformations; Loop-based Transformations; Function-based Transformations; Partitioning.*
- M6. Compiler Optimizations: Code Specialization; Runtime Aware Optimizations.*
- M7. Code Retargeting: Compiler Directives and Pragmas; Mapping to Multi-Core, GPU-based and FPGA-based Systems.*
- M8. Advanced Topics: Runtime Adaptability; Performance/Energy Auto-Tuning; Design Space Exploration.*

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

*A relação entre programa e os objetivos de aprendizagem é a seguinte:*

- M1: objetivo 1.*
- M2: objetivo 1.*
- M3: objetivo 2.*
- M4: objetivos 4 e 7*
- M5: objetivo 5.*
- M6: objetivo 5.*
- M7: objetivos 4 e 6.*
- M8: objetivos 6 e 7.*

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

*The relationship between program and learning objectives is as follows:*

*M1: Goal 1.*

*M2: Goal 1.*

*M3: Goal 2.*

*M4: Goals 4 and 7*

*M5: Goal 5.*

*M6: Goal 5.*

*M7: Goals 4 and 6.*

*M8: Goals 6 and 7.*

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

*Aulas teóricas: exposição dos assuntos, acompanhada por exemplos e pela apresentação de pistas para resolução dos problemas das aulas práticas e do trabalho prático. Aulas teórico-práticas: resolução de problemas e discussão de questões relacionadas com o trabalho prático.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final.*

*Condições de Frequência: a) Trabalho prático com aproveitamento igual ou superior a 50%*

*b) Não ultrapassar limite máximo (3) de faltas nas aulas TP*

*Fórmula de avaliação: ÉPOCA NORMAL:*

*Nota final = ROUND(0,60\*AD + 0,2\*T1 + 0,2\*T2)*

*- AD: nota do trabalho prático*

*- T1: nota no 1º teste*

*- T2: nota no 2º teste [0..20]*

*Condições de aprovação:*

*1) obter frequência*

*2) T >= 7, T2 >= 7, (T1+T2)/2 >= 8.*

*ÉPOCA DE RECURSO:*

*Nota final = ROUND(0,60\*AD + 0,40\*EX)*

*- EX: nota no exame de recurso*

*Condições de aprovação: 1) obter frequência; 2) EX >= 8.*

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

*Lectures: presentation of subject matter, accompanied by examples and clues to solve the problems of practical sessions and practical work. Theoretical-practical classes: problem solving and discussion of practical work issues.*

*Assessment Type: Distributed assessment without final exam.*

*Frequency Conditions: a) Practical work with 50% or better;*

*b) Do not exceed maximum limit (3) of absences in TP classes.*

*Evaluation Formula: FIRST ROUND ("época normal"):*

*Final grade = ROUND (0.60 \* AD + 0.2 \* T1 + 0.2 \* T2)*

*- AD: note of practical work*

*- T1: grade in the 1st test*

*- T2: grade in the 2nd test [0..20]*

*Approval Conditions:*

*1) meeting frequency conditions*

*2) T >= 7, T2 >= 7, (T1 + T2) / 2 >= 8.*

*Second Round ("época de recurso"):*

*Final grade = ROUND (0.60 \* AD + 0.40 \* EX)*

*- EX: grade in there-take exam*

*Approval conditions: 1) meeting frequency conditions; 2) EX >= 8.*

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

*Esta unidade curricular abrange todos os estágios do projeto de aplicações para sistemas heterogéneos (plataformas heterogéneas de múltiplos núcleos/processadores, GPGPUs e/ou aceleradores baseados em FPGA). Além do componente de exposição de exemplos e casos de uso, uma componente importante para a aquisição de conhecimento é a execução de um projeto por grupos de estudantes.*

*A exposição dos tópicos e sua prática contribuem decisivamente para permitir que os estudantes se familiarizem com o conjunto de conhecimentos relativos a sistemas heterogéneos.*

*O conteúdo abordado no plano de estudos contribuirá fortemente para as competências descritas.*

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

*This course covers all the stages of the application design flow for heterogeneous systems (heterogeneous multi-core/multi-processor, GPGPU, FPGA-based accelerators). Besides the exposition component of examples and use cases in this course, an important component for the acquisition of knowledge is through the execution of a project by groups of students.*

*The exposure of the topics and their practice contribute decisively to enable students to familiarize themselves with the body of knowledge related to heterogeneous systems.*

*The content covered in syllabus will strongly contribute to the competences described.*

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

Cardoso, J. M. P., Coutinho, J.G., & Diniz, P. (2017). *Embedded Computing for High Performance: Efficient Mapping of Computations Using Customization, Code Transformations and Compilation*. Morgan Kaufmann (Elsevier).

Terzo, O., Djemame, K., Scionti, A., & Pezuela, C. (2019). *Heterogeneous computing architectures: challenges and vision*. Boca Raton: CRC Press. ISBN 9780367023447.

Wolf, M. (2016). *Computers as components: principles of embedded computing system design (4th ed.)*. Amsterdam: Morgan Kaufmann.

Wolf, M. (2014). *High-performance embedded computing: applications in cyber-physical systems and mobile computing (2nd ed.)*. Waltham, MA: Morgan Kaufmann.

#### Mapa IV - Complementos de Aprendizagem Computacional

##### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Complementos de Aprendizagem Computacional*

##### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Machine Learning Complements*

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

*IA*

##### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

##### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*162*

##### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*39 (39TP)*

##### 4.4.1.6. ECTS:

*6*

##### 4.4.1.7. Observações:

-

##### 4.4.1.7. Observations:

-

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

*João Pedro Carvalho Leal Mendes Moreira (TP-26h)*

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

*Pedro Gabriel Dias Ferreira (TP-13h)*

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

*O objetivo geral é criar competências no tratamento de dados de natureza complexa. Pretende-se desenvolver a capacidade de tratar dados que não sejam simplesmente tabelas de observações i.i.d. Os tipos de dados complexos (DC) abordados incluem os que são importantes hoje (texto, grafos e dados espaço-temporalmente referenciados) mas irá também acomodar novos tipos ou fontes de dados para preparar os estudantes para o desenvolvimento de técnicas adequadas para os problemas com que sejam confrontados nas suas vidas profissionais.*

*Os objetivos de aprendizagem são:*

*LO1. compreender a natureza de tipos de DC comuns e o seu impacto nas metodologias de análise de dados, em particular em relação aos algoritmos e à avaliação.*

*LO2. compreender as abordagens típicas e também o estado da arte para análise dos tipos de DC mais comuns.*

*LO3. configurar e utilizar tecnologias para análise de tipos de DC.*

*LO4. desenvolver (criar/adaptar) metodologias para análise de novos tipos e fontes de DC.*

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

*The general aim of the course is to create skills in the treatment of complex data. The goal is to develop the ability to process data that are not simply table of i.i.d. observations. The types of complex data (CD) covered include those that are important today (graphs, and spatio-temporal data). However, the course will be flexible to accommodate new types or sources of data. Students will be prepared for the development of techniques for new types of data that they are confronted with in their professional lives*

*The learning outcomes are:*

- LO1. understand the nature of common complex data types and their impact on data analysis methodologies, in particular regarding algorithms and evaluation*
- LO2. understand the most popular approaches as well as the state of the art for analyzing the most common types of complex data*
- LO3. configure and use technologies for analysis of complex data types*
- LO4. develop (create / adapt) methodologies for analysis of new types and sources of complex data*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- CP1. Tópicos avançados em sistemas de recomendação*
- CP2. Processamento de linguagem natural/Text mining*
- CP3. Análise de Redes Sociais/Social network analysis*
- CP4. Análise de dados multi-relacionais/Inductive Logic Programming*
- CP5. Análise de dados espaço-temporalmente referenciados*
- CP6. Tendências em análise de dados complexos*

#### 4.4.5. Syllabus:

- CP1. Advanced topics in recommender Systems*
- CP2. Natural Language Processing/Text mining*
- CP3. Social network analysis*
- CP4. Multirelational data analysis/Inductive Logic Programming*
- CP5. Analysis of spatio-temporal data*
- CP6. Trends in analysis of complex data*

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

*As metodologias de ensino usadas para apresentar os C.P. CP1 a CP5 serão preparados de forma a contribuir para os L.O. LO1 (compreender a natureza dos dados), LO2 (compreender as abordagens existentes) e LO3 (aplicar as abordagens existentes). O CP6 é flexível para que a U.C. seja capaz de se adaptar à evolução rápida na área. Integrará novos tipos e fontes de dados que, entretanto, se tornem importantes, contribuindo para os L.O. LO1 a LO3. O CP6 também servirá para a apresentação do trabalho em áreas ainda em desenvolvimento, contribuindo dessa forma para o LO4 (novas abordagens).*

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

*The teaching methodologies used to present content items CP1 to CP5 will be prepared in order to contribute to the L.O. LO1 (understanding the nature of the data), LO2 (understanding existing approaches) and LO3 (applying existing approaches). CP6 is flexible so that the course is able to adapt to the quick pace of development in the area. It will integrate new types and sources of data that become important in the meantime, contributing to the L.O. LO1 to LO3. CP6 will also present work in areas still under development, thus contributing to LO4 (new approaches).*

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

- ME1. Exposição de conteúdos pelo docente.*
  - ME2. Realização de exercícios teórico-práticos pelos estudantes.*
  - ME3. Discussão de artigos científicos.*
  - ME4. Seminários por outros investigadores.*
  - ME5. Prova escrita.*
- A avaliação será repartida (com a ponderação indicada) pelos exercícios em aula TP (ME2: 25%), apresentação de um artigo (ME3: 25%) e pela prova escrita (ME5: 50%).*

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

- ME1. Content presentation by the teacher.*
  - ME2. Solving theoretical and practical exercises by the students.*
  - ME3. Discussion of scientific papers.*
  - ME4. Seminars by other researchers.*
  - ME5. Written evaluation.*
- Evaluation will be split (with the indicated proportion) by the exercises in class (ME2: 25%), presentation of a paper (ME3: 25%) and the written evaluation (ME5: 50%).*

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

*Embora se possa dizer que todos os M.E. contribuirão para todos os L.O., é de esperar que a exposição de conteúdos (ME1) e a realização de exercícios práticos (ME2) contribuam especialmente para LO1 (compreender a natureza dos dados), LO2 (compreender as abordagens existentes) e LO3 (aplicar as abordagens existentes). Por outro lado, a discussão de artigos (ME3) e os seminários (ME4) contribuam mais para o LO4 (novas abordagens). A prova escrita focará nos LO1, LO2 e LO4.*

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

*Although all TMs can be said to contribute to all LOs, content exposure (ME1) and practical exercises (ME2) contribute especially to LO1 (understanding the nature of the data), LO2 (understanding the existing approaches) and LO3 (applying existing approaches). On the other hand, the discussion of papers (ME3) and the seminars (ME4) contribute more to LO4 (new approaches). The written evaluation will focus on LO1, LO2 e LO4.*

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

- Aggarwal, C. C. (2015). Data Mining: The Textbook. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14142-8>*
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). Data Mining (3rd ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-61819-5>*
- Easley, D., & Kleinberg, J. (2010). Networks, Crowds, and Markets. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511761942>*
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. Science, 349(6245), 255–260. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>*

**Mapa IV - Competências Transversais****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Competências Transversais*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Transferable Skills*

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

*DP/CTT/QACUP*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*40.5*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*Para efeitos de cálculo, estimamos 13 horas de contacto*

**4.4.1.6. ECTS:**

*1.5*

**4.4.1.7. Observações:**

*Unidade Curricular a seleccionar entre as disponíveis no Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto*

**4.4.1.7. Observations:**

*Course to be selected among those available in the Soft/Transferrable Skills Catalogue from the University of Porto.*

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

*Francisco Manuel Madureira e Castro Vasques de Carvalho (coordenador de CTs na FEUP)*

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

*O corpo docente será definido em função da CTE escolhida pelo estudante*

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

- *Reconhecer a importância de adotar uma atitude proactiva, comprometida e responsável;*
- *Analisar as motivações e capacidades de trabalho em equipa;*
- *Aplicar com sentido crítico diferentes atitudes comunicacionais em diferentes situações de interação;*
- *Reconhecer a importância da ética no trabalho e do pensamento crítico, entre outras competências;*
- *Produzir um relatório científico, de acordo com as normas da comunidade científica;*
- *Saber adequar comportamentos a diferentes situações profissionais, pessoais e/ou relacionais;*
- *Compreender a importância da cooperação e entajuda para o clima organizacional;*
- *Compreender os desafios inerentes à liderança de equipas, à tomada de decisão, à gestão de tempo e à colaboração com colegas de trabalho;*
- *Compreender as mais-valias e desafios da criação do próprio emprego;*
- *Identificar aspetos fundamentais da história, cultura e pensamento contemporâneo e da sua importância para o desenvolvimento de atitudes e comportamentos de cidadania*

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

- *To recognize the relevance of a proactive, committed and responsible attitude;*
- *To analyse their own motivations and teamwork skills;*
- *To critically apply different communication skills in different interaction situations;*

- To recognize the relevance of critical thinking and work ethics, among other skills;
- To produce adequate scientific reports, according to the scientific community standards;
- To adapt personal behaviours to different professional and/or relational situations;
- To understand the relevance of cooperation and mutual help for the organizational behaviour;
- To understand the major challenges related to team leadership, decision making, time management and collaboration with co-workers;
- To understand the challenges and advantages of their own job creation;
- To identify fundamental aspects of history, culture and contemporary thinking, and of their relevance for the development of citizenship behaviours;

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Conteúdos programáticos específicos de cada Unidade Curricular disponível no Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto.*

#### 4.4.5. Syllabus:

*Specific syllabus of each available course unit from the Soft/Transferrable Skills Catalogue of the University of Porto.*

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

*Específica de cada Unidade Curricular disponível no Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto.*

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

*Specific for each available course unit, from the Soft/Transferrable Skills Catalogue of the University of Porto.*

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

*Específica de cada Unidade Curricular disponível no Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto.*

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

*Specific for each available course unit, from the Soft/Transferrable Skills Catalogue of the University of Porto.*

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

*Perspetiva-se a oferta de diferentes tipos de CTs, organizadas de acordo com os seguintes tópicos:*

1. *Ações de formação em áreas transversais de Engenharia, incluindo:*
  - a. *Literacia científica, incluindo escrita de relatórios científicos com utilização de ferramentas bibliográficas;*
  - b. *Utilização de ferramentas transversais para análise de dados.*
2. *Ações de formação em soft skills relevantes para estudantes de Engenharia, incluindo:*
  - a. *Gestão de Tempo e Organização Pessoal;*
  - b. *Comunicação Assertiva;*
  - c. *Empregabilidade.*
3. *Ações de formação em Artes ou Ciências Sociais e Humanas relevantes para estudantes de Engenharia (oferecidas por outras Unidades Orgânicas da UPorto), incluindo:*
  - a. *Tópicos de Arte e Cultura Contemporânea (FBAUP);*
  - b. *Tópicos de Filosofia, Epistemologia, Ética aplicada à ciência e tecnologia, Pensamento crítico e Argumentação, Identidade e Interculturalidades (FLUP);*
  - c. *Tópicos de Psicologia do Trabalho e das Organizações, incluindo Gestão do Stress, Resolução de Problemas, Tomada de Decisão e Orientação para Resultados, Criatividade e Mudança Organizacional, Motivação de Equipas, Saúde e Bem-estar nas Organizações, Negociação e Gestão de Conflitos (FPCEUP).*
4. *Atividades estudantis com foco na formação em softskills (previamente certificadas pela UPorto), incluindo:*
  - a. *Organização das Jornadas de Engenharia Informática / Jornadas de Eletrotecnia / Jornadas de Engenharia Química / Jornadas de Engenharia Mecânica / etc. (creditável para membros da equipa organizadora, com limite ao n.º de organizadores);*
  - b. *Concurso "Pontes de Esparguete" / Concurso de Programação ACM / etc. (creditável para participantes e para membros da equipa organizadora, com limite ao n.º de organizadores);*
  - c. *Participação efetiva de estudantes em Organizações Internacionais de Estudantes de Engenharia.*
5. *Participação efetiva dos estudantes em Ciclos de Palestras, creditáveis como parte de Competências Transversais/ Transferíveis, de acordo com regras a especificar pela Universidade do Porto.*  
*Através da acima referida multiplicidade de oferta a disponibilizar pelo Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto, será possível assegurar uma forte coerência entre as metodologias de ensino e os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.*

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

*We foresee the offer of multiple CT course units relevant to engineering students, organized according to the following topics:*

1. *Course units addressing transversal Engineering domains, including:*
  - a. *Scientific literacy, including the writing of scientific reports, including the use of adequate bibliographic tools;*
  - b. *Data analysis tools.*
2. *Soft skills course units, including:*
  - a. *Time Management and Personal Organization;*

- b. Assertive Communication;*
- c. Employability;*
- 3. Course units addressing Art topics and/or Social and Human Science topics, which may be of interest for Engineering students (organized by the related UPorto Organic Units), including:**
  - a. Topics of Contemporary Art and Culture (FBAUP);*
  - b. Topics of Philosophy, Epistemology, Work Ethics applied to Science and Technology, Critical Thinking and Argumentation, Identity and Interculturalities (FLUP);*
  - c. Topics in Work and Organizational Psychology, including Stress Management, Problem Solving, Decision Making, Creativity and Organizational Change, Team Motivation, Organizational Health and Well-Being, Negotiation and Conflict Management (FPCEUP);*
- 4. Student activities focused on soft skills (previously certified by UPorto), including:**
  - a. Organization of /Electrotechnical/Chemical/Mechanical Engineering Workshops (which may be creditable to organizing team members);*
  - b. "Spaghetti Bridges" Contest / ACM Programming Contest / etc. (which may be creditable to both participants and organizing team members);*
  - c. Student participation in International Engineering Student Organizations;*
- 5. Student participation in Congresses, creditable as part of Transversal / Transferable Skills, according to a set of rules to be specified by the University of Porto.**  
*Considering the aforementioned CTs multiplicity available through the Catalogue of Transversal / Transferable Skills from the University of Porto, it is possible to ensure the required coherence level between teaching methodologies and learning outcomes of the curricular unit.*

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

*Millar, D. C. (2011). Ready for takeoff!: A winning process for launching your engineering career. Pearson Prentice Hall.*  
*Bibliografia complementar: Específica de cada Unidade Curricular disponível no Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto.*

#### **Mapa IV - Bases de Dados Não Relacionais**

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

*Bases de Dados Não Relacionais*

##### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Non Relational Databases*

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

*SISI*

##### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

##### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

##### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

##### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

##### **4.4.1.7. Observações:**

*-*

##### **4.4.1.7. Observations:**

*-*

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

*João António Correia Lopes (TP-39h)*

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

*<sem resposta>*

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

*Após completar a UC o estudante deverá ser capaz de:*

- Reconhecer as situações em que as bases de dados relacionais não constituem a solução adequada para o armazenamento e interrogação dos dados;
- Identificar e descrever os diversos modelos de bases de dados não relacionais e as situações típicas de utilização de cada um deles;
- Projetar, implementar e interrogar bases de dados construídas segundo as diversas abordagens não relacionais;
- Analisar os desafios associados a cenários complexos de grande escala (big data), propor soluções baseadas em modelos não relacionais e compreender os limites de cada uma delas;
- Combinar modelos relacionais e não relacionais em sistemas de informação.

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

*At the end of this course the student should be able to:*

- Recognize situations where relational databases are not the appropriate solution for storing and interrogating data;
- Identify and describe the various non-relational database models and the typical usage situations of each one;
- Design, implement and query databases built according to various non-relational approaches;
- Analyse the challenges associated with large scale complex scenarios, propose solutions based on non-relational models and understand the limits of each one;
- Combine relational and nonrelational models in the design of information systems.

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Bases de dados não relacionais*

- Introdução e motivação;
- Os desafios atuais dos dados: dimensão, variabilidade, paradigmas diferentes;
- Propriedades ACID e limites das bases de dados relacionais;
- Perspetiva histórica dos sistemas de gestão de bases de dados.

*Propriedades das bases de dados não relacionais*

- O teorema CAP e as escolhas no projeto;
- Propriedades BASE;
- Consistência e técnicas de distribuição;
- Tratamento da junção.

*Seleção de casos de aplicação diversos, um por cada grupo de estudantes.*

*Estudar cada um dos paradigmas selecionados de acordo com o seguinte guião*

- Introdução e motivação;
- Modelo;
- Principais soluções;
- Acesso e manipulação dos dados;
- Cenários de utilização;
- Implementação dos casos de aplicação.

*Paradigmas:*

- Bases de dados chave-valor ;
- Baseadas em colunas;
- Bases de dados de documentos;
- Bases de dados de grafos .
- Bases de dados XML e de triplos;
- Bases de dados de modelo híbrido

*Comparação dos vários paradigmas.*

#### 4.4.5. Syllabus:

*Non-relational Databases*

- Introduction and motivation;
- Current data challenges: size, variability, different paradigms;
- ACID properties and limits of relational databases;
- Historical perspective of database management systems.

*Properties of non-relational databases*

- The CAP theorem and the choices in the project;
- BASE properties;
- Consistency and distribution techniques;
- Treatment of join operations.

*Selection of diverse application cases, one for each students group.*

*Study each of the selected paradigms according to the following script*

- Introduction and motivation;
- Model;
- Main solutions;
- Access and manipulation of data;
- Use case scenarios;
- Implementation of application cases.

*Paradigms:*

- Key-value databases;
- Column based
- Document databases;
- Graph databases

- XML and triple databases ;
  - Hybrid model databases
- Comparison of the various paradigms.

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

*Para o objetivo de estudar os principais conceitos e paradigmas das bases de dados relacionais, o programa inclui uma introdução às bases de dados não relacionais, uma abordagem estruturada aos desafios atuais na gestão de dados, às limitações das bases de dados relacionais, às propriedades das bases de dados não relacionais, e uma abordagem orientada à análise dos diversos paradigmas não relacionais.*

*Para o objetivo de capacitar os estudantes para a análise, desenho, implementação e avaliação de bases de dados não relacionais, o programa inclui uma abordagem estruturada à motivação, características, soluções principais, e exemplos de implementação dos diversos paradigmas não relacionais*

*Para o objetivo de projetar a componente de armazenamento e de interrogação de sistemas assentes em modelos não relacionais, o programa inclui pormenores sobre os sistemas atuais, a comparação entre os diversos sistemas não relacionais, e cenários de aplicação dos diversos paradigmas não relacionais.*

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

*In order to study the main concepts and paradigms of relational databases, the program includes an introduction to non-relational databases, structured approach to current challenges in data management, limitations of relational databases, properties of non-relational databases, and an oriented approach to the analysis of the various nonrelational paradigms.*

*In order to enable students to analyse, design, implement and evaluate non-relational databases, the program includes a structured approach to the motivation, characteristics, key solutions, and implementation examples of the various non-relational paradigms.*

*For the purpose of designing the storage and interrogation component of systems based on non-relational models, the program includes details on current systems, comparison between various non-relational systems, and application scenarios of various non-relational paradigms.*

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

*Os tópicos do programa são expostos numa série de sessões tutoriais (exposição teórica e trabalho laboratorial). Cada grupo de estudantes define e realiza um projeto ao longo do semestre, com parte do desenvolvimento, acompanhamento e avaliação, realizadas em aula.*

*Avaliação distribuída com exame final.*

*Projeto (60%) + Exame (40%)*

*Projeto: cada grupo seleciona um caso de aplicação de dimensão média de entre um conjunto diversificado de situações; relativamente a cada paradigma estudado, cada grupo implementa o seu caso, incluindo modelação, configuração de uma arquitetura distribuída, criação e interrogação da base de dados, e apresenta um relatório com conclusões sobre a adequação do paradigma ao caso.*

*Exame: prova de escolha múltipla, incluindo perguntas abertas.*

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

*The program topics are presented in a series of tutorials sessions (theoretical presentations and lab work). Each group of students defines and develops a project during the semester, with part of the development, follow-up, and evaluation, carried out in class.*

*Distributed assessment with final exam.*

*Project (60%) + Exam (40%)*

*Project: Each group selects a medium-sized application case from a diverse set of situations; for each paradigm studied, each group implements its case, including modelling, configuration of a distributed architecture, database creation and interrogation, and presents a report with conclusions on the suitability of the paradigm to the case.*

*Exam: Multiple choice test, including open-ended questions.*

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

*As aulas são organizadas em sessões teóricas, sessões tutoriais com exploração e desenvolvimento de soluções orientadas por guiões e sessões de acompanhamento dos projetos. A exposição teórica fornece a motivação para os problemas e introduz os conceitos, as abordagens e as técnicas atuais. A escolha de um tema para o projeto, em que se favorece a ligação aos interesses de investigação dos estudantes, leva-os a explorar alguns domínios de aplicação e a refletir sobre a sua natureza e desafios inerentes. O desenvolvimento de guiões e exploração de soluções atuais favorece a aprendizagem ativa e a análise dos diferentes paradigmas. A realização de um projeto leva à reflexão sobre os cenários de aplicação, a exploração de ferramentas e à avaliação dos resultados. Esta metodologia resulta na*

*aquisição do conjunto de competências estabelecidas, relacionadas com os resultados dos trabalhos práticos, do estudo realizado e da avaliação dos resultados.*

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

*Classes are organized in lectures, tutorial sessions with exploration and development of scripted solutions, and project follow-up sessions. Theoretical exposition provides motivation for the problems and introduces current concepts, approaches and techniques. Choosing a theme for the project, which favors linking with students' research interests, leads them to explore some fields of application and to reflect on their nature and inherent challenges. The development of scripts and exploration of current solutions favors active learning and analysis of different paradigms. The realization of a project leads to reflection on application scenarios, exploration of tools, and evaluation of results. This methodology results in the acquisition of the set of competences established, related to the results of the practical work, the study performed, and the evaluation of the results.*

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

*Lemahieu, W., vanden Broucke, S., & Baesens, B. (2018). Principles of Database Management: The Practical Guide to Storing, Managing and Analyzing Big and Small Data. Cambridge University Press.*

*Sadalage, P. J., & Fowler, M. (2013). NoSQL distilled: a brief guide to the emerging world of polyglot persistence. Pearson Education.*

#### *Bibliografia Complementar:*

*Perkins, L., Redmond, E., & Wilson, J. (2018). Seven databases in seven weeks: a guide to modern databases and the NoSQL movement. Pragmatic Bookshelf.*

*Özsü, M. T., & Valduriez, P. (2011). Principles of distributed database systems. Springer.*

*Robinson, I. Webber, J., & Eifrem, E. (2013). Graph Databases. O'Reilly.*

### **Mapa IV - Arquitetura de Sistemas de Software**

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

*Arquitetura de Sistemas de Software*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Software Systems Architecture*

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

*ESW*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*-*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*-*

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

*Filipe Alexandre Pais de Figueiredo Correia (TP-39h)*

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

*<sem resposta>*

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

*Tornar os estudantes capazes de:*

*1. Reconhecer os principais padrões de arquitetura existentes para sistemas de software.*

2. *Descrever uma arquitetura de forma precisa.*
3. *Idealizar diferentes arquiteturas alternativas para resolver um mesmo problema e avaliar de forma justificada qual é a melhor em função dos atributos de qualidade que suporta.*
4. *Reconhecer e compreender diversos padrões de desenho.*
5. *Conhecer e aplicar diversos métodos e técnicas de reutilização de software.*
6. *Identificar os fatores chave no desenho de arquiteturas de software evolutivas.*
7. *Desenhar um plano de migração entre diferentes tipos de arquitetura.*
8. *Construir um sistema de software de média dimensão de acordo com uma especificação de requisitos, selecionando e aplicando padrões de desenho e de arquitetura, usando um método de desenvolvimento baseado em componentes e tecnologias recentes.*
9. *Utilizar ferramentas que tornem mais expedita a realização das tarefas de desenvolvimento.*

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

*Enable students to:*

1. *Recognize the main existing architectural patterns for software systems.*
2. *Describe an architecture accurately.*
3. *Design different alternative architectures to solve the same problem and evaluate (justifying) which one is best for the quality attributes that each supports.*
4. *Recognize and understand several design patterns.*
5. *Understand and apply several methods and techniques of software reuse.*
6. *Identify the key factors in designing evolvable software architectures.*
7. *Design a migration plan between different types of architecture.*
8. *Build a medium-sized software system following a requirements specification by selecting and applying design and architectural patterns and using component-based development and recent technologies.*
9. *Use tools that can make development tasks more efficient.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

##### 1. Introdução

- *Desenho de software: conceitos e princípios fundamentais*
- *O que é arquitetura de software?*
- *A importância da arquitetura de software*
- *Design a múltiplos níveis, do macro ao micro: estilos arquiteturais e padrões de arquitetura, padrões de desenho e idiomas*

##### 2. Padrões de Software

- *As origens dos padrões de software*
- *Exemplos de padrões de arquitetura (POSA)*
- *Exemplos de padrões de desenho (GoF)*
- *Refatoração para padrões*

##### 3. Arquiteturas de Software

- *Atributos de qualidade*
- *Avaliando arquiteturas: funções objetivo*
- *Desenhando para atributos de qualidade: táticas*
- *Representação e Documentação de arquiteturas de software*
- *Reutilização de arquiteturas de software: linhas de produção, frameworks, componentes de software*

##### 4. Evolução de Arquiteturas de Software

- *Lei de Conway*
- *Mudança incremental*
- *Acoplamento arquitetural*
- *Evolução de dados*
- *Construção de arquiteturas evolutivas*
- *Refatoração arquitetural*
- *Exemplo de uma arquitetura desenhada para evolução: microserviços*

#### 4.4.5. Syllabus:

##### 1. Introduction

- *Software Design: fundamental concepts and principles*
- *What is the software architecture?*
- *Software architecture's importance*
- *Design at multiple levels, from macro to micro: architectural styles and architectural patterns, drawing patterns and idiomatic structures*

##### 2. Software Patterns

- *Software patterns' origins*
- *Examples of architecture patterns (POSA)*
- *Examples of design patterns (GoF)*
- *Refactoring to patterns*

##### 3. Software Architectures

- *Quality attributes*

- *Evaluating architectures: fitness functions*
- *Designing for quality attributes: tactics*
- *Representation and documentation of software architectures*
- *Reuse of software architectures: production lines, frameworks, software components.*

#### 4. Evolutionary Software Architectures

- *Conway's Law*
- *Incremental change*
- *Architectural coupling*
- *Evolutionary data*
- *Building evolvable architectures*
- *Architectural refactoring*
- *Example of an architecture designed for evolution: microservices*

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

*Os conteúdos programáticos visam transmitir conhecimentos essenciais na área de arquitetura e desenho de software, desde os princípios às práticas. Desta forma pretende-se permitir o desempenho das várias atividades em que é necessário o desenho e arquitetura do software, a aquisição de sentido crítico e de aplicação dos conhecimentos em casos concretos.*

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

*The syllabus aims to convey essential knowledge in the field of software architecture and design, from principles to the practices. In this way, we aim to support performing the activities in which software architecture and design is needed, the acquisition critical sense and the application of this knowledge in concrete cases.*

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

*As aulas serão utilizadas para a exposição formal dos principais tópicos da unidade curricular e para a apresentação final e discussão dos projetos desenvolvidos pelos estudantes ao longo do semestre. Para focar a atenção dos estudantes, nos tópicos principais serão propostas pequenas questões de resposta facultativa e livre sobre os tópicos em estudo para desenvolvimento fora de aulas. Ao longo do semestre os estudantes terão oportunidade de colocar em prática os conhecimentos transmitidos através de pequenos exercícios e desenvolvimento incremental de um projeto de média dimensão. As questões, os exercícios e o projeto conjuntamente incentivarão os estudantes a complementar os conhecimentos transmitidos com conhecimentos resultantes de pesquisas individuais efetuadas sobre os conteúdos da unidade curricular*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final*

*Condições de Frequência: Teste: 50%; Projeto: 50%*

*Nota Final = (Testex30%)+(Projetox60%)+(Desempenho individual x10%)*

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

*Classes will be used for the formal presentation of the main topics of the curricular unit and for the final presentation and discussion of the projects developed by the students throughout the semester. In order to focus students' attention on the main topics, short and optional questions will be proposed on the topics being studied for out-of-class development. Throughout the semester students will have the opportunity to put into practice the knowledge obtained through small exercises and through the incremental development of a medium-sized project. Together, the questions, exercises and project, will encourage students to complement the knowledge transmitted with other resulting from individual research on the contents of the course.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation without final exam*

*Terms of frequency: Test: 50%; Project: 50%*

*Final Grade = (Test x 30%) + (Project x 60%) + (Individual evaluation x 10%)*

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

*A metodologia de ensino visa desenvolver os dois tipos de objetivos: aprendizagem de conhecimentos essenciais e desenvolvimento de competências de projeto de sistemas de software complexos.*

*Mais especificamente, o desenvolvimento de um projeto de média dimensão ao longo do semestre, incluindo:*

- *a conceção e avaliação de arquiteturas alternativas baseadas em componentes e padrões de arquitetura com vista a satisfazer os requisitos arquiteturalmente significativos (relacionado com os objetivos de aprendizagem 3 e 5),*
  - *a descrição rigorosa da arquitetura selecionada (objetivo de aprendizagem 2),*
  - *o desenho detalhado baseado em padrões de desenho, implementação, integração, teste e evolução da solução (relacionado com os objetivos de aprendizagem 7, 8 e 9),*
- a par com a aquisição de conhecimentos essenciais ao longo do semestre (como os referidos nos objetivos de aprendizagem 1, 4 e 6), permitirá aos estudantes atingir os objetivos de aprendizagem propostos.*

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

*The teaching methodology aims to develop the two types of goals: knowledge acquisition of essential concepts, and skills development on design of complex software systems.*

*More specifically, the development of a medium-sized project throughout the semester, including:*

- *the conception and evaluation of alternative architectures based on architectural components and patterns to meet architecturally significant requirements (related with learning outcomes 3 and 5),*

- the rigorous description of the selected architecture (related with learning outcome 2),  
- the detailed design (based on design patterns), implementation, integration, testing and evolution of the solution (related with learning outcomes 7, 8 and 9),  
along with the acquisition of essential knowledge throughout the semester (related to learning outcomes 1, 4 and 6),  
will allow students to achieve the proposed learning outcomes.

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

Buschmann, F., Henney, K. & Schmidt, D.C. (2007). *Pattern-Oriented Software Architecture Volume 4: A Pattern Language for Distributed Computing*. Wiley. ISBN: 0470059028  
Bass, L., Clements, P. & Kazman, K. (2012). *Software architecture in practice (3rd Edition)*. Addison-Wesley Professional. ISBN: 9780321815736  
Ford, N., Parsons, R. & Kua, P. (2017). *Building evolutionary architectures: Support constant change*. O'Reilly Media Inc.. ISBN: 1491986360  
Gamma, E. et al (1994). *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Addison-Wesley Professional. ISBN: 0201633612

### Mapa IV - Aprendizagem Computacional

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Aprendizagem Computacional*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Machine Learning*

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

*IA*

#### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*162*

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*52 (26T + 26TP)*

#### 4.4.1.6. ECTS:

*6*

#### 4.4.1.7. Observações:

-

#### 4.4.1.7. Observations:

-

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

*Carlos Manuel Milheiro de Oliveira Pinto Soares (T-13h; TP-26h-6 turmas)*

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

*Rita Paula Almeida Ribeiro (T-13h; TP-26h-6 turmas)*  
*João Pedro Carvalho Leal Mendes Moreira (TP-52h-6 turmas)*  
*Docente a contratar (TP-52h-6 turmas)*

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

*Pretende-se que os estudantes:*

- a) Conheçam os vários tipos de tarefas de aprendizagem computacional e de extração de conhecimento (AC&EC).*
- b) Identifiquem problemas de apoio à decisão que possam ser representados como tarefas de AC&EC.*
- c) Conheçam as fases de um projeto de AC&EC.*
- d) Conheçam os principais métodos/algoritmos para cada tipo de tarefa de AC&EC e compreendam o essencial do seu funcionamento.*
- e) Apliquem esses métodos a problemas de apoio à decisão.*
- f) Avaliem os resultados de um projeto de AC&EC.*

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

*Students should be able to:*

- a) *Understand the different types of machine learning & data mining (ML&DM) tasks.*
- b) *Identify decision support problems that can be represented as ML&DM tasks.*
- c) *Understand the phases of a ML&DM project.*
- d) *Know the main methods / algorithms for each ML&DM task type and understand the basics of their behaviour.*
- e) *Apply these methods to decision support problems.*
- f) *Evaluate the results of a ML&DM project.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*AC&EC descritivo*

- *Clustering: Algoritmos de partição, hierárquicos e de densidades. Medidas de avaliação.*
- *Regras de associação: Algoritmo APRIORI. Outros algoritmos. Medidas de avaliação.*
- *Sistemas de recomendação: baseados em conteúdo, filtragem colaborativa, conhecimento especialista*
- *Metodologias de Data Mining: Metodologia CRISP-DM. Gestão de projetos.*

*AC&EC preditivo*

- *Sobre-ajustamento e técnicas de reamostragem.*
- *Regressão: regressão linear multivariada e extensões. Medidas de avaliação.*
- *Critérios de seleção de técnicas e de modelos.*
- *Classificação binária. Medidas de avaliação.*
- *Técnicas preditivas baseadas em distâncias, probabilidades, procura e otimização.*
- *Previsão com múltiplos modelos*
- *Enviesamento dos algoritmos*
- *Tarefas de classificação não-binária*
- *Classificação com dados não balanceados*
- *Classificação semi-supervisionada e aprendizagem ativa*
- *Deteção de outliers e de novidade*

*Descoberta de subgrupos*

**4.4.5. Syllabus:**

*Descriptive ML&DM*

- *Clustering: Partitioning, hierarchical, and densities algorithms. Evaluation measures.*
- *Association rules: APRIORI algorithm. Other algorithms. Evaluation measures.*
- *Recommender systems: content-based, collaborative filtering, expert-based*
- *Data Mining Methodologies: CRISP-DM methodology. Project management.*

*Predictive ML&DM*

- *Overfitting and resampling techniques.*
- *Regression: Multivariate linear regression and extensions. Evaluation measures.*
- *Selection criteria for techniques and models.*
- *Binary classification. Evaluation measures.*
- *Predictive techniques based on distances, probabilities, search and optimization.*
- *Ensemble learning*
- *Algorithm Bias*
- *Non-binary classification tasks*
- *Classification with unbalanced data*
- *Semi-supervised classification and active learning*
- *Outlier and novelty detection*
- *Subgroup discovery*

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

*Objetivo de aprendizagem:*

- *a e d – A escolha dos temas e dos métodos foi efetuada após consulta exaustiva de livros, blogs (e.g. kdnuggets) e artigos*
- *b - O ensino da metodologia CRISP-DM tem o propósito de dotar os estudantes da capacidade de desenvolverem um projeto na área de AC&EC, incluindo a identificação de problemas de negócio que possam ser resolvidos com técnicas de AC&EC*
- *c - Esta competência adquire-se pela aprendizagem de uma metodologia de desenvolvimento de projetos de AC&EC como é o caso da metodologia CRISP-DM*
- *e - Salvaguardado pelo enfoque dado à metodologia CRISP-DM*
- *f - Os projetos de AC&EC devem ser avaliados tanto na perspetiva do engenheiro de dados através das medidas de avaliação adequadas que serão lecionadas, como na perspetiva do cliente, assegurada pelo lecionamento da metodologia CRISP-DM que tem essa tarefa como uma das suas 6 fases.*

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

*Learning objectives:*

- *a and d – The choice of the task types and methods were done after exhaustive search in books, blogs (e.g. kdnuggets) and papers*
- *b - The teaching of the CRISP-DM methodology has the purpose of providing students with the ability to develop a project in the area of ML&DM, notably the identification of business problems that can be solved with ML&DM techniques*

- c - *This competence is acquired by learning a ML&DM project development methodology, as is the case with the CRISP-DM methodology*
- e - *Theme safeguarded by teaching the CRISP-DM methodology.*
- f - *ML&DM projects should be evaluated both from the data engineer's perspective using adequate evaluation measures that will be taught, and the business perspective what is ensured by the teaching of the CRISP-DM methodology which 6th phase is on evaluation from the business perspective.*

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

*Metodologias de ensino*

*Exposição teórica dos conceitos referidos.*

*Realização de pequenos exercícios em computador para aplicação prática dos conceitos apreendidos.*

*Fórmula de cálculo da classificação final*

*0.5\* Nota da avaliação distribuída + 0.5 \* Nota do exame*

*Avaliação Distribuída*

*A avaliação distribuída consiste na elaboração de dois trabalhos práticos: trabalho descritivo e trabalho preditivo. No caso de falta a um dos momentos da avaliação distribuída, a nota atribuída é de 0 (zero) valores. Os trabalhadores estudantes e equivalentes dispensados das aulas devem, com periodicidade a combinar com os docentes, apresentar a evolução dos seus trabalhos, assim como devem fazer a apresentação destes, simultaneamente com os estudantes ordinários.*

*Fórmula de cálculo da avaliação distribuída*

*Nota da avaliação distribuída = 0.5\* Nota do trabalho descritivo + 0.5 \* Nota do trabalho preditivo*

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

*Teaching Methodologies*

*Theoretical exposition of the concepts mentioned*

*Realization of small exercises in computer for practical application of the concepts learned*

*Final classification calculation formula*

*0.5 \* Distributed Evaluation Note + 0.5 \* Exam Note*

*Distributed Evaluation*

*The distributed evaluation consists in the elaboration of two practical works: descriptive work and predictive work. In case of missing one of the moments of the distributed evaluation, the assigned note is 0 (zero) values. The student workers and the dispensed equivalents of the classes must combine with the teachers, present the evolution of their work with periodicity, as well as they should make the necessary presentations, simultaneously with the ordinary students.*

*Distributed evaluation calculation formula*

*Distributed evaluation note = 0.5\* Descriptive work note + 0.5 \* Predictive work note*

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

*Como objetivos de aprendizagem espera-se que os estudantes:*

*- Conheçam os vários tipos de tarefas de aprendizagem computacional e de extração de conhecimento (AC&EC).*

*Competência a obter através da exposição teórica dos conceitos em causa.*

*- Identifiquem problemas de apoio à decisão que possam ser representados como tarefas de AC&EC.*

*Competência a obter através da exposição teórica dos conceitos e da realização de dois trabalhos práticos em computador que serão realizados seguindo uma metodologia adequada para desenvolvimento de projetos de AC&EC.*

*- Conheçam as fases de um projeto de AC&EC.*

*Competência a obter através da exposição teórica dos conceitos e da realização de dois trabalhos práticos em computador que serão realizados seguindo uma metodologia adequada para desenvolvimento de projetos de AC&EC.*

*- Conheçam os principais métodos/algoritmos para cada tipo de tarefa de AC&EC e compreendam o essencial do seu funcionamento.*

*Competências a obter através da exposição teórica dos conceitos e de exercícios em computador onde os conceitos teóricos previamente expostos são demonstrados através da resolução de exercícios.*

*- Apliquem esses métodos a problemas de apoio à decisão.*

*Competência a obter através da exposição teórica dos conceitos e da realização de dois trabalhos práticos em computador que serão realizados seguindo uma metodologia adequada para desenvolvimento de projetos de AC&EC.*

*- Avaliem os resultados de um projeto de AC&EC.*

*Competência a ser obtida através da exposição teórica dos conceitos necessários, de exercícios em computador e dos trabalhos a realizar.*

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

*As learning objectives It is expected that students:*

*- Learn about the various types of machine learning and data mining tasks (ML&DM).*

*Competence to be obtained through the theoretical presentation of the concepts concerned.*

*- Identify decision-support issues that can be represented as ML&DM tasks.*

*Competence to obtain through the theoretical presentation of the concepts and the realization of two practical works in computer that will be carried following an appropriate methodology for the development of projects of ML&DM.*

*- Know the phases of an ML&DM project.*

*Competence to obtain through the theoretical presentation of the concepts and the realization of two practical works in computer that will be carried out following an appropriate methodology for the development of projects of ML&DM.*

*- Get to know the main methods/algorithms for each type of ML&DM task and understand the essentials of its operation.*

*Skills to be obtained through the theoretical classes and the laboratory sessions where the theoretical concepts*

*previously taught are demonstrated through the resolution of exercises.*

*- Apply these methods to decision-support problems.*

*Competence to obtain through the theoretical presentation of the concepts and the realization of two practical works in computer that will be carried out following an appropriate methodology for the development of projects of ML&DM.*

*- Evaluate the results of an ML&DM project.*

*Competence to be obtained through the theoretical presentation of the necessary concepts, exercises in computer and the work to be carried out.*

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

*Moreira, J., Carvalho, A., Horvath, T. (2019). A general Introduction to Data Analytics, Wiley. ISBN: 978-1-119-29626-3.*

*Han, J., Kamber, M. (2001). Data mining, Morgan Kaufmann. ISBN: 1-55860-489-8.*

*Flach, P. (2012) Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data, Cambridge University Press. ISBN: 9781107422223.*

*Zaki, M., Meira Jr, W. (2014) Data Mining and Analysis: Fundamental Concepts and Algorithms, Cambridge University Press. ISBN: 9780521766333.*

*Kuhn, M, Johnson, Kjell J. (2013) Applied Predictive Modeling, Springer New York. ISBN: 9781461468493.*

### **Mapa IV - Análise e Integração de Dados**

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

*Análise e Integração de Dados*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Data Analysis and Integration*

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

*SISI*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*39 (39TP)*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*-*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*-*

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

*Gabriel de Sousa Torcato David (TP-39h)*

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

*<sem resposta>*

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

*Objetivos centrais da unidade curricular:*

*(1) Planear e gerir o ciclo de vida de um projeto de armazém de dados;*

*(2) Identificar os requisitos e as fontes de dados;*

*(3) Projetar um modelo dimensional adequado;*

*(4) Desenhar e implementar um processo de extração, transformação e carregamento de dados;*

*(5) Especificar e implementar aplicações e modelos de acesso e visualização da informação no armazém de dados;*

*(6) Criar e explorar implementações multidimensionais;*

*(7) Interrogar implementações multidimensionais;*

*(8) Definir os metadados necessários para efeitos de auditoria.*

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

- (1) *Plan and manage the lifecycle of a data warehouse project;*
- (2) *Identify the requirements and the data sources;*
- (3) *Design a suitable dimensional model;*
- (4) *Design and implement a data extraction, transformation and loading process;*
- (5) *Specify and implement applications and models to access and visualize the data warehouse information;*
- (6) *Build and explore multidimensional implementations;*
- (7) *Query multidimensional implementations;*
- (8) *Define the required metadata for audit purposes.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Sistemas de armazenamento de dados: das fontes de dados aos dashboards*
2. *Indicadores de desempenho*
3. *Dimensões e hierarquias*
4. *Modelação Conceptual do Armazém de Dados: o modelo MultiDim*
5. *A metodologia de cima para baixo de Bill Inmon*
6. *A metodologia de baixo para cima de Ralph Kimball*
7. *Extração, transformação e carregamento de dados*
8. *O modelo multi-dimensional*
9. *A linguagem MDX*
10. *Como desenhar Dashboards*
11. *Utilização de técnicas de análise de dados sobre cubos OLAP*
12. *Os princípios básicos do desenvolvimento agile de projetos de armazenamento de dados*
13. *Requisitos de metadados*

**4.4.5. Syllabus:**

1. *Data Warehousing Systems: from data sources to dashboards*
2. *Key Performance Indicators*
3. *Dimensions and hierarchies*
4. *Data Warehouse Conceptual Modeling: the MultiDim model*
5. *The top-down approach by Bill Inmon*
6. *The bottom-up approach by Ralph Kimball*
7. *Extraction, Transformation & Loading*
8. *The multidimensional model*
9. *The MDX language*
10. *How to design dashboards: experiments with a dashboard tool*
11. *Using data analytic tools on OLAP cubes*
12. *Fundamentals on agile development of Data Warehousing projects*
13. *Metadata requirements*

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

*De modo a garantir o objetivo:*

- (1) *são lecionadas as metodologias de desenvolvimento de projetos da autoria de Bill Inmon e de Ralph Kimball, conteúdos programáticos (CPs) 5 e 6, e metodologias ágeis para o desenvolvimentos de sistemas de armazenamento de dados (CP 12);*
- (2) *são lecionadas no CP 1;*
- (3) *é lecionado o modelo MultiDim (CP 4) sendo o tema também abordado nos CPs 2, 3, 5 e 6;*
- (4) *é lecionado o CP 7;*
- (5) *são lecionados os CPs 10 e 11;*
- (6) *é lecionado o CP 8;*
- (7) *é lecionado o CP 9;*
- (8) *é lecionado o CP 13.*

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

*In order to ensure the objective:*

- (1) *The project development methodologies of Bill Inmon and Ralph Kimball, programmatic content (PCs) 5 and 6, and agile methodologies for the development of data storage systems (PC 12), are taught;*
- (2) *are taught in PC 1;*
- (3) *The MultiDim model (PC 4) is taught and the subject is also covered at PCs 2, 3, 5 and 6;*
- (4) *CP 7 is taught;*
- (5) *CPs 10 and 11 are taught;*
- (6) *CP 8 is taught;*
- (7) *CP 9 is taught;*
- (8) *CP 13 is taught.*

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

*As aulas têm um formato teórico-prático em que a discussão de novos conceitos e a descrição de técnicas é entremeada com exemplos e com a resolução de exercícios em computador, uma vez que decorrem num laboratório. Atendendo aos objetivos aplicados da UC, optou-se por uma avaliação em que 50% assenta na realização de um trabalho prático de média dimensão, em grupos de 2 pessoas, de preferência com dados reais, no qual são*

*percorridas as diversas etapas de um projeto de um armazém de dados. No final, para além do relatório do projeto, é realizada uma apresentação e discussão oral, como acontece nos projetos reais. Os restantes 50% correspondem a um exame escrito individual, onde os estudantes têm a oportunidade de demonstrar o seu domínio de assuntos que não tenham sido cobertos no seu trabalho prático.*

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

*The lectures follow a mixed expositive and problem solving method, where the discussion of new topics and the description of techniques is intertwined with the resolution of exercises and lab work. Due to the applied goals of the course, the assessment method is 50% based on a medium sized lab assignment, executed by two person groups, preferably with real data, in which the several steps of a data warehouse project are followed. In the end, besides the project report, an oral presentation and discussion takes place, as happens in real world projects. The remaining 50% correspond to an individual written exam, where the students have the opportunity to demonstrate their mastering of the issues not covered by their lab assignment.*

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

*Esta UC caracteriza-se por ter uma forte componente laboratorial que se justifica pelo facto de, para se construir um Armazém de Dados, ser necessário usar pelo menos 3 tipos de ferramentas diferentes: um sistema gestor de bases de dados, uma ferramenta de ETL e um servidor OLAP. Acrescem as ferramentas de análise, como ferramentas de reporting por exemplo. Os objetivos de aprendizagem enunciados, todos eles, requerem alguns conceitos teóricos, nuns casos mais, noutros menos, e também trabalho laboratorial de experimentação com as diversas ferramentas. As aulas, sendo realizadas sempre em laboratório permitem a experimentação de pequenos exercícios que exemplificam os conceitos teóricos lecionados e que permitem familiarização com os diferentes tipos de ferramentas. O projeto a realizar por grupos de dois possibilita aos estudantes confrontarem-se com as dificuldades de um projeto real e com a necessidade de aprofundarem os conhecimentos de utilização dos diferentes tipos de ferramentas.*

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

*This UC is characterized by having a strong laboratory component that is justified by the fact that, in order to build a data warehouse, it is necessary to use at least 3 different types of tools: A database management system, an ETL tool and an OLAP server. Moreover, analysis tools, such as reporting tools for example are necessary too. The learning objectives stated, all of them, require some theoretical concepts, in some cases more, in others less, and also laboratory work for experimentation with the various tools. The classes, always being performed in the laboratory, allow the experimentation of small exercises that exemplify the theoretical concepts taught and that allow familiarization with the different types of tools. The project to be carried out by groups of two allows students to confront the difficulties of a real project and with the need to deepen the knowledge of the use of different types of tools.*

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

*Vaisman, A., Zimányi, E. (2014). Data warehouse systems. Berlin Heidelberg: Springer.  
Kerzner, H. (2017). Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards: A Guide to Measuring and Monitoring Project Performance. New York: Wiley.  
Inmon, W.H. (2005). Building the Data Warehouse Fourth Edition. Indianapolis, Indiana: Wiley.  
Kimball, R. (2008). The Data Warehouse Lifecycle Toolkit, 2nd Edition. Indianapolis, Indiana: Wiley.  
Sherman, R. (2014). Business Intelligence Guidebook: From Data Business Intelligence Guidebook: From Data Integration to Analytics. USA: Morgan Kaufmann.  
Corr, L. & Stagnitto, J. (2011). Agile Data Warehouse Design: Collaborative Dimensional Modeling, from Whiteboard to Star Schema. UK: DecisionOne Press.*

### **Mapa IV - Análise de Projetos de Investimento**

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

*Análise de Projetos de Investimento*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Project Appraisal*

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

*MTDQTG*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

39 (39TP)

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

**4.4.1.7. Observations:**

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

*Maria Dulce Soares Lopes (TP-39h)*

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

*<sem resposta>*

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

*O objetivo desta unidade curricular é dotar os estudantes do conhecimento das metodologias-base para a análise da viabilidade económica e financeira de projetos de investimento.*

*Pretende-se que no final do curso os alunos estejam aptos a fundamentar a tomada de decisões de investimentos reais nas empresas e saibam elaborar um plano de negócios.*

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

*This course unit aims to provide students with knowledge of basic methodologies for the analysis of the financial and economic feasibility of real investment projects.*

*After the completion of the course unit, students should be capable of making and justifying real investments decisions and designing and analyzing a business plan.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*I - Introdução.*

*1- Visão global da Análise de Projetos.*

*2 - O Plano de Negócios.*

*II . O Dossier de Elaboração e Avaliação de um projeto.*

*3- Os Estudos de Viabilidade.*

*4- Os documentos base do estudo económico financeiro.*

*III - Avaliação económica e financeira do projeto.*

*5 - Determinantes e análise dos Cash flows (CF) de um projeto.*

*6 - Critérios de decisão.*

*7- O custo de capital dos projetos*

*IV- A decisão de investir face ao risco.*

*8- Risco e incerteza na avaliação.*

**4.4.5. Syllabus:**

*I – Introduction.*

*1- An overview on project analysis.*

*2- The Business Plan.*

*II- Project elaboration and evaluation*

*3- Feasibility studies.*

*4- The basic documents of the economic-financial study.*

*III- Economic and financial evaluation of a project.*

*5- Determinants and analysis of cash flows.*

*6- Decision criteria*

*7- The cost of capital for projects.*

*IV Investment decisions under risk and uncertainty.*

*8- Risk and uncertainty assessment.*

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

*Para o conhecimento das metodologias-base para a análise da viabilidade económica e financeira de projetos de investimento contribui toda a parte III e IV do programa - capítulos 5 a 8. Para apoiar a elaboração do Plano de*

*Negócios, para além dos pontos anteriores, é apresentada e discutida a estrutura-tipo de um Plano de Negócios (capítulo 2) e os mapas fundamentais para a análise económica financeira (capítulo 4).*

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

*Part III and IV of the syllabus- chapters 5 to 8 contribute to the study of the basic methodologies for the analysis of the economic and financial feasibility of real projects. To support the design of a business plan, in addition to the previously mentioned points, a standard structure of a business plan (chapter 2) and the fundamental maps for the economic-financial analysis (chapter 4) are presented and discussed.*

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

*Os fundamentos teóricos do curso são apresentados em aulas de tipo expositivo. As exposições teóricas serão complementadas por análise de casos e resolução de exercícios, a que se juntará a experiência na análise de investimentos proveniente do trabalho de grupo.*

*Carga horária semanal - 3h TP*

*Horas totais previstas – 39h*

*Elaboração de um Plano de Negócios - 60h*

*Apresentação e Discussão dos Planos - 0.5h*

*Estudo e preparação para exames – 62.5h*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Condições de Frequência: Aplicam-se as normas gerais de avaliação.*

*Fórmula de avaliação: CF = 100% CEF ou 50% CEF+ 50% PN*

*CF = Classificação Final; PN \_ Plano de Negócios = PN, CEF- Classificação Exame final*

*OBS : Para T/E e alunos com estatutos especiais que o solicitem , a avaliação será através de exame final apenas (ponderação de 100%); restantes alunos 50% CEF+ 50% PN*

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

*The theoretical part of this course is supported by theoretical type classes. Theoretical classes are complemented with case analysis and practical classes, to which experience in the analysis of investments from the team work will be made part.*

*Weekly load - 3h TP*

*Scheduled total hours - 39h*

*Design of a Business Plan – 60h*

*Presentation and discussion of the Business Plan –0.5h*

*Study and preparation for exams – 62.5h*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Terms of frequency:*

*General rules of evaluation are applicable.*

*Formula of evaluation: For students with special statutes that request it, the evaluation will be through a final exam only (100% weighting); remaining students 50% Exam + 50% Business Plan*

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

*Nas aulas existirá uma componente mais teórica onde são apresentadas as ferramentas e metodologias básicas para a avaliação económico financeira dos projetos (com discussão das mesmas sempre que relevante). Na componente prática, aplicam-se estas ferramentas a casos (exercícios) elaborados para tal, e em simultâneo faz-se o acompanhamento dos Planos de Negócio (com esclarecimento das dúvidas relacionadas com a especificidade dos casos “reais” em que os estudantes estão a trabalhar).*

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

*Classes will have a theoretical component, where the basic tools and methodologies will be presented for the economic-financial project assessment (with discussion whenever relevant). These tools will then be applied in cases (exercises). At the same time, the business plan is monitored (with doubts regarding the specificity of 'real' cases that are being worked on by the students).*

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

*Lopes, M.D.S. (2018). Análise de projetos de investimento. 4th edition. UP Edições.*

*Shapiro, A.C. (2008). Capital budgeting and investment analysis. 2nd edition. Pearson Education*

*Brealey, R.A., Myers, S.C., & Allen. F. (2020). Principles of Corporate Finance. 13th edition. McGraw-Hill. New York.*

### **Mapa IV - Agentes e Sistemas Multi-Agente**

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

*Agentes e Sistemas Multi-Agente*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Agents and Multi-Agent Systems*

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

IA

**4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:**

162

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

39 (39TP)

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

-

**4.4.1.7. Observations:**

-

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Ana Paula Cunha da Rocha (TP-19,5h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Luis Paulo Gonçalves dos Reis (TP-19,5h)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*A UC assume-se como de Engenharia com uma perspetiva global das técnicas associadas à computação baseada em agentes, explorando a modelação e simulação de sistemas complexos e o desenvolvimento de aplicações de agentes inteligentes e de Sistemas Multi-Agente (SMA) com capacidade de adaptação. A Programação e a Engenharia de Software Orientada a Agentes são apresentadas como uma nova metáfora para a programação de sistemas computacionais distribuídos. O objetivo principal é especificar e implementar sistemas complexos, adaptativos, distribuídos e descentralizados usando o paradigma dos SMA. No final da UC, os estudantes deverão ser capazes de:*

- 1. Modelar sistemas complexos recorrendo a agentes computacionais*
- 2. Projetar sistemas distribuídos e descentralizados usando SMA*
- 3. Desenvolver agentes inteligentes, seguindo diferentes arquiteturas*
- 4. Avaliar a execução de uma simulação baseada em agentes ou de um SMA*
- 5. Desenvolver SMA com adaptabilidade baseada em aprendizagem computacional.*

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

*This course has an engineering bias and proposes a global perspective on the techniques associated with agent-based computing, exploring agent-based complex systems modeling and simulation, and the development of intelligent agents and Multi-Agent System (MAS) applications. Agent Oriented Programming and Software Engineering are presented as a new metaphor to describe and program distributed computational systems. The main goal is to specify and implement complex, adaptive, distributed and decentralized systems using the multi-agent systems paradigm. At the end of the course, the student is expected to be able to:*

- 1. Model complex systems through computational agents.*
- 2. Project distributed and decentralized systems following the MAS paradigm.*
- 3. Develop intelligent software agents, using different architectures.*
- 4. Evaluate the execution of an agent-based simulation or a MAS.*
- 5. Develop MAS systems with adaptability mechanisms based on machine learning.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:****1. Computação Baseada em Agentes**

*Objetivos e enquadramento. Simulação baseada em agentes vs sistemas multi-agente (SMA). Ferramentas para desenvolvimento de SMA e para simulação baseada em agentes: JADE e Repast.*

**2. Agentes Inteligentes**

*Definições- Agentes e Ambientes. Tipos e arquiteturas de agentes. Raciocínio dedutivo e Raciocínio prático. Agentes BDI. Agentes Reativos: Arquitetura de Subsunção.*

**3. Aprendizagem em Agentes Inteligentes**

*Processos de decisão de Markov. Aprendizagem por Reforço. Exploration vs Exploitation. Algoritmos para AR: Monte-Carlo, Q-Learning, SARSA, A3C, PPO. Deep RL.*

**4. Sistemas Multiagente**

*Definições. Comunicação. Atos de discurso. ACL. Standards FIPA. Protocolos de interação. JADE. Engenharia de Software Orientada a agentes. Coordenação SMA.*

**5. Tomada de Decisão Multiagente**

*Teoria de jogos. Estratégias dominantes. Equilíbrio de Nash. Ótimo de Pareto. Jogos de informação imperfeita. Desenho de mecanismos. Leilões. Negociação.*

#### 4.4.5. Syllabus:

##### 1. Agent-Based Computing

*Motivation and goals. Agent-based simulation vs multi-agent systems (MAS). Tools for MAS development and agent-based simulation: JADE and Repast*

##### 2. Intelligent Agents

*Definitions. Agents and environments. Agent types and architectures. Deductive reasoning agents. Practical reasoning: BDI agents. Reactive agents: the subsumption architecture*

##### 3. Learning in Intelligent Agents

*Markov Decision Processes. Reinforcement Learning (RL). Exploration vs Exploitation. Algorithms for RL: Monte-Carlo, Q-Learning, SARSA, A3C, PPO. Deep RL.*

##### 4. Multi-Agent Systems

*Definitions. Communication. Speech acts. ACL. FIPA standards. Interaction protocols. JADE. Agent-Oriented Software Engineering. Coordination in MAS.*

##### 5. Multi-Agent Decision Making

*Game theory. Dominant strategies. Nash equilibria and Pareto-efficiency. Uncertainty. Imperfect information games. Mechanism design. Auctions. Negotiation.*

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

*Os conteúdos programáticos exploram os principais conceitos da área dos Agentes Inteligentes e Sistemas Multi-Agente, começando com uma introdução ao tema dos agentes computacionais. Seguidamente são abordados tópicos mais específicos da área dos Agentes Inteligentes e métodos de Aprendizagem em Agentes Inteligentes com ênfase para a Aprendizagem por Reforço. No final da disciplina são abordados em detalhe os Sistemas Multiagente e a Tomada de Decisão Multiagente. A unidade curricular possui componentes tecnológica e científica equilibradas. Os estudantes efetuam um trabalho prático de implementação de um Sistema Multi-Agente, onde estudam e aplicam ferramentas de construção de Agentes e Sistemas Multi-Agente e usam os conceitos, lecionados nas aulas incluindo as várias arquiteturas de Agente Computacional e SMA e técnicas de aprendizagem e tomada de decisão em agentes e SMA.*

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

*The syllabus explores the main concepts in the area of Intelligent Agents and Multi-Agent Systems, starting with an introduction to the subject of computational agents. Following are more specific topics in the area of Intelligent Agents and Agent Learning methods with emphasis for Reinforcement Learning. At the end of the course Multiagent Systems and Multiagent Decision Making are discussed in detail. The course has balanced technological and scientific components. Students do practical work consisting on implementing a simple but complete Multi-Agent System. In the practical work, students apply all the concepts studied including Multi-Agent System and Agent building tools and use the concepts taught in the more theoretical lessons including the various Computational Agent and MAS architectures, agent learning techniques and MAS decision making.*

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

*Exposição com interação nas aulas teóricas. Exploração de ferramentas nas aulas teórico-práticas. Acompanhamento da realização dos trabalhos práticos. Aprendizagem orientada por projetos. Os estudantes realizam um projeto simples, mas completo de SMA durante o semestre.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final.*

*Condições de Frequência: Um aluno inscrito obtém frequência se cumprir a assiduidade às aulas teórico-práticas e obter uma nota mínima de 7.5 valores no trabalho prático.*

*Fórmula de avaliação:*

*Nota Final =*

*20% \* Participação nas Aulas +*

*15% \* Apresentação Intercalar +*

*30% \* Código & Demo do Projeto +*

*20% \* Relatório Final/Artigo +*

*15% \* Apresentação Final*

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

*Oral presentation of the themes of the course in theoretical classes, with interaction with students. Tool experimentation and exploration in the practical classes. Practical classes will be based on the supervision of assignments. Project-oriented learning. Students develop a simple but complete MAS project during the course.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation without final exam.*

*Terms of frequency: Enrolled students are admitted to exam if they do not exceed the allowed number of non-attendance to lab classes and achieve a minimum grade of 7.5 (out of 20) in the practical assignments*

*Evaluation Formula:*

*Final Grade =*

20% \* *Class Participation* +  
 15% \* *Midterm Presentation* +  
 30% \* *Project Code & Demo* +  
 20% \* *Final Report/Article* +  
 15% \* *Final Presentation*

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

*A parte inicial de cada aula teórico-prática é dedicada essencialmente à apresentação dos conceitos fundamentais dos Agentes e Sistemas Multi-Agente, realizada recorrendo a exemplos apropriados, incluindo diversos projetos de investigação coordenados pelos docentes da disciplina e que exploram em detalhe os conceitos abordados. São também realizados inquéritos (quiz) rápidos online para aferir o grau de compreensão na matéria e permitir uma avaliação formativa e sumativa adequada. Os exemplos e exercícios realizados são disponibilizados na página web da UC para auxiliar o estudo dos estudantes.*

*A segunda metade das aulas teórico-práticas é essencialmente destinadas à resolução de exercícios sobre cada um dos tópicos abordados na parte mais teórica da aula. O objetivo principal destes exercícios é a aprendizagem dos conceitos básicos relacionados com os Agentes e SMA, logo após a sua apresentação teórica. É também realizado o seguimento dos trabalhos práticos de grupo, sendo fornecido feedback constante aos estudantes sobre o seu trabalho prático.*

*Os trabalhos de grupo, cujo desenvolvimento é realizado essencialmente fora das aulas, por grupos de dois estudantes, fomentam a capacidade de trabalho em equipa. A evolução dos projetos é avaliada periodicamente, sendo discutidas as soluções propostas e sugeridos caminhos alternativos, sendo, no entanto, sempre fomentada a criatividade dos estudantes. No final do projeto, cada grupo para além de escrever um artigo científico de qualidade para publicação numa conferência científica faz uma apresentação e demonstração do trabalho, respondendo a questões sobre o trabalho e solução desenvolvidos.*

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

*The initial part of each class is devoted to the presentation of the fundamental concepts of Agents and Multi-Agent Systems, performed with appropriate examples including several research projects coordinated by the course teachers that explore in detail the methods addressed. Quick online surveys (quizzes) are also conducted to determine the students' degree of understanding of the contents lectured and to enable proper formative and summative assessment. The examples and exercises performed are available on the UC website to assist or study students.*

*The second half of the theoretical-practical classes is mostly devoted to solve exercises on each of the topics covered in the first half of the class. The main purpose of these exercises is to learn the basic concepts related to Agents and SMA, shortly after their theoretical presentation. The practical work of each group is also assessed and constant feedback is provided to the students about their practical work.*

*Group work, which is carried out mostly outside of the classes by groups of two students, fosters teamwork. The evolution of the projects is evaluated periodically and discussed in the classes with discussion of the solutions and alternative ways to perform the work, always fostering students' creativity. At the end of the project, each group, in addition to writing a quality scientific article for publication at a scientific conference, presents and demonstrates the work, answering questions about the work and solution developed.*

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

*Wooldridge, M. (2009). An introduction to multiagent systems. John Wiley & Sons.*

*Weiss, G. (Ed.). (2013). Multiagent systems. MIT press.*

*Russell, S. & Norvig, P. (2014). Artificial Intelligence: A Modern Approach, 3rd Edition. Pearson Education Limited, (4th edition to be released Feb 2020).*

*Shoham, Y., & Leyton-Brown, K. (2008). Multiagent systems: Algorithmic, game-theoretic, and logical foundations. Cambridge University Press.*

### Mapa IV - Tópicos Avançados de Interação e Multimédia

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Tópicos Avançados de Interação e Multimédia*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Advanced Topics in Interaction and Multimedia*

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

*IMM*

#### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*162*

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

39 (39TP)

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***António Fernando Vasconcelos Cunha Castro Coelho (TP-13h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Rui Pedro Amaral Rodrigues (TP-13h)**Gilberto Bernardes de Almeida (TP-13h)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****1 - INTRODUÇÃO**

*As áreas da Interação e da Multimédia sofrem uma evolução contínua, muitas vezes até de forma disruptiva. Os engenheiros informáticos devem ser capazes de monitorizar os resultados da investigação científica e do desenvolvimento tecnológico, adequando as suas opções e práticas a essa evolução.*

**2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

*O objetivo desta unidade curricular é transmitir o conhecimento sobre o acompanhamento dos processos de investigação e desenvolvimento nas áreas da Interação e da Multimédia.*

**3 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL**

*- Componente científica: 70%*

*- Componente tecnológica: 30%*

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

- *Compreender as temáticas mais relevantes nas áreas da Interação e do Multimédia;*
- *Desenvolver projetos em tecnologias inovadoras nas áreas da Interação e do Multimédia;*
- *Tomar contacto com grupos de investigação e empresas da área.*

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):****1. INTRODUCTION**

*The areas of Interaction and Multimedia are continually evolving, often even disruptively. Informatics engineers should be able to monitor the results of scientific research and technological development, adapting their options and practices to these developments.*

**2 - SPECIFIC OBJECTIVES**

*The aim of this course is to transmit knowledge about following research and development processes in Interaction and Multimedia.*

**3 - PERCENT DISTRIBUTION**

*- Scientific component: 70%*

*- Technological component: 30%*

*At the end of this course unit the student should be able to:*

- *Understand the most relevant topics in the areas of Interaction and Multimedia;*
- *Develop projects with innovative technologies in the areas of Interaction and Multimedia;*
- *Contact with research groups and companies in the area.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Os conteúdos programáticos focam-se nos resultados da investigação e desenvolvimento dos principais tópicos avançados nas seguintes áreas:*

- *Interação*
- *Usabilidade e Acessibilidade*
- *Computação Sonora e Musical*
- *Computação Gráfica*
- *Visualização*
- *Jogos Sérios*
- *Ambientes imersivos*

**4.4.5. Syllabus:**

*The syllabus focuses on research and development results of the current advanced topics in the following areas:*

- Interaction
- Usability and Accessibility
- Sound and Musical Computing
- Computer Graphics
- Visualization
- Serious Games
- Immersive environments

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

*A coerência entre os objetivos da UC e os conteúdos programáticos advém da adoção de uma abordagem focada em resultados de investigação e de desenvolvimento tecnológico, incidindo sobre as principais áreas de investigação associadas à Interação e Multimédia.*

*A equipa docente é constituída por 3 docentes/investigadores com perfis variados, por forma a garantir a cobertura das diferentes áreas referidas nos tópicos programáticos. Por sua vez, as áreas selecionadas correspondem às subáreas de conhecimento consideradas mais relevantes e dinâmicas para o desenvolvimento de projetos em tecnologias inovadoras nas áreas da Interação e do Multimédia (primeiro e segundo objetivo de aprendizagem).*

*O contacto com os grupos de investigação e empresas (terceiro objetivo de aprendizagem) fortalece a seleção dos tópicos a ser abordados em cada uma das áreas.*

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

*The coherence between the objectives of the course and the syllabus comes from the adoption of an approach based on research results and technological development, focusing on the main research areas associated with Interaction and Multimedia.*

*The teaching team comprises 3 teachers/researchers with varied profiles, in order to guarantee the coverage of the different areas mentioned in the syllabus. In turn, those areas selected have been selected as the most relevant and dynamic for the development of projects in innovative technologies in the areas of Interaction and Multimedia (first and second learning outcomes).*

*Contact with research groups and companies (third learning outcome) strengthens the selection of the topics to be addressed in each of the areas.*

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

*As aulas serão teórico-práticas com uma componente de orientação tutorial.*

*Uma das componentes das aulas inclui a exposição e a discussão dos tópicos avançados definidos no programa, incluindo palestras convidados.*

*Numa outra componente, os estudantes realizam dois trabalhos:*

- Trabalho de estado da arte ou da tecnologia;
- Projeto desenvolvido sobre orientação de um investigador.

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final*

*Condições de Frequência: Não exceder o limite de faltas e participar ativamente na elaboração do relatório e do projeto. Os trabalhadores estudantes e equivalentes são dispensados das aulas mas devem, com periodicidade a combinar com os docentes, apresentar a evolução dos seus trabalhos, assim como devem fazer a apresentação destes, simultaneamente com os alunos ordinários.*

*Fórmula de avaliação da classificação final:*

$$CF = R * 40\% + P * 40\% + 10\% Ar + 10\% Ap$$

- R: Relatório
- P: Projeto
- Ar: Apresentação do relatório
- Ap: Apresentação do projeto

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

*The classes will be theoretical and practical with a tutorial orientation component.*

*One of the components of the classes includes the presentation and discussion of advanced topics from each of the areas defined in the syllabus, including guest speaker lectures. In another component, students have two assignments:*

- State of the art or the technology;
- Project developed under the guidance of a researcher.

*Assessment Type: Distributed assessment without final exam*

*Frequency Conditions: Do not exceed the absence limit and actively participate in the preparation of the report and project. Student workers and their equivalents are exempt from classes, but should agree to, periodically, present the evolution of their work, as well as make their presentation, simultaneously with the ordinary students.*

*Evaluation formula (Final grade):*

$$CF = R * 40\% + P * 40\% + Pr * 10\% + Pp * 10\%$$

- R: Report
- P: Project

- *Pr: Presentation of the report*
- *Pp: Presentation of the project*

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

*As metodologias de ensino são baseadas em palestras e no desenvolvimento de trabalhos, tanto de relatórios de estado da arte ou da tecnologia, como de projetos. Estes trabalhos focam-se em uma das áreas definidas no programa, sendo promovida a cobertura de todos os tópicos pelo conjunto dos estudantes. São promovidas sessões de apresentação dos trabalhos de forma a disseminar o conhecimento adquirido por cada estudante pelos colegas.*

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

*Teaching methodologies are based on lectures and on the development of assignments, both state of the art or technology reports, and projects. These works focus on one of the areas defined in the syllabus, being promoted the coverage of all topics by the totality of students. Work presentation sessions are promoted in order to disseminate the knowledge acquired by each student to the colleagues.*

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

*A definir anualmente de acordo com os tópicos abordados. / To be defined annually according to the selected topics. Exemplos/Examples:*

- Coelho, A., Sousa, A., & Ferreira, F.N. (2020). *Procedural Modeling for Cultural Heritage. In Visual Computing for Cultural Heritage*, 63-81.
- Salselas, I., Penha, R., & Bernardes, G. (2020). *Sound design inducing attention in the context of audiovisual immersive environments. Personal and Ubiquitous Computing*, 1-12.
- Cesário, V., Coelho, A., & Nisi, V. (2018). *Co-designing gaming experiences for museums with teenagers. In Interactivity, Game Creation, Design, Learning, and Innovation (pp. 38-47). Springer, Cham.*
- Carvalheiro, C., Nóbrega, R., da Silva, H., & Rodrigues, R. (2016, October). *User redirection and direct haptics in virtual environments. In Proceedings of the 24th ACM international conference on Multimedia (pp. 1146-1155).*

### 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:

*O perfil de formação que este ciclo de estudos pretende atingir conduzirá a graduados com uma formação abrangente nos desenvolvimentos recentes da Engenharia Informática e uma formação especializada em tópicos mais avançados e profissionalizantes do interesse de cada estudante. Tendo em conta que o percurso do estudante ao longo do ciclo de estudos vai evoluindo, desde UCs obrigatórias nucleares até optativas de âmbito mais especializado, as metodologias vão-se também adaptando, com uma formação baseada na combinação de aulas teóricas e práticas nas UCs obrigatórias, até à formação mais personalizada e com maior autonomia dos estudantes em aulas teórico-práticas nas UCs optativas, culminando num trabalho de dissertação a realizar com grande autonomia. As tipologias de aulas (T, TP, PL, OT) e metodologias de ensino (ensino baseado em projeto, ensino baseado em pesquisa autónoma, etc.) de cada UC estão adaptadas ao nível de aprendizagem pretendido (aplicação, análise, etc.).*

#### 4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

*The training education that this course of study aims to achieve will lead to graduates with a comprehensive background in recent developments in Informatics Engineering and a specialized education in more advanced and vocational topics of interest to each student. Given that the student's path throughout the study cycle is evolving, from core compulsory UCs to optional UCs of more specialized scope, the methodologies also evolve, with an education based on the combination of theoretical and practical classes in compulsory UCs, and a more personalized and autonomous education of students in theoretical-practical classes in optional UCs, culminating in a dissertation work to be carried out with great autonomy. The class typologies (T, TP, PL, OT) and teaching methodologies (project-based learning, autonomous research-based learning, etc.) are tailored to the intended learning level (application, analysis, etc.).*

#### 4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:

*No início de cada ano letivo os docentes planificam na ficha da UC as atividades da UC (aulas, trabalhos, estudo individual, provas de avaliação, etc.), incluindo a calendarização e a estimativa de carga de trabalho de cada atividade (por forma a totalizar o nº de ECTS x 27h), procurando distribuir uniformemente e evitar picos de trabalho no tempo. As fichas das UC são validadas pelo diretor do ciclo de estudos. Relativamente aos trabalhos, onde podem existir maiores variações, diversas UCs solicitam aos estudantes que reportem o tempo despendido na sua realização, permitindo assim tomar medidas corretivas. No final do semestre, os docentes responsáveis por cada UC elaboram um relatório onde comentam o seu funcionamento e a sua adequação ao trabalho exigido. É ainda efetuado um inquérito aos estudantes, via SIGARRA, onde podem exprimir as suas opiniões sobre o trabalho exigido pelas UCs. Os estudantes são também auscultados através da Comissão de Acompanhamento e representantes de ano.*

#### 4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

*At the beginning of each school year, the teachers plan in the UC form the activities of the UC (classes, assignments, study, evaluation, etc.), including the schedule and estimated workload of each activity (in order to total the number of ECTS x 27h), trying to distribute evenly the workload and avoid spikes in time. The UC forms are validated by the course director. With regard to assignments, where greater variations may exist, several UCs ask students to report the time spent on them, thus allowing corrective action to be taken. At the end of the semester, the teachers responsible for each UC prepare a report commenting on its operation and its adequacy to the required work. Students are also surveyed via SIGARRA, where they can express their opinions about the work required by the UCs. Students are also listened to through the Monitoring Committee and year representatives.*

#### **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 métodos, componentes, pesos e datas de avaliação, tal com os objetivos de aprendizagem, são definidos na ficha de cada UC pelos docentes responsáveis, sendo validados pelo diretor do ciclo de estudos.*

*De acordo com os princípios de Bolonha, o método de avaliação das UCs evoluiu de um método baseado principalmente em exame final para um método predominante misto, combinando o exame final com uma componente de avaliação distribuída com peso significativo, ou mesmo baseado unicamente em avaliação distribuída, como acontece em muitas UCs. As competências de comunicação são avaliadas através de relatórios e apresentações. O trabalho desenvolvido dentro e fora das aulas, devidamente acompanhado e avaliado pelos docentes, integra-se nas próprias metodologias de aprendizagem baseadas em projeto.*

#### **4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:**

*The methods, components, weights and dates of the assessments, together with the learning outcomes, are defined in the form of each UC by the responsible teachers, being validated by the director of the study cycle.*

*In accordance with the Bologna principles, the method of evaluation of the UCs has evolved from a method based mainly on the final exam to a predominantly mixed method, combining the final exam with a significant weighted distributed evaluation component or even based solely on distributed evaluation, as happens in many UCs. Communication skills are assessed through reports and presentations. The work developed inside and outside the classes, properly monitored and evaluated by the teachers, is an integral part of the project-based learning methodology.*

#### **4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):**

- *O interesse e envolvimento dos estudantes em atividades de investigação científica é promovido e facilitado em 1º lugar por via do corpo docente, na sua maioria integrado em centros de I&D;*
- *As UCs de Preparação da Dissertação e de Dissertação são as que naturalmente propiciam maiores oportunidades de integração dos estudantes em atividades de I&D, realizando trabalhos integrados em grupos e instituições de I&D;*
- *Em muitas UCs, os estudantes são confrontados com resultados de investigação na fronteira do conhecimento, que são desafiados a analisar criticamente;*
- *Em diversas UCs, os estudantes são desafiados a encontrar soluções inovadoras para problemas reais e a documentá-las na forma de artigo científico, tendo já diversos trabalhos originado publicações científicas;*
- *Ao longo do ciclo de estudos, diversos estudantes participam em projetos de investigação em centros ou laboratório de I&D, com direito a menção no suplemento ao diploma (como projetos extracurriculares).*

#### **4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):**

- *Students' interest and involvement in scientific research activities is promoted and facilitated in first place by the teachers, the majority of which are integrated in R&D centers;*
- *The Dissertation Planning and Dissertation UCs naturally provide the greatest opportunities for students to integrate into R&D activities, performing work integrated in R&D groups and institutions;*
- *In many UCs, students are confronted with research results at the knowledge frontier, which they are challenged to critically analyze;*
- *In several UCs, students are challenged to find innovative solutions to real problems and to document them in the form of a scientific paper, with some works already leading to scientific publications;*
- *Throughout the study cycle, several students participate in research projects in R&D centers or laboratories, with the possibility of a mention in the supplement to their diploma (as extracurricular projects).*

## **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:**

*A estrutura curricular do M.EIC cumpre os requisitos definidos no artigo 18.º do Decreto-Lei n.º 74/2006, na redação dada pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, para ciclo de estudos conducente ao grau de mestre. De facto, o M. EIC está configurada como um ciclo de estudos com a duração de 4 semestres correspondentes a um total de 120 créditos ECTS, cumprindo assim o estipulado nesse artigo (que admite um intervalo de 90 a 120 créditos ECTS e três a quatro semestres de duração normal). A opção por uma duração de 4 semestres está alinhada com a duração típica de 2ºs ciclos na área de Engenharia Informática no espaço europeu e com a prática comum das Escolas de Engenharia em Portugal.*

### **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:**

*The curricular structure of M.EIC meets the requirements set out in Article 18 of Decree-Law No. 74/2006, in the wording given by Decree-Law n° 65/2018, of August 16, for a study cycle leading to a master degree. In fact, M.EIC is configured as a course of study lasting 4 semesters corresponding to a total of 120 ECTS credits, thus fulfilling the stipulated in that article (which admits a range of 90 to 120 ECTS credits and three to four semesters). The option for a duration of 4 semesters is aligned with the typical duration of 2nd cycles in the area of Informatics Engineering in the European area, and with the common practice of Engineering Schools in Portugal.*

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

*O n° de créditos ECTS por UC é harmonizado a nível da FEUP e UP para facilitar a mobilidade interna, a partilha de UCs e o alinhamento com as boas práticas nacionais e internacionais. Assim, as UCs do M.EIC foram concebidas com um âmbito e volume de trabalho correspondente em geral a 6 créditos ECTS, existindo uma UC de 4,5 ECTS e uma UC relacionada com Competências Transversais dimensionada com 1.5 créditos ECTS.*

*Após uma primeira definição do mapa de UCs e seus objetivos gerais e créditos ECTS pela Comissão Científica (CC), seguiu-se um período de auscultação do corpo docente. Com base no feedback recebido, o mapa inicial foi refinado e sujeito a apreciação pelo Conselho de Departamento de Engenharia Informática (DEI).*

*De seguida, a CC identificou regentes potenciais de cada UC, a quem solicitou a elaboração da respetiva ficha com base nos objetivos gerais definidos, com o cuidado de adequar o âmbito e volume de trabalho ao n° de créditos ECTS.*

**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 number of ECTS credits per UC is harmonized at FEUP and UP to facilitate internal mobility, the sharing of UCs, and the alignment with national and international practice. Hence, the M.EIC UCs were designed with a scope and workload generally corresponding to 6 ECTS credits, with a UC of 4.5 ECTS and a UC related to Transferable Skills sized with 1.5 ECTS credits.*

*Following a first definition of the map of UCs and their general objectives and ECTS credits by the Scientific Commission (CC), a period of faculty listening followed. Based on the feedback received, the initial map was refined and subject to review by the Informatics Engineering Department Council.*

*Subsequently, the CC identified potential regents for each UC, to whom it requested the preparation of the respective form based on the general objectives defined, taking care to adjust the scope and workload to the number of ECTS credits.*

## 4.7. Observações

**4.7. Observações:**

*O ciclo de estudos é composto por:*

*a) um curso de mestrado em Engenharia Informática e Computação, não conferente de grau, constituído por um conjunto organizado de UCs a que correspondem 90 créditos ECTS. A possibilidade de atribuição do diploma não conferente de grau só ocorrerá no 2º ano.*

*b) uma dissertação de natureza científica original e especificamente realizada para este fim, a que correspondem 30 do total dos 120 créditos ECTS do ciclo de estudos; a defesa em provas públicas da dissertação permitirá a obtenção do grau de mestre em Engenharia Informática e Computação.*

*Observações do Mapa III:*

*(a) Na UC de Competências Transversais, os estudantes escolhem livremente, de entre um catálogo oferecido pela FEUP e UP para todos os 2ºs ciclos, a unidade que pretendem realizar. A participação em concursos de programação, na organização de eventos ou em estágios de verão também é elegível, mediante autorização do Diretor de ciclo de estudos, e desde que essas atividades estejam acreditadas e creditadas na UP.*

*(b) No 2º semestre do 1º ano, cada estudante tem de escolher 4 UCs (24 ECTS) de um elenco de 22 opções (ver quadro de opções respetivo).*

*(c) No 1º semestre do 2º ano, cada estudante tem de escolher 4 UCs (24 ECTS) de um elenco de 19 opções (ver quadro de opções respetivo).*

*(d) Cada estudante tem de escolher pelo menos 1 UC optativa (6 ECTS) da área científica MTDQTG, e não deve escolher mais do que 3 UCs optativas dessa área.*

*(e) Mediante a aprovação do Diretor do ciclo de estudos, os estudantes do M.EIC poderão realizar UCs optativas oferecidas noutros ciclos de estudos da FEUP ou da UP do mesmo nível.*

*(f) O Diretor da FEUP pode autorizar, mediante parecer positivo do Conselho Científico e sob proposta da Comissão Científica do ciclo de estudos, a alteração da distribuição das UCs optativas pelos semestres num determinado ano letivo.*

*(g) Na fase de preparação de cada ano letivo, a Comissão Científica do ciclo de estudos poderá decidir pelo não funcionamento de algumas UCs optativas, tendo em conta a procura estimada e a disponibilidade de docentes. Assim, será definido anualmente o elenco das UC de opção em funcionamento em cada semestre.*

*(h) As horas de contacto no 1º semestre do 2º ano perfazem 24,1% das horas de trabalho totais do semestre, ligeiramente abaixo do limite de 25% recomendado na UP. Em todo o caso, entende-se que, à medida que os estudantes progredem nos seus estudos, a sua autonomia aumenta, razão pela qual se desenhou uma percentagem de horas de contacto decrescente, com 32,1% no 1º semestre, 25,7% no 2º semestre e 24,1% no 3º semestre.*

**4.7. Observations:**

The study cycle consists of:

- a) A non-degree course in Informatics and Computing Engineering, consisting of an organized set of UCs corresponding to 90 ECTS credits. The possibility of awarding the diploma will only occur in the 2nd year.  
 (b) An original scientific dissertation specifically designed for this purpose, corresponding to 30 of the 120 ECTS credits in the study cycle. The defense in public examination of the dissertation will allow obtaining the master degree in Informatics and Computing Engineering.

Notes on Map III:

- (a) In the Transferable Skills UC, students choose freely from a catalog offered by FEUP and UP for all the 2nd cycles, the unit they intend to carry out. Participation in programming contests, event organization or summer internships is also eligible, with the permission of the study cycle Director, provided that these activities are accredited and credited by UP.  
 (b) In the 2nd semester of the 1st year, each student must choose 4 UCs (24 ECTS) from a list of 22 options (see respective options table).  
 (c) In the 1st semester of the 2nd year, each student must choose 4 UCs (24 ECTS) from a list of 19 options (see respective options table).  
 (d) Each student must choose at least 1 UC (6 ECTS) from the MTDQTG area, and should not choose more than 3 UCs from that area.  
 (e) Upon approval by the study cycle Director, M.EIC students may take optional courses offered in other FEUP or UP study cycles of the same level.  
 (f) The Director of FEUP may authorize, upon a positive opinion of the Scientific Council and on a proposal from the Scientific Committee of the study cycle, to change the distribution of the optional UCs by semesters in a given school year.  
 (g) At the preparation stage of each academic year, the Scientific Committee of the study cycle may decide not to offer some optional UCs, taking into account the estimated demand and availability of teachers. Thus, the list of option UCs offered in each semester will be defined and announced annually.  
 (h) Contact hours in the 1st semester of the 2nd year make up 24.1% of total semester working hours, slightly below the 25% limit recommended in UP. In any case, it is understood that, as students progress in their studies, their autonomy increases, so the study plan was designed with a decreasing percentage of contact hours, with 32.1% in the first semester, 25.7 % in the 2nd semester and 24.1% in the 3rd semester.

## 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.

*Diretor do ciclo de estudos (indicação provisória): João Carlos Pascoal Faria (Prof. Associado)*

*Diretora adjunta (indicação provisória): Maria Cristina de Carvalho Alves Ribeiro (Prof. Associada)*

*Comissão científica (composição provisória):*

- João Carlos Pascoal Faria (Prof. Associado)
- João Paulo de Castro Canas Ferreira (Prof. Associado)
- Jorge Manuel Gomes Barbosa (Prof. Auxiliar)
- Luís Paulo Gonçalves dos Reis (Prof. Associado)
- Maria Cristina de Carvalho Alves Ribeiro (Prof. Associada)

*Nota: A composição definitiva das estruturas de coordenação do ciclo de estudos será definida após aprovação do regulamento do ciclo de estudos. Nesta fase, indica-se a composição das estruturas de coordenação do MIEIC, principais responsáveis pela redação da presente proposta.*

### 5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

#### 5.3. Equipa docente do ciclo de estudos / Study programme's teaching staff

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Especialista Degree / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Ademar Manuel Teixeira de Aguiar	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (Engenharia de Software)	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Alexandre Miguel Barbosa Valle de Carvalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Alípio Mário Guedes Jorge	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Ciência de Computadores	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Cristina Costa Aguiar	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Redes de Telecomunicações	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Cristina Ramada Paiva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (Engenharia de Software)	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Paula Cunha da	Professor Auxiliar ou	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de	100	<a href="#">Ficha</a>

Rocha	equivalente		Computadores (Inteligência Artificial)		submetida
André Monteiro de Oliveira Restivo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	Ficha submetida
António Alberto Castro Baía Reis	Assistente convidado ou equivalente	Mestre	Ciências da Comunicação	21.4	Ficha submetida
António Augusto de Sousa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (Computação Gráfica)	100	Ficha submetida
António Fernando Vasconcelos Cunha Castro Coelho	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (Computação Gráfica)	100	Ficha submetida
António Manuel Lucas Soares	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e Computadores (Sistemas de Informação)	100	Ficha submetida
António Miguel Pontes Pimenta Monteiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (Processamento de Imagem)	100	Ficha submetida
Carla Alexandra Teixeira Lopes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Milheiro de Oliveira Pinto Soares	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Ciência de Computadores	100	Ficha submetida
Filipe Alexandre Pais de Figueiredo Correia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Francisco Manuel Madureira e Castro Vasques de Carvalho	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Informática Industrial	100	Ficha submetida
Gabriel de Sousa Torcato David	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
Gil Manuel Magalhães de Andrade Gonçalves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e Computadores (Informática Industrial)	100	Ficha submetida
Gilberto Bernardes de Almeida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Media Digitais	100	Ficha submetida
Henrique Daniel de Avelar Lopes Cardoso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Hugo José Sereno Lopes Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Inês de Castro Dutra	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências de Computadores	100	Ficha submetida
Jaime dos Santos Cardoso	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores (Processamento de Imagem)	100	Ficha submetida
João Alberto Vieira Campos Pereira Claro	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
João António Correia Lopes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciência de Computadores	100	Ficha submetida
João Carlos Pascoal Faria	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (Engenharia de Software)	100	Ficha submetida
João Manuel Paiva Cardoso	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Computer Engineering	100	Ficha submetida
João Miguel Rocha da Silva	Professor Associado convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	35.7	Ficha submetida
João Paulo de Castro Canas Ferreira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (Engenharia de Computadores)	100	Ficha submetida
João Pedro Carvalho Leal Mendes Moreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências de engenharia (Ciência de dados)	100	Ficha submetida
João Pedro Correia dos Reis	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	17.9	Ficha submetida
Jorge Alves da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores (Processamento de Imagem)	100	Ficha submetida
Jorge Daniel Grenha Luís Teixeira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Industrial e Gestão	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Gomes Barbosa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (Sistemas Paralelos)	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Pinho de Sousa	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Investigação Operacional	100	Ficha submetida
José Fernando da Costa Oliveira	Professor Catedrático ou	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (Investigação	100	Ficha submetida

	equivalente		Operacional)		
José Luís Cabral Moura Borges	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Computer Science	100	Ficha submetida
José Manuel de Magalhães Cruz	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (Sistemas Distribuídos)	100	Ficha submetida
Lia Raquel Neto Martins Lima Patricio	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Gestão e Engenharia Industrial	100	Ficha submetida
Luis Filipe Pinto de Almeida Teixeira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (Visão por Computador)	100	Ficha submetida
Luís Filipe Ribeiro dos Santos Guimarães	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia e Gestão Industrial	100	Ficha submetida
Luis Miguel Pinho de Almeida	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica (Sistemas Embutidos e de Tempo Real)	100	Ficha submetida
Luís Paulo Gonçalves dos Reis	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (Inteligência Artificial)	100	Ficha submetida
Manuel Bernardo Martins Barbosa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Electrical and Electronic Engineering	100	Ficha submetida
Manuel Firmino da Silva Torres	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências da Educação	100	Ficha submetida
Maria Beatriz Brito Oliveira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia e Gestão Industrial	28.6	Ficha submetida
Maria Cristina de Carvalho Alves Ribeiro	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Informática/Inteligência Artificial	100	Ficha submetida
Maria Dulce Soares Lopes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Análise de Projetos	100	Ficha submetida
Maria Gabriela Beirão Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Gestão e Engenharia Industrial	100	Ficha submetida
Maria Teresa Galvão Dias	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências da Engenharia	100	Ficha submetida
Maria Teresa Magalhães da Silva Pinto de Andrade	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Telecomunicações (Multimédia)	100	Ficha submetida
Mário Jorge Rodrigues de Sousa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (Informática Industrial)	100	Ficha submetida
Nuno Honório Rodrigues Flores	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Pedro Alexandre Guimarães Lobo Ferreira do Souto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Computer Science	100	Ficha submetida
Pedro Gabriel Dias Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciência de Computadores	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Pinto Ribeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciência de Computadores	100	Ficha submetida
Ricardo Santos Morla	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Computing	100	Ficha submetida
Rita Paula Almeida Ribeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciência de Computadores	100	Ficha submetida
Rosaldo José Fernandes Rossetti	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciência da Computação	100	Ficha submetida
Rui Carlos Camacho de Sousa Ferreira da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (Inteligência Artificial)	100	Ficha submetida
Rui Pedro Amaral Rodrigues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
Sérgio Sobral Nunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Teresa Carla de Canha e Matos	Assistente convidado ou equivalente	Mestre	Engenharia Informática e Computação	25	Ficha submetida
Vera Lucia Miguéis Oliveira e Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia e gestão industrial	100	Ficha submetida
Daniel Augusto Gama de Castro Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	Ficha submetida
				<b>6128.6</b>	

<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.**

65

**5.4.1.2. Número total de ETI.**

61.26

**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.\***

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	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	97.94319294809

**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):	60.8	99.249102187398

**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	49.54	80.86842964414 61.26
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	0.25	0.40809663728371 61.26

**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 training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	59	96.310806398955 61.26
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	0.21	0.34280117531832 61.26

**Pergunta 5.5. e 5.6.****5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.**

*A avaliação do desempenho do pessoal docente seguirá as regras estabelecidas pela legislação aplicável, nomeadamente, o ECDU, o RJIIES e o Regulamento de Avaliação de Desempenho da UP. Os Docentes do ciclo de estudos são periodicamente avaliados de acordo com o regime de avaliação de desempenho que consta no Regulamento de avaliação de desempenho dos docentes da Universidade do Porto (Despacho nº 5880/2017 de 4 de julho) e mais especificamente no Regulamento de Avaliação de desempenho dos Docentes da FEUP (Despacho n.º 5096/2012 de 12 abril 2012, publicado em DR, 2.ª série—N.º 73), o qual se encontra em reformulação.*

*Para apoiar a atualização de competências e práticas pedagógicas do pessoal docente, a UP disponibiliza uma vasta oferta formativa dirigida especificamente aos docentes. Por outro lado, a atualização de competências técnicas e científicas é fomentada através do envolvimento do corpo docente em atividades de investigação científica em laboratórios e unidades de investigação.*

#### **5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.**

*The performance evaluation of teaching staff will follow the rules established by the applicable legislation, namely the ECDU, RJIES and the UP Performance Evaluation Regulation. Teachers of the study cycle are periodically evaluated in accordance with the performance evaluation regime set out in the Faculty Performance Evaluation Regulation of the University of Porto (Order No.5880/2017 of July 4), and more specifically in the Performance Evaluation Regulation of the Faculty of Engineering of the University of Porto (Order No. 5096/2012 of April 12, 2012, published in Diário da República, 2nd Series-No. 73), which is currently being reformulated.*

*To support the updating of teaching staff's pedagogical skills and practices, the UP provides a wide training offer aimed specifically at teachers. On the other hand, the updating of technical and scientific skills is promoted through the involvement of the teaching staff in scientific research activities in laboratories and research units.*

#### **5.6. Observações:**

- a)No quadro 5.3, indicam-se os docentes integrados atualmente na carreira docente ou de investigação, bem como alguns docentes convidados com contrato, que se prevê estarem envolvidos na lecionação do ciclo de estudos, num cenário em que o volume de estudantes é similar ao do 2º ciclo (4º e 5º ano) do atual ciclo de estudos integrado (MIEIC) e em que todas as optativas estão em funcionamento. É possível, no entanto, que exista uma pequena quebra no nº de estudantes a frequentar o 2º ciclo e que algumas UCs optativas não funcionem, reduzindo as necessidades de serviço docente. O regime de tempo refere-se ao vínculo com a UP, e não à proporção de dedicação a este ciclo de estudos em particular; de facto, na generalidade dos casos, os docentes colaboram em múltiplos ciclos de estudos.*
- b)À exceção dos docentes alocados para lecionar UCs classificadas nas áreas de Métodos Quantitativos e Gestão e Competências Transversais, todos os docentes são especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos.*
- c)Nas fichas de algumas unidades curriculares há horas de serviço docente alocadas a docentes a contratar/ designar, representando 10,2% do serviço docente total do ciclo de estudos. Referem-se a 4 docentes com processos de contratação em curso para o DEI (1 Catedrático, 1 Associado e 2 Auxiliares), responsáveis por 5,8% do serviço docente, 1 Professor Auxiliar convidado (pos-doc), responsável por 1,7% do serviço docente, e 2 Assistentes convidados (estudantes de doutoramento), responsáveis por 2,7% do serviço docente.*

#### **5.6. Observations:**

- a)In Table 5.3, it are indicated the teachers currently integrated in the teaching or research career, as well as some invited teachers with a contract, that are expected to be involved in the teaching of the study cycle, in a scenario where the volume of students is similar to that of the 2nd cycle (4th and 5th year) of the current integrated study cycle (MIEIC) and in which all electives are in operation. It is possible, however, that there is a slight drop in the number of students attending the 2nd cycle and that some optional UCs do not work, reducing the needs of teaching service. The time regime refers to the link with UP, and not to the proportion of dedication to this particular study cycle; in fact, in most cases, teachers collaborate in multiple study cycles.*
- b)With the exception of teachers allocated to teach UCs classified in the areas of Quantitative Methods and Management and Transferable Skills, all teachers are specialized in the fundamental areas of the study cycle.*
- c)In some curricular units, there are hours of teaching service allocated to teachers to hire / appoint, representing 10.2% of the total teaching service in the study cycle. They refer to 4 professors with ongoing hiring processes for the DEI (1 Full Professor, 1 Associate Professor, and 2 Assistants Professors), responsible for 5.8% of the teaching service, 1 Invited Assistant Professor (postdocs), responsible for 1.7% of the teaching service, and 2 Invited Assistants (PhD students), responsible for 2.7% of the teaching service.*

## **6. Pessoal Não Docente**

### **6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.**

*O pessoal não docente afeto à lecionação do ciclo de estudos (CE) inclui pessoal ligado ao Departamento de Engenharia Informática (DEI), ao Gabinete de Sistemas de Informação (GSI) e aos Serviços Académicos (SERAC). Os SERAC garantem as atividades no âmbito da administração, gestão e apoio na área de gestão de CEs e cursos; a área do acesso, ingresso e certificação e a área de gestão de estudante, de acordo com as instruções tutelares e as diretivas dos Órgãos de Gestão, constituindo a relação com o estudante o vetor essencial da sua atuação. Para este efeito, contam com 18 recursos humanos a tempo inteiro, que dão apoio transversal a todos os ciclos de estudos da FEUP.*

*Do pessoal não docente do DEI, três elementos estão parcialmente afetos ao CE, garantindo as atividades de administração, gestão e secretariado. O pessoal do GSI, 6 no total, dá apoio de laboratório a tarefas de ensino, investigação e serviços, no âmbito das atividades desenvolvidas no CE.*

### **6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.**

*Non-teaching staff involved in the teaching of the study cycle (SC) include staff linked to the Department of Informatics Engineering (DEI), the Information Systems Office (GSI) and Academic Services (SA).*

*SAs guarantee activities in the area of administration, management and support in the area of management of SCs and*

*courses; the area of access, admission and certification and the student management area, according to the tutelary instructions and the directives of the Management Bodies, making the relationship with the student the essential vector of its performance. To this end, they have 18 full-time human resources that provide cross-cutting support to all FEUP study cycles.*

*Of the non-teaching DEI staff, three are partially assigned to the SC, ensuring administration, management and secretariat activities. The GSI staff, 6 in total, provide laboratory support for teaching, research and service tasks in the scope of the EC activities.*

## **6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.**

*Dos 18 recursos humanos afetos aos Serviços Académicos, 3 possuem mestrado, 11 licenciatura e 4 o ensino secundário. O número de recursos humanos dos Serviços Académicos com formação superior ajusta-se ao aumento de complexidade do serviço e às suas necessidades, tendo-se verificado uma evolução em termos de habilitações, que se reflete indiretamente na qualidade do trabalho realizado.*

*Dos 3 recursos humanos afetos ao Departamento de Engenharia Informática (DEI), dois possuem licenciatura e outro ensino secundário.*

*Dos 6 colaboradores afetos ao Gabinete de Sistemas de Informação, 2 possuem mestrado, 3 licenciatura e 1 o 12º ano.*

## **6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.**

*Of the 18 human resources allocated to the Academic Services, 3 have master's degree, 11 "licenciatura" and 4 high school diplomas. The number of human resources of the Academic Services with higher education is adjusted to the increasing complexity of the service and its needs. There has been an evolution in terms of qualifications, which is indirectly reflected in the quality of the work performed.*

*Of the 3 human resources allocated to the Department of Informatics Engineering (DEI), two have "licenciatura" and the other a high school diploma.*

*Of the 6 human resources allocated to the Information Systems Office, 2 have a master's degree, 3 have a "licenciatura" degree and 1 has the 12th year.*

## **6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.**

*A avaliação de desempenho do Pessoal Não Docente obedece a metodologia e a critérios pré-definidos. Os Trabalhadores em exercício de funções públicas são avaliados de acordo com o Sistema Integrado de Avaliação de Desempenho na Administração Pública (SIADAP), e os Trabalhadores com contrato em regime de direito privado da UP são avaliados de acordo com o Sistema de Avaliação de Desempenho da Universidade do Porto (SIADUP). Promove-se a avaliação de desempenho como instrumento de reconhecimento do mérito e de melhoria da qualidade. Anualmente é definido o plano de formação do pessoal não docente que resulta de levantamentos de necessidades de formação, no sentido de melhorar as qualificações do pessoal não docente.*

## **6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development**

*The performance evaluation of Non-Teaching Staff follows the pre-defined methodology and criteria. Employees in public service are assessed in accordance with the Integrated System of Performance Assessment in Public Administration (SIADAP), and Workers with contract under the private law of UP are assessed in accordance with the Performance Evaluation System of Public Administration of University of Porto (SIADUP).*

*Performance evaluation is promoted as a tool for recognizing merit and improving quality.*

*The training plan for non-teaching staff that results from training needs assessments to improve the qualifications of non-teaching staff is defined annually.*

# **7. Instalações e equipamentos**

## **7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):**

*As instalações físicas afetas parcialmente ao ciclo de estudos incluem:*

- *Biblioteca - Gabinetes de estudo individual e salas de leitura (27 salas)*
- *Sala de Aula - Anfiteatro (3 salas de 184 lugares; 13 salas de 99 lugares; 18 salas de 53 a 60 lugares)*
- *Sala de Aula - Computadores (3 salas de 16 a 20 lugares; 14 salas de 24 a 27 lugares)*
- *Sala de Aula - Teórico Práticas (34 salas de 25 a 46 lugares)*
- *Laboratório de Projeto - Acesso Livre (1 sala de 20 lugares)*
- *Salas de Exame (12 salas de 44 a 89 lugares)*
- *Labs de I&D: Computação Gráfica, Interação e Jogos; Computação Sonora e Musical; Engenharia de Software; Inteligência Artificial – Robótica e Simulação; Inteligência Artificial – Sistemas Multi-Agente; Sistemas de Computação; Sistemas de Informação (7 salas de 20 a 24 lugares).*

## **7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):**

*The physical facilities partially allocated to the cycle of studies include:*

- *Library - Individual study offices and reading rooms (27 rooms)*
- *Classroom - Amphitheater (3 rooms with 184 seats; 13 rooms with 99 seats; 18 rooms with 53 to 60 seats)*
- *Classroom - with Computers (3 rooms with 16 to 20 seats; 14 rooms with 24 to 27 seats)*

- *Classroom - for both lectures and practical classes (34 rooms with 25 to 46 seats)*
- *Project Lab - Open Access (1 room with 20 seats)*
- *Examination rooms (12 rooms with 44-89 seats)*
- *R&D Labs: Artificial Intelligence– Multi-Agent Systems; Artificial Intelligence– Robotics and Simulation; Computing Systems; Information Systems; Graphics, Interaction and Games; Software Engineering; Sound and Music Computing (7 rooms with 20 to 24 seats).*

## 7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

*Os principais equipamentos e materiais afetos ao ciclo de estudos incluem:*

- *Salas de Aula - Computadores Pessoais, Projetores de Vídeo, Equipamentos de Rede.*
- *Laboratório de Projeto, Acesso Livre – Computadores.*
- *Biblioteca - Editoras de Revistas Científicas; Bases de Dados Bibliográficas; Enciclopédias e Dicionários; Editoras de e-Books; Bibliotecas Repositórios Digitais; Livros de Texto; Revistas em papel; Títulos com acesso on-line.*
- *Centro de Informática - Pontos de Acesso à Rede (cabo); Pontos de Acesso à Rede (wireless); Impressoras em rede; Servidores; Routers; Switches; Cluster com interligação em GRID (64 processadores).*
- *Labs. de I & D – Computadores (PCs e servidores); Robôs; Dispositivos IoT (sensores & atuadores); “Wearables”.*

## 7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

*The main equipment and materials allocated the study course include:*

- *Classrooms - Personal Computers, Video Projectors, Network Equipment.*
- *Project Lab - Computers*
- *Library - access to Scientific Journals, Bibliographic Databases, Encyclopedias and Dictionaries, e-Books, Digital Repositories and Libraries Text Books, hardcopy Magazines, Online articles.*
- *Informatics Centre - cable and wireless network access points; network printers; servers, routers; switches; grid computing (64 processors)*
- *R&D Labs – Computers (PCs and servers); Robots; IoT equipment (sensors & actuators); Wearables.*

## 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) / Classification FCT	IES / HEI	N.º de docentes do CE integrados / Number of study programme teaching staff integrated	Observações / Observations
INESC TEC - Tecnologia e Ciência / INESC TEC Institute for Systems and Computer Engineering, Technology and Science	Muito Bom	Inesc Tec - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência (INESC TEC)	46	Resultados da Avaliação de Unidades I&D 2017/2018
LIACC- Laboratório de Inteligência Artificial e Ciência de Computadores / Artificial Intelligence and Computer Science Laboratory	Excelente	U.Porto	8	Resultados da Avaliação de Unidades I&D 2017/2018
Centro de Investigação em Sistemas Computacionais Embebidos e de Tempo-Real (CISTER) / Research Centre in Real-Time and Embedded Computing Systems	Excelente	Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP/IPP)	3	Resultados da Avaliação de Unidades I&D 2017/2018
Instituto de Telecomunicações (IT) / Institute of Telecommunications	Muito Bom	Instituto de Telecomunicações (IT)	1	Resultados da Avaliação de Unidades I&D 2017/2018
Centro de Sistemas e Tecnologias (SYSTEC) / Research Center for Systems and Technologies	Muito Bom	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FE/UP)	2	Resultados da Avaliação de Unidades I&D 2017/2018
Centro de Investigação em Tecnologias e Serviços de Saúde (CINTESIS) / Center for Health Technology and Services Research	Muito Bom	Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (FM/UP)	1	Resultados da Avaliação de Unidades I&D 2017/2018
Laboratório Associado de Energia, Transportes e Aeronáutica (LAETA)/ LAETA - ASSOCIATED LABORATORY FOR ENERGY, TRANSPORTS AND AERONAUTICS	Excelente	INEGI - Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial (INEGI/UP)	1	Resultados da Avaliação de Unidades I&D 2017/2018

## 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/c710e570-739c-b17f-7ca2-5ed5033342a1>

**8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:**

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/c710e570-739c-b17f-7ca2-5ed5033342a1>

**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.**

*O corpo docente do M.EIC participa e/ou lidera vários projetos de investigação e desenvolvimento e tem diversas relações internacionais.*

*Alguns projetos em que membros do corpo docente do M.EIC participam:*

- ANTAREX - AutoTuning and Adaptivity appRoach for Energy efficient eXascale HPC systems (H2020 – 671623)
- CHIC (POCI-01-0247-FEDER-024498)
- BEACONING - Breaking Educational Barriers with Contextualised, Pervasive and Gameful Learning (H2020 - 687676)
- FEEdBACK - Fostering Energy Efficiency and Behavioural Change through ICT (H2020 - 768935)
- RECAP - Research on European Children and Adults born Preterm (H2020 - 733280)
- MEOA - Multi-purpose/Multi-sensor Extra Light Oceanography Apparatus (H2020 -776825)
- AutoDriving (POCI-01-0145-FEDER-028526)
- PRODUTECH SIF - Soluções para a Indústria de Futuro (POCI-01-0247-FEDER-024541)
- INDTECH 4.0 (POCI-01-0247-FEDER-026653)
- C-ROADS PORTUGAL (72070, 2016-PT-TM-0259-S, CE)
- Simusafe – Simulator of Behavioural Aspects for Safer Transport (H2020 – 723386)
- URready4OS - Expanded Underwater Robotics ready for Oil Spill (H2020 - ECHO/SUB/2016/740129/PREP/21)
- IA.SAE – Inteligência Artificial na Segurança Alimentar e Económica (FCT – DSAIPA/01)
- DARGMINTS (FCT - POCI-01-0145-FEDER-031460)
- EPISA - Inferência de entidades e propriedades para arquivos semânticos (FCT - DSAIPA/DS/0023/2018)
- MANU-SQUARE - MANUFACTURING ecoSYSTEM of QUALIFIED RESOURCES EXCHANGE (H2020 – 761145)
- IntelliWheels2.0 – (POCI-01-0247-FEDER-39898)
- opti-MOVES (POCI-01-0145-FEDER-032053)
- Sono ao Volante 2.0 – (NORTE-01-0247-FEDER-039720)
- PROject Management intelligent aSSistAnt (NORTE-01-0247-FEDER-039887)
- RECLAIM - RE-manufacturing and Refurbishment LARGE Industrial equipment (H2020 – 869884)

*Algumas parcerias:*

- Universidades de Lisboa, Coimbra, Aveiro, Minho, UNL, IUL, UTAD, UAçores, P.Porto, IPB, IPCA, IPVC, São Paulo, Federal de Pernambuco, UFSC, Carnegie Mellon, MIT, Graz, Sheffield, Luxemburg, Delft, UTexas, South Australia, Naples Federico II, Milano, TU Darmstadt
- Palo Alto Research Center, CERN, Microsoft Research, Institute of Science and Technology (ESEO), Google, Google Deepmind, TAP, Facebook, HondaRI, Schneider, APTIV, SONAE IM, Delloite, Volkswagen, IBM, SINTEF, INNOVA, Altran, Fraunhofer Portugal, Bosch Car, Continental Mabor, Critical Manufacturing, EFACEC, Farfetch, Feedzai, Natixis, NOS.

**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.**

*M.EIC faculty members are participants and/or leaders in several research and development projects and have several international relationships with other institutions.*

*Some projects in which members of M.EIC faculty staff participate: :*

- ANTAREX - AutoTuning and Adaptivity appRoach for Energy efficient eXascale HPC systems (H2020 – 671623)
- CHIC (POCI-01-0247-FEDER-024498)
- BEACONING - Breaking Educational Barriers with Contextualised, Pervasive and Gameful Learning (H2020 - 687676)
- FEEdBACK - Fostering Energy Efficiency and Behavioural Change through ICT (H2020 - 768935)
- RECAP - Research on European Children and Adults born Preterm (H2020 - 733280)
- AutoDriving (POCI-01-0145-FEDER-028526)
- PRODUTECH SIF - Soluções para a Indústria de Futuro (POCI-01-0247-FEDER-024541)
- INDTECH 4.0 (POCI-01-0247-FEDER-026653)
- C-ROADS PORTUGAL (72070, 2016-PT-TM-0259-S, CE)
- Simusafe – Simulator of Behavioural Aspects for Safer Transport (H2020 – 723386)
- URready4OS - Expanded Underwater Robotics ready for Oil Spill (H2020 - ECHO/SUB/2016/740129/PREP/21)
- IA.SAE – Artificial Intelligence for Food and Economic Safety (FCT)
- DARGMINTS (FCT - POCI-01-0145-FEDER-031460)
- EPISA - Inferência de entidades e propriedades para arquivos semânticos (FCT - DSAIPA/DS/0023/2018)
- IntelliWheels2.0 – (POCI-01-0247-FEDER-39898)
- opti-MOVES (POCI-01-0145-FEDER-032053)
- Sono ao Volante 2.0 – (NORTE-01-0247-FEDER-039720)
- PROject Management intelligent aSSistAnt (NORTE-01-0247-FEDER-039887)
- RECLAIM - RE-manufacturing and Refurbishment LARGE Industrial equipment (H2020 – 869884)

*Some partnerships:*

- Universities of Lisbon, Coimbra, Aveiro, Minho, New Lisbon, IUL, UTAD, UAçores, P.Porto, IPB, IPCA, IPVC, São Paulo, Federal of Pernambuco, UFSC, Carnegie Mellon University, MIT, Graz, Sheffield, Luxemburg, Delft, UTexas, South Australia, Naples Federico II, Milano, TU Darmstadt
- Palo Alto Research Center, CERN, Microsoft Research, Institute of Science and Technology (ESEO), Google, Google Deepmind, TAP, Facebook, HondaRI, Schneider, APTIV, SONAE IM, Delloite, Volkswagen, IBM, Altran, Fraunhofer Portugal, Bosch Car, Continental Mabor, Critical Manufacturing, EFACEC, Farfetch, Feedzai, Natixis, NOS.

## 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:

*De acordo com dados da DGES, a % de recém-diplomados (2014-2017) que em 2018 se encontravam registados como desempregados no IEFP era de 0,9% para diplomados do MIEIC e 1,5% para diplomados na mesma área de formação em todo o ensino superior público.*

*De acordo com o estudo “Digital organisational frameworks and IT professionalism” da Comissão Europeia de março de 2019, num cenário de crescimento moderado, o nº de profissionais de TIC na EU-28 em 2020 será de cerca de 6 milhões (75% dos quais em funções de gestão, análise, arquitetura, desenvolvimento e administração), para uma procura de 6.4 milhões, resultando num deficit de 400 mil profissionais (550 mil num cenário de grande crescimento). O inquérito de empregabilidade realizado pela FEUP em 2019 a diplomados do MIEIC no ano letivo 2017/2018 indica que 96% obtiveram emprego até 10 meses após a conclusão do CE (59% ainda antes da graduação) em funções total ou parcialmente relacionadas com a área de formação, tendo outros 3% iniciado nova formação.*

### 9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

*According to DGES data, the percentage of recent graduates (2014-2017) who in 2018 were registered as unemployed at IEFP was 0.9% for MIEIC graduates and 1.5% for graduates in the same area of education throughout public higher education.*

*According to the “Digital organizational frameworks and IT professionalism” study of the European Commission, March 2019, in a scenario moderate growth, the number of ICT professionals in the EU-28 in 2020 will be around 6 million (75% of which in management, analysis, architecture, development and administration jobs), to a demand of 6.4 million, resulting in a deficit of 400 thousand professionals (550 thousand in a scenario of high growth).*

*The 2019 FEUP employability survey of MIEIC graduates in 2017/2018 indicates that 96% were employed within 10 months of graduation (59% even before graduation) in functions totally or partially related with their area of education, and 3 others % started new training.*

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

*Dado o foco da FEUP na formação de Eng. de conceção com um percurso total de formação de 5 anos, a experiência de escolas de referência (e.g., na TUDelft 81% dos bacharéis em CS prosseguem estudos), e a experiência anterior no MIEIC com poucas saídas ao fim do 1º ciclo, espera-se que grande parte dos graduados do 1º ciclo (LiEIC) prossigam estudos no MiEIC. Assim, a capacidade de atração para o 2º ciclo será influenciada pela capacidade de atração para o 1º ciclo. Ora, na 1ª fase do concurso nacional de acesso de 2019, o MIEIC teve 867 candidatos para 135 vagas, dos quais 343 em 1ª opção, e 196 destes com classificação  $\geq 170$ . A classificação do último colocado foi de 178,3, a mais elevada do país na área, e 83% dos colocados foram-no em 1ª opção. Adicionalmente, houve uma procura significativa em concursos locais, com mais 54 ingressos distribuídos entre o 1º e o 2º ciclo (concurso especial de estudantes internacionais, mudança de instituição/curso, titulares de outros cursos superiores, etc.).*

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

*Given FEUP's focus on training Conception Engineers with a total 5-year education, the experience of reference schools (e.g., at TUDelft 81% of Bachelors in CS pursue studies), and previous experience at MIEIC with few departures at the end of the 1st cycle, we expect that most of the 1st cycle graduates (LiEIC) will pursue studies at MiEIC. Thus, the attractiveness for the 2nd cycle will be influenced by the attractiveness for the 1st cycle. In the first phase of the 2019 national access applications, MIEIC had 867 candidates for 135 vacancies, of which 343 were in 1st option, and 196 of them with a grade  $\geq 170$ . The grade of the last placed by the general contingent was 178.3, the highest in the area, and 83% of those placed where in first place. In addition, there was a significant demand for local applications, with 54 admissions distributed between the 1st and 2nd cycle (international students, change of institution/course, holders of higher education degrees, etc.).*

### 9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

*O Departamento de Engenharia Informática (DEI), que assegura a lecionação da generalidade das UCs do M.EIC nas áreas científicas da Engenharia Informática, tem diversas ligações a nível de ensino (intercâmbio de docentes, oferta de ciclos de estudos em parceria, palestras convidadas, cursos curtos, concursos de programação, etc.) e investigação (em projetos e unidades de investigação) com outras instituições de ensino superior da região (nomeadamente com as Universidades do Minho, UTAD e Aveiro e o Instituto Politécnico do Porto) e com outras escolas da UP (nomeadamente com as Faculdades de Ciências, Bela Artes, Letras e Economia), as quais terão impacto no M.EIC.*

*A nível do espaço europeu, o MIEIC tem presentemente (2019/20) acordos bilaterais ERASMUS+ para mobilidade de estudantes com 36 universidades prestigiadas em 16 países europeus, que são aproveitados por mais de 1/3 dos estudantes (tipicamente no 1º semestre do último ano).*

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

*The Department of Informatics Engineering (DEI), responsible for teaching the majority of M.EIC UCs in the scientific areas of Informatics Engineering, has several links in terms of education (exchange of teachers, offer of study cycles in partnership, invited lectures, short courses, programming competitions, etc.) and research (in research projects and research units) with other higher education institutions in the region (namely the Universities of Minho, UTAD and*

*Aveiro and the Polytechnic Institute of Porto) and with other schools of the UP (notably with the Faculties of Science, Fine Arts, Letters and Economics), which will impact M.EIC.*

*At the European level, MIEIC currently has (2019/20) ERASMUS + bilateral student mobility agreements with 36 prestigious universities in 16 European countries, allowing more than 1/3 of the students to spend a semester abroad (typically in the first semester of last year).*

## 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:

*No top 100 do “QS World University Rankings 2018”, área de “Computer Science (CS) & Information Systems”, encontram-se instituições com CEs de duração idêntica e abrangência similar ao M.EIC, como:*

- *TU Munich – MSc in Informatics – Programa abrangente sem ramos. Do 1º ao 3º semestre os estudantes selecionam módulos de 9 áreas com correspondência direta para as 7 áreas nucleares do M.EIC, podendo ainda selecionar alguns módulos de áreas complementares. No 2º semestre têm ainda uma UC de projeto, no 3º uma UC de seminários de investigação e no 4º semestre desenvolvem a tese de mestrado, de forma similar ao M.EIC.*
- *TU Delft – MSc in CS – Programa abrangente com 2 ramos (Software e Dados) partilhando UCs entre si, com UCs nucleares (escolher x de y), UCs especializadas (optativas) e tese.*
- *ETH Zurich – MSc in CS – Programa abrangente com 1 ramo generalista e 7 especializados, partilhando UCs entre si, com UCs nucleares (escolher x de y), UCs especializadas (optativas), seminário e tese.*

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

*In the top 100 of the QS World University Rankings 2018, Computer Science & Information Systems area, one can find several institutions with CEs of identical duration and scope similar to M.EIC, such as:*

- *TU Munich - MSc in Informatics - Comprehensive program without rigid tracks. From the 1st to the 3rd semester students select modules from 9 areas with direct correspondence to the 7 core areas of M.EIC, and may also select some modules from complementary areas. There is also a project in the 2nd semester, a research seminar in the 3rd semester, and the master thesis in the 4th semester, as in M.EIC.*
- *TU Delft - MSc in CS - Comprehensive program with 2 tracks (Software and Data) sharing UCs with each other, with core UCs (choose x from y), specialized UCs (optional) and thesis.*
- *ETH Zurich - MSc in CS - Comprehensive program with 1 generalist and 7 specialized tracks, sharing UCs with each other, with core UCs (choose x from y), specialized UCs (optional), seminar and thesis.*

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

*Os objetivos de aprendizagem propostos para o M.EIC são similares aos propostos em muitos programas de mestrado de banda larga em Engenharia Informática e Ciência de Computadores na Europa. Por exemplo, o “MSc in Informatics” da TU Munich indica os seguintes objetivos de aprendizagem (conhecimentos e habilidades adquiridos):*

*“(…) have expanded the knowledge of the discipline and (….) be prepared for a challenging professional occupation or a doctoral degree (….) In addition to a solid education in the core areas of informatics, the master’s program offers the opportunity to specialize in at least one of eight areas: software engineering; databases and information systems; artificial intelligence and robotics; computer graphics and vision; computer architecture; distributed systems, computer networks, and security; formal methods and their applications; algorithms and scientific computation.” Estas habilidades, competências e tópicos mapeiam muito diretamente os propostos no M.EIC.*

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

*The proposed learning outcomes for M.EIC students are similar to those proposed in various broadband master programs in Informatics Engineering and Computer Science in Europe.*

*Taking as example the MSc in Informatics of TU Munich, the following learning outcomes are announced (expertise and skills acquired, summarized):*

*“(…) have expanded the knowledge of the discipline and (….) be prepared for a challenging professional occupation or a doctoral degree (….) In addition to a solid education in the core areas of informatics, the master’s program offers the opportunity to specialize in at least one of eight areas: software engineering; databases and information systems; artificial intelligence and robotics; computer graphics and vision; computer architecture; distributed systems, computer networks, and security; formal methods and their applications; algorithms and scientific computation.” These topics, skills and competences match closely the ones defined for LiEIC.*

## 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:**

&lt;sem resposta&gt;

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**

&lt;sem resposta&gt;

**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).**

&lt;sem resposta&gt;

**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:**

&lt;sem resposta&gt;

**11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:**

&lt;no answer&gt;

**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).**

&lt;sem resposta&gt;

**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 / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	--	--	--	--

&lt;sem resposta&gt;

**12. Análise SWOT do ciclo de estudos****12.1. Pontos fortes:**

- *Elevada empregabilidade dos graduados da FEUP em Engenharia Informática;*
- *Elevada reputação da FEUP a nível nacional e internacional;*
- *Elevada procura no concurso nacional, com 867 candidatos (343 em 1ª opção) em 2019 e classificação de 178.3 do último colocado no MIEIC;*
- *Elevada procura por estudantes nacionais e internacionais em concursos locais, com 54 ingressos adicionais no MIEIC em 2019;*
- *Formação avançada adequada às necessidades do mercado e ajustável aos interesses dos estudantes;*
- *Formação com grande componente prática em competências técnicas e soft skills;*
- *Corpo docente com grande experiência de ensino e I&D&T, cobrindo as áreas nucleares da informática;*
- *Bom apoio de secretariado com elevada experiência;*

- *Elevado nº de acordos de mobilidade, incluindo acordos com 36 universidades europeias prestigiadas;*
- *Localização num campus (Porto Innovation District) que reúne instituições de ensino superior, institutos de I&D, incubadoras e empresas tecnológicas.*

### 12.1. Strengths:

- *High employability of FEUP graduates in Informatics Engineering;*
- *High reputation of FEUP at national and international level;*
- *High demand in the national access applications, with 867 candidates (343 in 1st option) for 135 vacancies in 2019 and classification of last student of 178.3 in MIEIC;*
- *High demand by national and international students in local applications, with 54 additional admissions in 2019 in MIEIC;*
- *Advanced education suited to market needs and tailorable to students interests;*
- *Education with a large practical component in technical and soft skills;*
- *Faculty with extensive teaching and R&D&T experience covering the core areas of informatics;*
- *Good secretarial support with high experience;*
- *High number of mobility agreements, including agreements with 36 prestigious European universities;*
- *Campus location (Porto Innovation District) which brings together higher education institutions, R&D institutes, incubators and technology companies.*

### 12.2. Pontos fracos:

- *Limitações de espaços disponíveis para ensino, avaliação, realização de trabalhos e investigação;*
- *Corpo docente do Departamento de Engenharia Informática aquém das necessidades e com percentagem reduzida de professores com tenure, complementado com recurso a docentes convidados;*
- *Dificuldade em acomodar candidatos com backgrounds ou interesses muito variados;*
- *Falta de um edifício próprio para o Departamento de Engenharia Informática;*
- *O desempenho pedagógico dos docentes é levado em conta de forma insuficiente na sua avaliação global;*
- *Dificuldade em tornar as aulas teóricas em espaços de aprendizagem efetiva;*
- *Taxa de respostas aos inquéritos pedagógicos relativamente baixa (cerca de 34%);*
- *Percentagem reduzida de estudantes do sexo feminino (24% dos ingressos em 2019 no 1º ciclo).*

### 12.2. Weaknesses:

- *Limitations of spaces available for teaching, assessment, students' work and research;*
- *Faculty members of the Informatics Engineering Department fall short of needs and have a reduced percentage of tenure teachers, complemented by the use of invited teachers;*
- *Difficulty in accommodating applicants with widely varying backgrounds and/or interests;*
- *Lack of a specific building for the Department of Informatics Engineering;*
- *Teachers' pedagogical performance is insufficiently taken into account in their overall assessment;*
- *Difficulty in making lectures effective learning spaces;*
- *Relatively low response rate to pedagogical surveys (around 34%);*
- *Reduced percentage of female students (24% of admissions in 2019 in the first cycle).*

### 12.3. Oportunidades:

- *Crescente importância da informática para a sociedade;*
- *Enorme deficit de profissionais na área em relação às necessidades do mercado, incluindo para funções que requerem uma formação avançada a nível de 2º ciclo;*
- *Contexto favorável à atração de estudantes internacionais, nomeadamente dos países de língua oficial portuguesa, e para intercâmbio internacional de estudantes;*
- *Possibilidade de tirar maior partido das tecnologias de informação e metodologias de ensino-aprendizagem centradas no estudante para agilizar/otimizar processos pedagógicos e administrativos;*
- *UCs de Projeto e Dissertação proporcionam oportunidades de contacto com a realidade da indústria e de estabelecimento de parcerias com empresas e outras instituições;*
- *Elevado número de alumni em posições de destaque em empresas nacionais e internacionais.*

### 12.3. Opportunities:

- *Growing importance of informatics for society;*
- *Huge deficit of professionals in the area in relation to market needs, including for functions requiring advanced education at the 2nd cycle level;*
- *Favorable context for attracting international students, namely from Portuguese-speaking countries, and for international student exchange;*
- *Possibility to take full advantage of information technologies and student-centered education-learning methodologies to streamline/optimize pedagogical and administrative processes;*
- *Project and Dissertation UCs provide an opportunity for contact with the reality of the industry and for establishing partnerships with companies and other institutions;*
- *High number of alumni in prominent positions in national and international companies.*

### 12.4. Constrangimentos:

- *Pressão de recrutamento de profissionais na área das TIC para posições em que a formação de 2º ciclo não é valorizada, pode reduzir nº estudantes que optam por prosseguir estudos para 2º ciclo;*
- *Estudantes poderão optar por 2ºs ciclos mais especializados ou mais compatíveis com exercício de atividade profissional;*

- *Evolução demográfica com redução de estudantes a ingressar no ensino superior;*
- *Redução do financiamento para o Ensino Superior Público poderá limitar crescimento e capacidade de dar resposta às necessidades do mercado;*
- *Oferta escassa e a custos elevados de alojamentos para estudantes;*
- *Condições salariais proporcionadas pela indústria comparativamente à academia limitam a capacidade de contratação de docentes;*
- *Perspetiva de crescente concorrência no espaço Europeu na área do ensino universitário.*

#### 12.4. Threats:

- *Pressure to recruit ICT professionals to positions where a 2nd cycle education is not valued may reduce the number of students who choose to pursue 2nd cycle education;*
- *Students may opt for more specialized 2nd cycles or more compatible with a professional activity;*
- *Demographic evolution with reduction of students entering higher education;*
- *Reduced funding for Public Higher Education may limit growth and ability to meet market needs;*
- *Scarce and expensive provision of student accommodation;*
- *Salary conditions provided by industry compared to academia limit the ability to hire teachers;*
- *Perspective of increasing competition in the European area in the field of university education.*

#### 12.5. Conclusões:

*A crescente importância da informática para a sociedade, a capacidade instalada e experiência acumulada de mais de 25 anos no ensino de Engenharia Informática na FEUP, a reputação nacional e internacional da FEUP e a atual procura elevada por estudantes em 1ª opção, permitem-nos ter confiança que, através do M.EIC, a FEUP continuará a prestar um contributo decisivo à sociedade na área de Engenharia Informática.*

*Prevê-se que as atuais limitações de espaços sejam ultrapassadas com a construção dos novos espaços já em estudo na FEUP. Espera-se que os planos de contratação de novos docentes pela FEUP permitam reforçar o corpo docente na área de Engenharia Informática e dessa forma responder adequadamente às necessidades de crescimento da área.*

*É também nossa intenção, enquadrada numa estratégia conjunta FEUP/FCUP de fortalecimento da área de informática da UP, alinhada com as orientações estratégicas da UP de cooperação entre unidades orgânicas com competências complementares, potenciar o envolvimento do Departamento de Ciência de Computadores da Faculdade de Ciências da UP no M.EIC, dando continuidade à colaboração estabelecida a nível do 1º ciclo conjunto em Engenharia Informática e Computação (LiEIC). Essa colaboração poderá traduzir-se na partilha do M.EIC a partir de 2022/2023 entre FEUP e FCUP, resultando também num reforço da capacidade e qualidade da oferta formativa de 2º ciclo da UP na área de Engenharia Informática.*

#### 12.5. Conclusions:

*The growing importance of informatics for society, the installed capacity and accumulated experience of more than 25 years in the teaching of Informatics Engineering at FEUP, the national and international reputation of FEUP, and the current high demand for students in first choice, allow us to have confidence that through M.EIC FEUP will continue to make a decisive contribution to society in the area of Informatics Engineering.*

*It is expected that the current space limitations will be overcome with the construction of new spaces already under study at FEUP.*

*The plans for hiring new teachers by FEUP are expected to reinforce the faculty in the area of Informatics Engineering and thus respond appropriately to the growth needs of the area.*

*It is also our intention, as part of a joint FEUP / FCUP strategy to strengthen the UP's Informatics area, in line with the UP's strategic guidelines for cooperation between organic units with complementary skills, to enhance the involvement of the Computer Science Department of the Faculty of Sciences of UP in M.EIC, continuing the collaboration established at the joint 1st cycle in Informatics and Computing Engineering (LiEIC). This collaboration may translate into the sharing of M.EIC between FEUP and FCUP starting in 2022/2023, also resulting in a reinforcement of the capacity and quality of the educational offer of UP in the area of Informatics Engineering at the 2nd cycle level.*