

ACEF/2021/0206767 — Guião para a auto-avaliação

I. Evolução do ciclo de estudos desde a avaliação anterior

1. Decisão de acreditação na avaliação anterior.

1.1. Referência do anterior processo de avaliação.
ACEF/1819/0206767

1.2. Decisão do Conselho de Administração.
Acreditar

1.3. Data da decisão.
2020-01-24

2. Síntese de medidas de melhoria do ciclo de estudos desde a avaliação anterior, designadamente na sequência de condições fixadas pelo CA e de recomendações da CAE.

2. Síntese de medidas de melhoria do ciclo de estudos desde a avaliação anterior, designadamente na sequência de condições fixadas pelo CA e de recomendações da CAE (Português e em Inglês, PDF, máx. 200kB).
[2._MEIC-21-22-Síntese de medidas de melhoria-A3ES.pdf](#)

3. Alterações relativas à estrutura curricular e/ou ao plano de estudos(alterações não incluídas no ponto 2).

3.1. A estrutura curricular foi alterada desde a submissão do guião na avaliação anterior?
Não

3.1.1. Em caso afirmativo, apresentar uma explanação e fundamentação das alterações efetuadas.
<sem resposta>

3.1.1. If the answer was yes, present an explanation and justification of those modifications.
<no answer>

3.2. O plano de estudos foi alterado desde a submissão do guião na avaliação anterior?
Não

3.2.1. Em caso afirmativo, apresentar uma explanação e fundamentação das alterações efetuadas.
<sem resposta>

3.2.1. If the answer was yes, present an explanation and justification of those modifications.
<no answer>

4. Alterações relativas a instalações, parcerias e estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem (alterações não incluídas no ponto 2)

4.1. Registaram-se alterações significativas quanto a instalações e equipamentos desde o anterior processo de avaliação?
Sim

4.1.1. Em caso afirmativo, apresentar uma breve explanação e fundamentação das alterações efetuadas.
Foram instaladas câmeras e microfones em diversas salas de aula (teóricas/práticas/laboratórios) por forma a permitir a leccionação de aulas em modo híbrido (modo presencial e à distância).

4.1.1. If the answer was yes, present a brief explanation and justification of those modifications.

Cameras and microphones were installed in several classrooms (lectures/practical/labs) to allow the teaching of classes in hybrid (in person and at a distance) models.

4.2. Registaram-se alterações significativas quanto a parcerias nacionais e internacionais no âmbito do ciclo de estudos desde o anterior processo de avaliação?

Não

4.2.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.

<sem resposta>

4.2.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.

<no answer>

4.3. Registaram-se alterações significativas quanto a estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem desde o anterior processo de avaliação?

Não

4.3.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.

<sem resposta>

4.3.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.

<no answer>

4.4. (Quando aplicável) registaram-se alterações significativas quanto a locais de estágio e/ou formação em serviço, protocolos com as respetivas entidades e garantia de acompanhamento efetivo dos estudantes durante o estágio desde o anterior processo de avaliação?

Não

4.4.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.

<sem resposta>

4.4.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.

<no answer>

1. Caracterização do ciclo de estudos.

1.1 Instituição de ensino superior.

Universidade De Lisboa

1.1.a. Outras Instituições de ensino superior.

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

Instituto Superior Técnico

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

1.3. Ciclo de estudos.

Engenharia Informática e de Computadores - Taguspark

1.3. Study programme.

Computer Science and Engineering - TagusPark

1.4. Grau.**Mestre****1.5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (PDF, máx. 500kB).****[1.5._MEIC-T_Dec_Tect_2019.pdf](#)****1.6. Área científica predominante do ciclo de estudos.*****Engenharia Informática e de Computadores*****1.6. Main scientific area of the study programme.*****Information Systems and Computer Engineering*****1.7.1. Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):****523****1.7.2. Classificação CNAEF – segunda área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:*****n.a*****1.7.3. Classificação CNAEF – terceira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:*****n.a*****1.8. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau.****120****1.9. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 63/2016 de 13 de setembro):****4 Semestres****1.9. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 63/2016, of September 13th):****4 Semesters****1.10. Número máximo de admissões.****30****1.10.1. Número máximo de admissões pretendido (se diferente do número anterior) e respetiva justificação.**

O número de vagas atuais do ciclo de estudos colocadas a concurso é de 30 . Com um número máximo de admissões de 205 deixamos espaço para vagas para estudantes internacionais e para possíveis aumentos no número de vagas a concurso, mediante decisão dos órgãos gestão da escola.

1.10.1. Intended maximum enrolment (if different from last year) and respective justification.

The current number of vacancies is 30. With an overall maximum number of 205 admissions, we leave room for international students, as well as possible increases in the number of vacancies to be decided by the School.

1.11. Condições específicas de ingresso.

Podem candidatar-se a um Mestrado de 2º ciclo do IST, ou a um 2º ciclo de um Mestrado Integrado do IST, os estudantes que estejam nas seguintes condições:

- tenham terminado no IST uma Licenciatura de 1º ciclo, ou o 1º ciclo de um Mestrado Integrado, sem coerência científica com o curso de 2º ciclo a que se candidatam;

- sejam titulares de uma formação de 1º ciclo na área de Ciências e Tecnologia (exceção-se o caso do 2º ciclo em Arquitectura que pressupõe uma formação de 1º ciclo em Arquitectura);

- sejam detentores de um currículo escolar, científico ou profissional, que ateste a sua capacidade para realização do Mestrado a que se candidatam.

Mais informação disponível na página do IST na internet (Candidatos/Candidaturas)

1.11. Specific entry requirements.

Only the students that meet the requirements below may apply for a 2nd cycle of IST or to a 2nd cycle of na IST Integrated MSC Programme:

- those who have concluded a 1st cycle degree programme, or a 1st cycle of an Integrated MSc Programme, which do not have scientific consistency with the 2nd cycle for which they apply;

- those who hold a 1st cycle degree in the area of Science and Technology (except for the 2nd cycle in Architecture which presupposes a 1st cycle programme in Architecture);

- those who have a school, scientific or professional background, certifying their capacity to carry out a MSc for which they apply.

Further info available at IST webpage (Prospective Students/Admissions)

1.12. Regime de funcionamento.

Diurno

1.12.1. Se outro, especifique:

NA

1.12.1. If other, specify:

NA

1.13. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

IST - Taguspark Campus

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

[1.14._Desp n.º 6604-2018, 5 jul_RegCreditaçãoExpProfissional_2018_2019.pdf](#)

1.15. Observações.

Presentemente, os alunos que ingressam no curso incluem: i) os selecionados no concurso interno de acesso, a que concorrem os diplomados de 1.ºs ciclos IST sem coerência científica com Eng.ª Informática e de Computadores e licenciados de outras escolas, e ii) os alunos transitados do 1.º ciclo de Eng.ª Informática e de Computadores e de outros 1.ºs ciclos IST com coerência científica. A partir de 2020/2021, todos os alunos serão selecionados a partir de um concurso único aberto a alunos IST e não-IST. Desta forma, não se aplica a nota de entrada do último candidato ou a nota média de entrada.

1.15. Observations.

Presently, students entering the course include: i) those selected in the internal access competition, to which IST graduates without scientific coherence compete with Computer Science and Engineering and graduates from other schools, and ii) the students carried over from the 1st cycle of Computer Science and Engineering and from other IST 1st cycles with scientific coherence. From 2020/2021, all students will be selected from a single competition open to IST and non-IST students. This way, the entry score of the last candidate or the average entry score does not apply.

2. Estrutura Curricular. Aprendizagem e ensino centrados no estudante.**2.1. Percursos alternativos, como ramos, variantes, áreas de especialização de mestrado ou especialidades de doutoramento, em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável)**

2.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor, or other forms of organisation compatible with the structure of the study programme (if applicable)

Opções/Ramos/... (se aplicável):

Tronco Comum

Opções

Options/Branches/... (if applicable):

Common Branch

Options

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

2.2. Estrutura Curricular - Tronco Comum

2.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor, ou outra (se aplicável). *Tronco Comum*

2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable) *Common Branch*

2.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Todas as áreas científicas do IST/All scientific areas of IST *	Diss	42	0	*Dissertação poderá ser desenvolvida, no âmbito qq uma das ACs do IST-domínios rel. objet. curso.
Todas as áreas científicas do IST/All scientific areas of IST	OL	0	15	
Competências Transversais/Crosscutting Skills	CT	3	0	
(3 Items)		45	15	

2.2. Estrutura Curricular - Opções (60 ECTS)

2.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor, ou outra (se aplicável). *Opções (60 ECTS)*

2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable) *Options (60 ECTS)*

2.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Metodologia e Tecnologia da Programação/Methodology and Programming Theory	MTP	0	0	82.5
Sistemas de Informação/Information Systems	SI	0	0	82.5
Arquitetura e Sistemas Operativos/Architecture and Operating Systems	ASO	0	0	75
Computação Gráfica e Multimédia/Graphic Computing and Multimedia	CGM	0	0	82.5
Inteligência Artificial/Artificial Intelligence	IA	0	0	60
Lógica e Computação/Logic and Computing	LogComp	0	0	15
Sistemas, Decisão e Controlo/Systems, Decision and Control	SDC	0	0	19.5
Computadores/Computers	Comp	0	0	7.5
Controlo, Automação e Informática Industrial/Control, Automation and Industrial Informatics	CAII	0	0	7.5
-	-	0	60	Necessários 60 ECTS em UCs opcionais para obtenção do grau.
(10 Items)		0	60	

2.3. Metodologias de ensino e aprendizagem centradas no estudante.

2.3.1. Formas de garantia de que as metodologias de ensino e aprendizagem são adequadas aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes, favorecendo o seu papel ativo na criação do processo de aprendizagem.

Várias estratégias têm sido exploradas e implementadas de forma a aumentar o papel activo dos estudantes: 1) utilização de ferramentas digitais que permitem um feedback quase instantâneo do acompanhamento das matérias (e.g. Kahoot); 2) utilização da plataforma MOOC.Técnico (mooc.tecnico.ulisboa.pt) para aprendizagem à distancia e também para avaliação total ou parcial de unidades curriculares (UC); 3) utilização de técnicas “flipped-classroom” com envolvimento dos estudantes na sala de aula em processos de avaliação mútua e feed-back; 4) integração de estudantes a realizar dissertação de mestrado em equipas de investigação e/ou empresas, muitas vezes inseridos em projectos nacionais ou internacionais; 5) projectos multidisciplinares desenvolvidos por estudantes de vários cursos, como exemplo, a construção de um carro eléctrico; 6) participação em actividades departamentais, entre outras, que permitem o desenvolvimento de competências transversais.

2.3.1. Means of ensuring that the learning and teaching methodologies are coherent with the learning outcomes (knowledge, skills and competences) to be achieved by students, favouring their active role in the creation of the learning process.

Different strategies have been explored and implemented in order to increase the students' active role, in particular: 1) the use of digital tools that allow students to give almost instantaneous feedback of the subjects (e.g. Kahoot); 2) the use of the MOOC.Técnico platform (mooc.tecnico.ulisboa.pt) for distance learning to evaluate the course units totally or partially; 3) the use of flipped-classroom techniques by getting students involved in classroom in mutual evaluation processes and feedback; 4) the integration of students under MSc dissertations in teams of the research institutes and/or companies, often involved in national or international projects; 5) multidisciplinary projects developed by the students of different programmes, for example, the construction of an electric car; 6) the organisation of meetings, short courses, Summer internships, participation in departmental activities, among others, which allow for the development of crosscutting skills.

2.3.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS.

No âmbito do preenchimento dos inquéritos QUC (Qualidade das Unidades Curriculares) os estudantes têm de preencher uma questão relativa à carga de trabalho relativa a cada UC. A informação obtida a partir de todos os estudantes de cada UC é compilada e tratada para comparar a carga prevista com a carga estimada pelos estudantes. Quando há um grande desajuste entre a carga estimada e a carga prevista (superior a 1,5 ECTS) a situação é analisada no âmbito da Comissão QUC do Conselho Pedagógico. Nos casos em que se justifique é estabelecido um plano de acção envolvendo os departamentos e coordenações.

2.3.2. Means of verifying that the required average student workload corresponds to the estimated in ECTS.

Under the QUC forms (Course Unit Quality System), students must answer a question related to the workload involved in each UC. The information obtained from all students in each QUC is compiled and treated to compare the expected workload with the workload estimated by the students. When the imbalance between the estimated workload and the expected workload is significant (greater than 1,5 ECTS) the situation is analysed under the QUC Committee of the Pedagogical Council. Where applicable, a plan of action is devised by getting departments and programme coordinators involved.

2.3.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes é feita em função dos objetivos de aprendizagem.

Em Julho de cada ano são efectuadas reuniões de coordenação dos vários cursos, de forma a calendarizar o trabalho exigido aos estudantes ao longo dos semestres lectivos e dos períodos de avaliação, pretendo-se distribuir o trabalho dos estudantes ao longo do tempo, dando-se especial ênfase à aprendizagem contínua. Esta calendarização atempada permite ao estudante planear o seu ano lectivo/semestre, potenciando o sucesso escolar. No âmbito do preenchimento dos inquéritos QUC (Qualidade das Unidades Curriculares) os estudantes têm de preencher um bloco de questões específicas relativo à aquisição e/ou desenvolvimento de competências obtidas no âmbito de cada UC, que inclui perguntas sobre, o desenvolvimento de conhecimentos e compreensão das matérias, bem como a melhoria da capacidade de aplicação de conhecimentos de forma autónoma e de desenvolvimento do sentido crítico na utilização prática das mesmas.

2.3.3. Means of ensuring that the student assessment methodologies are aligned with the intended learning outcomes.

Every year in July, meetings are held with programme coordinators, in order to schedule the work required from students throughout the semesters and evaluation periods. The purpose is to distribute student workload throughout time, giving special attention to continuous learning. This timely scheduling allows the student to plan his academic year/semester, enhancing academic achievement. Under the QUC surveys, students should complete a number of specific questions regarding the acquisition and/or development of skills acquired under each QUC, in particular about the development of knowledge and understanding of subject matters, and improvement of the capacity of application of

knowledge autonomously and development of critical judgment in their practical application.

2.4. Observações

2.4 Observações.

De forma a possibilitar aos estudantes a escolha coerente de opções, estas apresentam-se agrupadas. Cada estudante poderá escolher 2 agrupamentos; ou um agrupamento e 30 ECTS de quaisquer agrupamentos; ou 60 ECTS de quaisquer agrupamentos.

Assim, na Tabela 2.2.2, acima, são indicados para os ECTS Mínimos Optativos de cada área científica o valor zero. Isto ocorre porque, de facto, os alunos não são obrigados a escolher nenhuma UC de nenhuma área. Têm a total liberdade para escolher quaisquer UCs oferecidas no curso, até um total de 60 ECTS.

No campo Observações colocámos os valores totais de ECTS disponíveis em cada área, de entre os quais os alunos podem escolher livremente.

2.4 Observations.

In order to provide students with a coherent choice of options, they are listed in groups. Each student may choose two groups; or one group and 30 ECTS from any groups; or 60 ECTS from any groups.

In Table 2.2.2, above, we indicate zero as the value for Minimum Optional ECTS for all Scientific Areas. This is due to the fact that students are not required to choose any particular courses from any particular Area. Indeed, they can freely choose their courses, as long as a maximum total of 60 ECTS is reached, regardless of the courses' areas.

In the Observations fields we placed the total of ECTS available to students in each Area, from which they can freely choose.

3. Pessoal Docente

3.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos.

3.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos.

Luís Manuel Antunes Veiga

Daniel Jorge Viegas Gonçalves

3.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

3.3. Equipa docente do ciclo de estudos / Study programme's teaching staff

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação / Information
Francisco João Duarte Cordeiro Correia dos Santos	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA INFORMÁTICA	100	Ficha submetida
José Félix Gomes da Costa	Professor Associado ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	Ficha submetida
Ana Maria Severino de Almeida e Paiva	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Paulo Alexandre Carreira Mateus	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	Ficha submetida
Alexandra Sofia Martins de Carvalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Alexandre Paulo Lourenço Francisco	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Rui Filipe Lima Maranhão de Abreu	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia de Software	100	Ficha submetida

Francisco António Chaves Saraiva de Melo	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Eng. Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Paolo Romano	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMÁTICA	100	Ficha submetida
Nuno Filipe Valentim Roma	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Daniel Jorge Viegas Gonçalves	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
João António Madeiras Pereira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Rui António Dos Santos Cruz	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMÁTICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Paulo Jorge Pires Ferreira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Pedro Filipe Zeferino Tomás	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Eng. Electrotecnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Diogo Alexandre Breites de Campos Proença	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática e de Computadores	15	Ficha submetida
Arlindo Manuel Limede de Oliveira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Rui Miguel Carrasqueiro Henriques	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática e de Computadores	100	Ficha submetida
Jan Gunnar Cederquist	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	CIENCIA DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Ana Isabel Baptista Moura Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Maria do Rosário Gomes Osório Bernardo Ponces de Carvalho	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	GESTÃO DE PROJECTOS	100	Ficha submetida
Hugo Miguel Aleixo Albuquerque Nicolau	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática e de Computadores	100	Ficha submetida
Miguel Leitão Bignolas Mira da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMÁTICA	100	Ficha submetida
Rui Filipe Fernandes Prada	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Isabel Maria Martins Trancoso	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
João Miguel De Sousa de Assis Dias	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Sandra Pereira Gama	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Computação Gráfica e Multimédia - Visualização de Informação	25	Ficha submetida
Mikolas Janota	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Computer Science	100	Ficha submetida
Helena Sofia Andrade Nunes Pereira Pinto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
António Paulo Teles de Menezes Correia Leitão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Eng. Informática e Computadores	100	Ficha submetida
Sérgio Luís Proença Duarte Guerreiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática e de Computadores	100	Ficha submetida
Alfredo Manuel Dos Santos Ferreira Júnior	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Helena Isabel De Jesus Galhardas	Professor Associado ou equivalente	Doutor	INFORMATICA	100	Ficha submetida

Manuel Fernando Cabido Peres Lopes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Alexandre José Malheiro Bernardino	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Duarte Nuno Jardim Nunes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática e de Computadores	100	Ficha submetida
Nuno João Neves Mamede	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Pedro Tiago Gonçalves Monteiro	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Pável Pereira Calado	Professor Associado ou equivalente	Doutor	CIENCIA DA COMPUTACAO	100	Ficha submetida
José Faustino Fragoso Femenin dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Computer Science	100	Ficha submetida
Luís David Figueiredo Mascarenhas Moreira Pedrosa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Computer Science	100	Ficha submetida
Luís Eduardo Teixeira Rodrigues	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
José Alberto Rosado dos Santos Vítor	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
José Luís Brinquete Borbinha	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Maria Inês Camarate de Campos Lynce de Faria	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Ricardo Jorge Fernandes Chaves	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Secure Comput on Reconfigurable Systems	100	Ficha submetida
João Manuel Brisson Lopes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Moreira Vaz Antunes de Sousa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Ana Galdina Almeida Matos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	INFORMATICA	100	Ficha submetida
Miguel Filipe Leitão Pardal	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Rui Jorge Morais Tomaz Valadas	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida
José Carlos Martins Delgado	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Ricardo José De Figueiredo Mendes Vieira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA CIVIL	100	Ficha submetida
Maria da Conceição Esperança Amado	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Pedro Alexandre Simões dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Paulo Jorge Tavares Guedes	Professor Associado convidado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Daniel Simões Lopes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Computacional	100	Ficha submetida

Carlos António Roque Martinho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
João Fernando Peixoto Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Computer Science	100	Ficha submetida
Mário Jorge Costa Gaspar da Silva	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Maria Luísa Torres Ribeiro Marques da Silva Coheur	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
António Manuel Ferreira Rito da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
André Ferreira Ferrão Couto e Vasconcelos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Patrícia Margarida Piedade Figueiredo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	BIOFÍSICA	100	Ficha submetida
Joaquim Armando Pires Jorge	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Computer Science	100	Ficha submetida
José Carlos Alves Pereira Monteiro	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Teresa Maria Sá Ferreira Vazão Vasques	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Shady Alaaeldin Mohamed Abdelkader Rabie Issa	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Eng. ^a Informática e de Computadores	15	Ficha submetida
David Manuel Martins de Matos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Rodrigo Seromenho Miragaia Rodrigues	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	COMPUTER SCIENCE	100	Ficha submetida
José Rui De Matos Figueira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	INVESTIGACAO OPERACIONAL/APOIO À DECISÃO	100	Ficha submetida
Jacinto Carlos Marques Peixoto do Nascimento	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia e técnicas afins	100	Ficha submetida
Miguel Nuno Dias Alves Pupo Correia	Professor Associado ou equivalente	Doutor	INFORMATICA	100	Ficha submetida
Nuno Miguel Carvalho dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
João Carlos Serrenho Dias Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	INFORMATICA	100	Ficha submetida
Sofia De Sá Moutinho Pereira	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Mestre	Psicologia Educacional	100	Ficha submetida
Alberto Manuel Ramos da Cunha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Augusto Emanuel Abreu Esteves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	Ficha submetida
João Pedro Faria Mendonça Barreto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Mateus Martins	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Luís Jorge Brás Monteiro Guerra e Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
João Coelho Garcia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Vasco Miguel Gomes Nunes Manquinho	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida

Susana de Almeida Mendes Vinga Martins	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Biologia / Bioinformática	100	Ficha submetida
Claudia Martins Antunes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Bruno Emanuel Da Graça Martins	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	INFORMATICA	100	Ficha submetida
Luís Manuel Antunes Veiga	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Mário Alexandre Teles de Figueiredo	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
João Paulo Salgado Arriscado Costeira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Renato Jorge Caleira Nunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Dulce Elisabete Bornes Teixeira Pereira Simão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	Ficha submetida
Alberto Abad Gareta	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Signal Theory and Communications	100	Ficha submetida
Pedro Miguel dos Santos Alves Madeira Adão	Professor Associado ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Carlos Nuno da Cruz Ribeiro	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Miguel Ângelo Marques de Matos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
José Manuel da Costa Alves Marques	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	INFORMATICA	100	Ficha submetida
Andreas Miroslaus Wichert	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	INFORMATICA	100	Ficha submetida
José Alberto Rodrigues Pereira Sardinha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	INFORMATICA	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Urbano de Almeida Lima	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Alberto Manuel Rodrigues da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Daniel Filipe Martins Tavares Mendes	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática e de Computadores	15	Ficha submetida
				9770	

<sem resposta>

3.4. Dados quantitativos relativos à equipa docente do ciclo de estudos.

3.4.1. Total de docentes do ciclo de estudos (nº e ETI)

3.4.1.1. Número total de docentes.

101

3.4.1.2. Número total de ETI.

97.7

3.4.2. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

3.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral / Number of teaching staff with a full time employment in the institution.*

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº de docentes / Staff number	% em relação ao total de ETI / % relative to the total FTE
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	97	99.2835209826

3.4.3. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

3.4.3. 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	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	96.7	98.976458546571

3.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

3.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / Specialised teaching staff of the study programme

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
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	96.7	98.976458546571
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0	0

3.4.5. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

3.4.5. 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	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
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	96	98.259979529171
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	1	1.0235414534289

4. Pessoal Não Docente

4.1. Número e regime de dedicação do pessoal não docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

Dez funcionários do departamento de Eng. Informática em dedicação exclusiva prestam apoio às várias actividades do departamento, incluindo os cursos em que tem uma presença significativa, como é o caso do MEIC.

Para além destes funcionários, contamos também com o apoio do pessoal não-docente dos órgãos centrais, que dão apoio a todos os cursos e demais necessidades da escola e são, portanto, difíceis de quantificar.

Finalmente, contamos com o apoio técnico da Rede das Novas Licenciaturas, responsável por toda a infra-estrutura informática em uso pelo Curso, incluindo a preparação e manutenção dos laboratórios e o fornecimento das ferramentas (hardware e software) necessários para o bom funcionamento de várias UCs. Esta equipa inclui seis administradores de sistema bem como um coordenador.

4.1. Number and employment regime of the non-academic staff allocated to the study programme in the present year.

Ten full-time staff from the Computer Science Department give support to the several degrees in which the department has a significant participation.

Additionally, the degree's activities are also supported by the non-academic staff from the school's central bodies, that support all degrees and perform other necessary activities. As such, they are hard to quantify

Finally, we can count on the technical support of the Rede das Novas Licenciaturas, responsible for all the infrastructure used by courses in this degree, including the preparation and maintenance of the labs, and the necessary hardware and software tools. This team is composed of six administrators and one coordinator.

4.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à leção do ciclo de estudos.

A qualificação dos funcionários não-docentes identificados no ponto 4.1 é a seguinte:

9º ano - 2

12º ano - 5

Licenciatura - 3

A equipa de administração da RNL é composta por sete bolseiros, estudantes de 1o ou 2o ciclo.

4.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

The qualifications of the persons from Administrative Staff identified in 4.1 are:

9th year-2

12th year - 5

Licenciatura - 3

The administration team is composed of seven 1st or 2nd cycle students, grant recipients

5. Estudantes

5.1. Estudantes inscritos no ciclo de estudos no ano letivo em curso

5.1.1. Estudantes inscritos no ciclo de estudos no ano letivo em curso

5.1.1. Total de estudantes inscritos.

214

5.1.2. Caracterização por género

5.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

Género / Gender	%
Masculino / Male	86
Feminino / Female	14

5.1.3. Estudantes inscritos por ano curricular.

5.1.3. Estudantes inscritos por ano curricular / Students enrolled in each curricular year

Ano Curricular / Curricular Year	Nº de estudantes / Number of students
1º ano curricular do 2º ciclo	84
2º ano curricular do 2º ciclo	130
	214

5.2. Procura do ciclo de estudos.

5.2. Procura do ciclo de estudos / Study programme's demand

	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano/ Last year	Ano corrente / Current year
N.º de vagas / No. of vacancies	25	30	30
N.º de candidatos / No. of candidates	46	66	49
N.º de colocados / No. of accepted candidates	25	30	31
N.º de inscritos 1º ano 1ª vez / No. of first time enrolled	98	112	77
Nota de candidatura do último colocado / Entrance mark of the last accepted candidate	0	0	0
Nota média de entrada / Average entrance mark	0	0	0

5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes

5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes.

O número total de colocados diz respeito ao concurso interno de acesso ao 2º ciclo (CIA2C). O n.º de inscritos 1º ano 1ª vez inclui as vagas do CIA2C + alunos ingressados por acesso directo ao 2º ciclo.

Conforme referido anteriormente, os alunos que ingressam no curso incluem: i) os selecionados no concurso interno de acesso, a que concorrem os diplomados de 1.ºs ciclos IST sem coerência científica com Eng.ª Informática e de Computadores e licenciados de outras escolas (número de vagas actuais), e ii) os alunos transitados directamente do 1.º ciclo de Eng.ª Informática e de Computadores e de outros 1.ºs ciclos IST com coerência científica. A partir de 2020/2021, todos os alunos serão selecionados a partir de um concurso único aberto a alunos IST e não-IST. Desta forma, não se aplica a nota de entrada do último candidato ou a nota média de entrada.

Dado o contexto pandémico do ano 2020, o início do ano letivo 2020/2021 ficou adiado e, por esse motivo, não existe informação para os indicadores de procura do CE para 2020/2021 à data de recolha de informação.

5.3. Eventual additional information characterising the students.

The total number of vacancies refers to the internal competition for access to the 2nd cycle (CIA2C). The number of enrollees 1st year 1st time includes vacancies at CIA2C + students enrolled through direct access to the 2nd cycle.

As stated previously, students entering the course include: i) those selected in the internal access competition, to which IST graduates without scientific coherence compete with Computer Science and Engineering and graduates from other schools, and ii) the students directly carried over from the 1st cycle of Computer Science and Engineering and from other IST 1st cycles with scientific coherence. From 2020/2021, all students will be selected from a single competition open to IST and non-IST students. This way, the entry score of the last candidate or the average entry score does not apply.

Given the pandemic context of the year 2020, the beginning of the 2020/2021 school year has been postponed and, for this reason, there is no information for the EC demand indicators for 2020/2021 at the date of information collection.

6. Resultados

6.1. Resultados Académicos

6.1.1. Eficiência formativa.

6.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency

	Antepenúltimo ano / Two before the last year	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year
N.º graduados / No. of graduates	74	64	56
N.º graduados em N anos / No. of graduates in N years*	56	44	37
N.º graduados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	11	15	10

N.º graduados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	4	4	5
N.º graduados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	3	1	4

Pergunta 6.1.2. a 6.1.3.

6.1.2. Apresentar relação de teses defendidas nos três últimos anos, indicando, para cada uma, o título, o ano de conclusão e o resultado final (exclusivamente para cursos de doutoramento).

n/a.

6.1.2. List of defended theses over the last three years, indicating the title, year of completion and the final result (only for PhD programmes).

n/a.

6.1.3. Comparação do sucesso escolar nas diferentes áreas científicas do ciclo de estudos e respetivas unidades curriculares.

(% aprov. UCs e ACs 1920)

>79 *Arquitetura e Sistemas Operativos*<

96 *Administração e Gestão de Infraestruturas e Serviços de It*

80 *Ambientes Inteligentes*

88 *Aplicações e comput. para a Internet das Coisas*

86 *Ciber Segurança Forense*

80 *Comput. em Nuvem e Virtualização*

93 *Comput. Móvel e Ubíqua*

77 *Desenvolvimento de Aplicações Distribuídas*

45 *Eng. de Sistemas de Larga Escala*

77 *Segurança Informática em Redes e Sistemas*

87 *Sistemas de Elevada Confiabilidade*

>86 *Comput. Gráfica e Multimédia*<

63 *Animação e Visualização Tridimensional*

90 *Comput. Gráfica para Jogos*

81 *Comunicação Visual Interactiva*

95 *Conceção Centrada no Utilizador*

96 *Design de Interação para a Internet das Coisas*

83 *Design de Jogos*

90 *Produção de Conteúdos Multimédia*

77 *Programação 3D*

91 *Realidade Virtual*

92 *Visualização de Informação*

>86 *Inteligência Artificial*<

95 *Agentes Autónomos e Sistemas Multi-Agente*

86 *Aprendizagem*

94 *Int. Artificial para Jogos*

93 *Língua Natural*

91 *Metodol. de Desenvolvimento de Jogos*

88 *Planeamento, Aprendizagem e Decisão Inteligente*

81 *Procura e Planeamento*

63 *Representação do Conhecimento e Raciocínio*

86 *Robôs Sociais e Interação Pessoa Robô*

>79 *Metodologia e Tecnologia da Programação*<

88 *Algoritmos Avançados*

59 *Algoritmos para Lógica Computacional*

79 *Arquiteturas de Software*

82 *Bioinformática*

95 *Ciência das Redes Complexas*

85 *Comput. Paralela e Distribuída*

72 *Especificação de Software*

78 *Linguagens de Programação*

79 *Programação Avançada*

75 Segurança em Software
79 Teste e Validação de Software

>80 Sistemas de Informação<
73 Administração de Dados e Sistemas de Informação
85 Análise e Integração de Dados
81 Arquitetura Empresarial
71 Ciência de Dados
85 Eng. e Tecnologia de Processos de Negócio
93 Fundamentos de Sistemas de Informação
95 Gestão de Projectos Informáticos
91 Gestão de Sistemas de Informação
67 Integração Empresarial
77 Processamento e Recuperação de Informação
67 Tecnologias de Informação em Saúde

>96 Competências Transversais<
96 Port. Pessoal 1
96 Port. Pessoal 2

>70 Dissertações< (*)
67 Dissertação - Mestrado em Eng. Informática e de Computadores
72 Projeto de Dissertação de Mestrado em Eng. Informática e de Computadores
 (*) Em 1819, 1920 ainda não finais devido aos adiamentos por causa da pandemia

>48 Outros Departamentos<
86 Introdução à Robótica
33 Processamento de Imagem e Visão
62 Sistemas Robóticos em Manipulação
44 Processamento de Fala
78 Criptografia e Protocolos de Segurança
30 Computabilidade e Complexidade
0 Desempenho e Dimensionamento de Redes e Sistemas

Os resultados, na ordem dos 80%-85%, são consistentes entre as várias ACs. A nível das UCs, apesar de haver uma maior variabilidade os resultados continuam bons. Apenas duas têm taxas de sucesso mais baixas ($\leq 60\%$), e explicam em grande parte a pequena assimetria entre as áreas, não é um problema sistémico mas pontual. Os valores referentes a UCs de Outros Deptos. refletem o baixo número de inscritos, em que o insucesso de poucos se traduz numa alta percentagem.

6.1.3. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and the respective curricular units.
 (approval % for 1920 courses)

>79 Architecture and Operating Systems<
96 It Infrastructure Management and Administration
80 Ambient Intelligence
88 Internet of Things Interaction Design
86 Forensics Cyber-Security
80 Cloud Computing and Virtualization
93 Mobile and Ubiquitous Computing
77 Design and Implementation of Distributed Applications
45 Engineering of Large Scale Systems
77 Network and Computer Security
87 Highly Dependable Systems

>86 Computer Graphics and Multimedia<
63 Three-Dimensional Visualization and Animation
90 Computer Graphics for Games
81 Interactive Visual Communication
95 User Centered Design
96 Internet of Things Interaction Design
83 Game Design
90 Multimedia Content Production
77 3d Programming
91 Virtual Reality
92 Information Visualization

>86 Artificial Intelligence<
95 Autonomous Agents and Multi-Agent Systems
86 Machine Learning
94 Artificial Intelligence in Games
93 Natural Language
91 Game Development Methodology
88 Planning, Learning and Intelligent Decision-Making
81 Search and Planning
63 Knowledge Representation and Reasoning
86 Social Robots and Human-Robot Interaction

>79 Programming Methodology and Technology<
88 Advanced Algorithms
59 Algorithms for Computational Logic
79 Software Architectures
82 Bioinformatics
95 Network Science
85 Parallel and Distributed Computing
72 Software Specification
78 Programming Languages
79 Advanced Programming
75 Software Security
79 Software Testing and Validation

>80 Information Systems<
73 Data Administration in Information Systems
85 Data Analysis and Integration
81 Enterprise Architecture
71 Data Science
85 Business Process Management
93 Foundations of Information Systems
95 Information Systems Project Management
91 IT Governance and Management
67 Enterprise Integration
77 Information Processing and Retrieval
67 Health ICT

>80 Soft Skills<
96 Independent Studies 1
50 Independent Studies 2
96 Independent Studies 2

>70 Dissertations< (*)
67 Master Thesis
72 Project
 (*) Results for 1819, as those for 1920 are not final due to COVID postponements

>48% Other Departments<
86% Introduction to Robotics
33% Image Processing and Vision
62% Robotic Systems in Manipulation
44% Spoken Language Processing
78% Cryptography and Security Protocols
30% Computability and Complexity
0% Performance Evaluation and Dimensioning of Networks and Systems

The results are very satisfactory, around 80%-85%, consistent among the different Scientific Areas. As for the individual courses, although there is a larger variability, results are still good. Only two courses have lower approval rates (<60%), explaining to a large extent the small asymmetries between areas, and showing this is due to well circumscribed circumstances. The values for courses from Other Departments reflect the low number of enrolled students, where just one or two failing may result in a large percentage value.

6.1.4. Empregabilidade.

6.1.4.1. Dados sobre desemprego dos diplomados do ciclo de estudos (estatísticas da DGEEC ou estatísticas e estudos

próprios, com indicação do ano e fonte de informação).

% de diplomados de 2º ciclo a desempenhar actividade remunerada - 100%
Diplomados registados em centro de emprego como "Desempregados" (DGEEC) - 0%

Informação metodológica:

Inquérito interno à situação profissional dos recém-diplomados de 2º ciclo do IST

Coorte analisada: Diplomados que concluíram o curso em 2016/17

Período de referência (Data de aplicação do inquérito): Jun - Dez de 2019

N (nº de diplomados) - 74

n (nº de diplomados inquiridos) - 27

% de resposta - 36.5%

Total de diplomados 2015-2018: 234

Total de desempregados com habilitação superior obtida 2015-2018: 0

% de desempregados com habilitação superior obtida entre 2015 e 2018: 0.0%

6.1.4.1. Data on the unemployment of study programme graduates (statistics from the Ministry or own statistics and studies, indicating the year and the data source).

% 2nd cycle graduates performing a paid activity - 100%

Graduates register in unemployment centers as "Unemployed" (DGEEC) - 0%

Methodological Information:

Internal survey regarding the professional status of 2nd cycle IST graduates

Inquirees: graduates that finished the degree in 2016/17

Reference period (date the survey was undertaken): Jun-Dec 2019

N (n. graduates) - 74

n (n. inquired graduates) - 27

Response % - 36.5%

Total graduates 2015-2018: 234

Total unemployed with higher education obtained 2015-2018: 0

% of unemployed with higher education obtained between 2015 and 2018: 0.0%

6.1.4.2. Reflexão sobre os dados de empregabilidade.

Com uma empregabilidade de 100%, e embora isto reflita o mercado de trabalho na área da Eng. Informática, isto continua a revelar o forte reconhecimento, por parte dos empregadores, da qualidade dos alunos do MEIC. Isto por sua vez é indicador da qualidade da estrutura e conteúdos do curso.

6.1.4.2. Reflection on the employability data.

An employment rate of 100%, and although this reflects the state of the job market in the computer science area, continues to show the strong recognition, from employers, of the quality of MEIC graduates. This, in itself, is revealing of the quality of the degree's structure and contents.

6.2. Resultados das atividades científicas, tecnológicas e artísticas.

6.2.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica

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

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	N.º de docentes do ciclo de estudos integrados/ No. of integrated study programme's teachers	Observações / Observations
Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Investigação e Desenvolvimento em Lisboa (INESC-ID)	Excelente	IST	68	Centro de origem da maioria dos docentes do Ciclo de Estudos
Centro de Filosofia das Ciências da Universidade de Lisboa	Muito Bom	FCUL	1	NA
Instituto de Telecomunicações	Muito Bom	IST	8	Docentes pertencem ao polo do IT sediado no IST

Centro de Análise Funcional, Estruturas Lineares e Aplicações	Bom	IST	1	Centro na área da matemática, sediado no IST
INOV INESC Inovação	NA	IST	2	Associado ao INESC-ID. Classificação do INESC-ID: Excelente
Instituto de Sistemas e Robótica (ISR) / LARSyS	Excelente	IST	6	Um dos institutos que compõe o LARSyS, sediado no IST
ITI – Interactive Technologies Institute - LARSyS	NA	IST	2	Um dos institutos que compõe o LARSyS, sediado no IST. Classificação do LARSyS: Excelente
CEMAT - Center for Computational and Stochastic Mathematics	Muito Bom	IST	1	Centro na área da matemática, sediado no IST
Centro de Estudos de Gestão do Instituto Superior Técnico (CEG-IST)	Muito Bom	IST	1	Centro na área da gestão, sediado no IST
IDMEC - Instituto de Engenharia Mecânica	NA	IST	1	Um dos institutos que compõe o LAETA, sediado no IST. Classificação do LAETA: Excelente
Centro de Química Estrutural	Excelente	IST	1	Centro na área da Química, sediado no IST
Civil Engineering Research and Innovation for Sustainability (CERIS)	Excelente	IST	1	Centro na área da Eng. Civil, sediado no IST

Pergunta 6.2.2. a 6.2.5.

6.2.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos em revistas internacionais com revisão por pares, livros ou capítulos de livros, ou trabalhos de produção artística, relevantes para o ciclo de estudos.

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/83a05057-3a7a-77eb-cbcd-5fd113268a5d>

6.2.3. Mapa-resumo de outras publicações relevantes, designadamente de natureza pedagógica:

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/83a05057-3a7a-77eb-cbcd-5fd113268a5d>

6.2.4. Atividades de desenvolvimento tecnológico e artístico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada na(s) área(s) científica(s) fundamental(ais) do ciclo de estudos, e seu contributo real para o desenvolvimento nacional, regional e local, a cultura científica e a ação cultural, desportiva e artística.

Para além das suas funções de Ensino e I&D, o IST desenvolve atividades de ligação à Sociedade, contribuindo para o desenvolvimento económico e social do País em áreas relacionadas com a sua vocação no domínio da Eng., Ciência e Tecnologia. Procura-se estimular a capacidade empreendedora de alunos e docentes, privilegiando a ligação ao tecido empresarial. Os alunos podem participar num conjunto alargado de atividades extracurriculares fomentadas pelas associações de estudantes e com o apoio da Escola. As infraestruturas existentes permitem a prática de atividades culturais, lúdicas e desportivas, as quais assumem um papel importante na vida no IST e contribuem para que a vivência universitária se estenda para além do ensino. O cinema, o teatro, a música, a pintura, o jornalismo, a fotografia e a rádio têm assumido uma importância crescente. A nível desportivo é possível a prática de um vasto conjunto de modalidades, havendo equipas universitárias em várias competições. A maior parte do impacto direto do IST na sociedade faz-se no âmbito dos vários projetos de investigação em que os seus docentes participam, bem como em ações de transferência de tecnologia, desenvolvimento de software, e consultoria. Servimos também na qualidade de peritos em situações (em casos de tribunal, por exemplo). O departamento de Eng. informática oferece uma pós-graduação em sistemas de informação (POSI), uma pós-graduação de reconversão profissional (SISE), para além de cursos curtos sobre gestão de projetos, gestão de serviços, e proteção e segurança de dados. Tem ainda organizado diversas iniciativas abertas à sociedade, como por exemplo sessões de introdução à programação para jovens (com 500 participantes) e palestras com diretores de informática. Os professores do departamento criaram ainda um curso online curto (MOOC) gratuito sobre Transformação Digital que já teve mais de 2,500 participantes. No contexto da UC de portfólios, são promovidos pequenos projetos para empresas, que devem ser abordados de forma holística e não meramente técnica. Outro exemplo foi a criação do NEIIST (Núcleo de Eng. Informática do IST), que promove hoje em dia inúmeras atividades junto dos alunos, incluindo várias formações, sobre os mais diversos temas. O evento anual Semana Informática - SINFO (<http://www.sinfo.org>), o maior do seu tipo em Portugal e aberto a toda a sociedade, é organizado por alunos do MEIC.

6.2.4. Technological and artistic development activities, services to the community and advanced training in the fundamental scientific area(s) of the study programme, and their real contribution to the national, regional or local development, the scientific culture and the cultural, sports or artistic activity.

In addition to its teaching and R&D functions, IST develops activities of connection to the society, contributing to the economic and social development of the country in areas related to its vocation in the fields of Engineering, Science and Technology. There is an aim to stimulate the entrepreneurial capacity of students and faculty, favouring the existence of links to enterprises. Students can participate in a wide range of extracurricular activities sponsored by

student's organizations and with the support of the School. The existing infrastructure allows the exercise of cultural activities, recreational and sports, which play an important role in IST life and contribute to a university experience extending beyond the learning process. Cinema, theatre, music, painting, journalism, photography and radio have assumed increasing importance. In sports, the practice of a wide range of modalities is possible, with university teams involved in various competitions. Most of the direct impact of IST in the society at large takes place through the several research projects in which professors participate, as well as other technology transfer, software development, and consulting projects. We also serve as experts where required (in court cases, for instance). The computer science department also offers a postgraduate degree in information systems (POSI), a postgraduate professional retraining program (SISE), as well as short courses on project management, service management, and protection and data security. It has also organized several initiatives open to society, such as introductory programming sessions for young people (with 500 participants) and lectures with IT directors. The department's professors have also created a free short online course (MOOC) on Digital Transformation that already had 2,500 participants. In the context of Portfolios, students must perform real-life work, in a holistic (not only technical) way. NEIIST, which congregates MEIC students, was also created in the context of Portfolios. It promotes several activities and training courses for students. Every year SINFO (<http://www.sinfo.org>), the biggest of its kind in Portugal is an event open to all, organized MEIC students.

6.2.5. Integração das atividades científicas, tecnológicas e artísticas em projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais, incluindo, quando aplicável, indicação dos principais projetos financiados e do volume de financiamento envolvido.

A grande maioria dos docentes da MEIC está integrada no INESC-ID, cujo número de projetos é listado a seguir:

ano	todos	internac.	nacionais
2015	76	22	41
2016	61	21	27
2017	55	19	24
2018	99	13	60
2019	93	17	55

Montante de financiamento em projetos por ano (em milhares de euros):

ano	todos	internac.	nacionais
2015	2.912	2.035	643
2016	2.115	1.411	555
2017	2.125	1.088	903
2018	2.699	903	1.410
2019	4.180	985	2.623

Nota: a coluna "todos" inclui todos os tipos de projetos que decorreram no INESC-ID.

6.2.5. Integration of scientific, technologic and artistic activities in projects and/or partnerships, national or international, including, when applicable, the main projects with external funding and the corresponding funding values.

The vast majority of MEIC faculty members are integrated into INESC-ID. INESC-ID relevant data is listed below:

Number of projects running

year	all	internat.	nacionais
2015	76	22	41
2016	61	21	27
2017	55	19	24
2018	99	13	60
2019	93	17	55

Total amount of funding per year (thousands of euros):

ano	all	internat.	nacionais
2015	2.912	2.035	643
2016	2.115	1.411	555
2017	2.125	1.088	903
2018	2.699	903	1.410
2019	4.180	985	2.623

Note: The "all" column includes all types of projects that have taken place in INESC-ID.

6.3. Nível de internacionalização.

6.3.1. Mobilidade de estudantes e docentes

6.3.1. Mobilidade de estudantes e docentes / Mobility of students and teaching staff

	%
Alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Foreign students enrolled in the study programme	0
Alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Students in international mobility programmes (in)	1
Alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Students in international mobility programmes (out)	3
Docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Foreign teaching staff, including those in mobility (in)	0
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Teaching staff mobility in the scientific area of the study (out).	0

6.3.2. Participação em redes internacionais com relevância para o ciclo de estudos (redes de excelência, redes Erasmus).

6.3.2. Participação em redes internacionais com relevância para o ciclo de estudos (redes de excelência, redes Erasmus).

O IST participa em 6 redes de excelência internacionais, com objetivos diferenciados: CLUSTER (12 das melhores escolas de Eng. da Europa), TIME (54 parceiros, focada em programas duplos/conjuntos; membro do advisory committee), ATHENS (14 parceiros; Formações de curta duração), MAGALHÃES (30 parceiros; rede de cooperação entre a europa e a américa central e do sul; tem programa de mobilidade equivalente a erasmus - mais de 1000 estudantes por ano; membro do follow-up committee), CESAER (com mais de 40 parceiros na europa; focada no lobby com a Comissão Europeia; membro do advisory board) e HERITAGE (18 parceiros europeus e da Índia, para estimular cooperação entre as duas regiões). Destacam-se também projetos ICM com Índia, Geórgia, Marrocos, Arménia, Israel, Iraque, África do Sul e Marrocos, projetos Erasmus Plus KA2 com diferentes latitudes do mundo (Nepal, Tailândia, etc) e continuação do Erasmus Mundus Joint Masters (e.g., EMDC in Distributed Computing) para um programa doutoral.

6.3.2. Participation in international networks relevant for the study programme (excellence networks, Erasmus networks, etc.).

IST is currently involved in 6 international networks with multiple goals: CLUSTER (12 of the best engineering schools in Europe), TIME (54 partners focused on double/joint degrees; member of the advisory committee), ATHENS (14 partners, short training courses), MAGALHÃES (30 partners; cooperation network between Europe and Central and South America. It has mobility programmes equivalent to ERASMUS with over 1000 students per year), CEASER (network with 40 european partners. Focused on lobbying with the EU. Member of the advisory board) and HERITAGE (18 partners from Europe and India with the goal of stimulating the cooperation between both regions). It is important to point out ICM projects with India, Georgia, Morocco, Armenia, Israel, Iraq and South Africa, ERASMUS Plus KA2 with several regions around the globe (Nepal, Thailand, etc) and continuation of the programme Erasmus Mundus Joing Masters (e.g., EMDC in Distributed Computing with KTH and UPC) onto a PhD programme.

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

No campo 6.1.1, não são apresentados dados referentes ao ano letivo de 2019/2020 porque, devido a adiamentos causados pela pandemia COVID-19, ainda há defesas de tese por realizar, e o ano letivo não está fechado, impossibilitando ainda o cálculo dos valores em falta. São apresentados os anos lectivos 2016/17, 2017/18, 2018/19.

Também devido à pandemia, no campo 6.3.1, não há dados referentes a 2020/2021, por isso apresentamos os mais recentes disponíveis, de 2019/2020.

A percentagem de docentes estrangeiros do ano mais recente com informação disponível (2018/2019) foi 7.6%.

6.4. Eventual additional information on results.

In field 6.1.1, we do not present data for the academic year 2019/2020 as, due to the COVID-19 pandemic, there are still MSc defences to take place. Thus, the required data cannot be calculated yet.

Likewise due to the pandemic, in field 6.3.1, data for year 2020/2021 is not yet calculated, thus we present the most recent available, from 2019/2020.

The percentage of foreign teachers in the most recent year with available information (2018/2019) was 7.6%.

7. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade

7.1 Existe um sistema interno de garantia da qualidade certificado pela A3ES

7.1. Existe um sistema interno de garantia da qualidade certificado pela A3ES (S/N)?

Se a resposta for afirmativa, a Instituição tem apenas que preencher os itens 7.1.1 e 7.1.2, ficando dispensada de preencher as secções 7.2.

Se a resposta for negativa, a Instituição tem que preencher a secção 7.2, podendo ainda, se o desejar, proceder ao preenchimento facultativo dos itens 7.1.1 e/ou 7.1.2.

Sim

7.1.1. Hiperligação ao Manual da Qualidade.

http://cgq.tecnico.ulisboa.pt/files/sites/76/manualqualidadev03_00.pdf

7.1.2. Anexar ficheiro PDF com o último relatório de autoavaliação do ciclo de estudos elaborado no âmbito do sistema interno de garantia da qualidade (PDF, máx. 500kB).

[7.1.2._r3a_meic-t_2018_19_c.pdf](#)

7.2 Garantia da Qualidade

7.2.1. Mecanismos de garantia da qualidade dos ciclos de estudos e das atividades desenvolvidas pelos Serviços ou estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem, designadamente quanto aos procedimentos destinados à recolha de informação (incluindo os resultados dos inquéritos aos estudantes e os resultados da monitorização do sucesso escolar), ao acompanhamento e avaliação periódica dos ciclos de estudos, à discussão e utilização dos resultados dessas avaliações na definição de medidas de melhoria e ao acompanhamento da implementação dessas medidas.

Nos últimos anos o IST assumiu como objetivo estratégico da escola o desenvolvimento de um Sistema Integrado de Gestão da Qualidade (SIQuIST), com o objetivo de promover e valorizar a cultura de qualidade desenvolvida no IST com a institucionalização de um conjunto de procedimentos que imprimam a melhoria contínua e o reajustamento, em tempo real, dos processos internos. O modelo abrange as 3 grandes áreas de atuação do IST: Ensino, I&DI, e atividades de ligação à sociedade assumindo-se como áreas transversais os processos de governação, gestão de recursos e internacionalização da escola. No Ensino estão instituídos vários processos de garantia da qualidade, destacando-se: o Guia Académico, Programa de Tutorado, QUC (subsistema de garantia de qualidade das unidades curriculares), e R3A (Relatórios anuais de autoavaliação) que incluem indicadores decorrentes do desenvolvimento de inquéritos e estudos vários. A funcionar em pleno no 1o e 2o ciclos, está em curso a extensão destes dois últimos ao 3o ciclo.

7.2.1. Mechanisms for quality assurance of the study programmes and the activities promoted by the services or structures supporting the teaching and learning processes, namely regarding the procedures for information collection (including the results of student surveys and the results of academic success monitoring), the monitoring and periodic assessment of the study programmes, the discussion and use of the results of these assessments to define improvement measures, and the monitoring of their implementation.

Over the last years, the IST has invested in the development of an Integrated Quality Management System (SIQuIST), with the ultimate purpose of promoting and enhancing the culture of quality developed at the IST, with the institutionalization of a set of procedures leading to continuous improvement and readjustment, in real time, of internal procedures. It covers IST's 3 large areas of action: Teaching, R&DI, and activities reaching out to society – establishing the processes of governance, resource management and internationalization as crosscutting areas. The area "Education" provides several quality assurance processes, among which the Academic Guide, the Tutoring Programme, the QUC (quality assurance subsystem for course units) which include indicators arising from the development of surveys and different studies. It became fully operational for 1st and 2nd cycles and the extension of these two cycles to the 3rd cycle is being analysed.

7.2.2. Indicação da(s) estrutura(s) e do cargo da(s) pessoa(s) responsável(eis) pela implementação dos mecanismos de garantia da qualidade dos ciclos de estudos.

A coordenação e gestão do SIQuIST cabe ao Conselho para a Gestão da Qualidade da instituição (CGQ), o qual é dirigido pelo Presidente do IST, ou pelo membro do CGQ em quem este delegar. Compete ao CGQ, no quadro do sistema nacional de acreditação e avaliação, nos termos da lei e no respeito pelas orientações emanadas pelos órgãos do IST, propor e promover os procedimentos relativos à avaliação da qualidade a prosseguir pelo IST no âmbito das atividades de ensino, I&DI, transferência de tecnologia e gestão, bem como analisar o funcionamento do SIQuIST, elaborar relatórios de apreciação e pronunciar-se sobre propostas de medidas de correção que considere adequadas ao bom desempenho e imagem da Instituição. Para além do Presidente do IST integram o CGQ: um membro do Cons. Científico, um docente e um aluno do Cons. Pedagógico, os Coordenadores das Áreas de Estudos e Planeamento e de Qualidade e Auditoria Interna, e o Presidente da Ass. de Estudantes do IST.

7.2.2. Structure(s) and job role of person(s) responsible for implementing the quality assurance mechanisms of the study programmes.

The SIQuIST is coordinated and managed by the institution's Quality Management Council (CGQ), which is chaired by the President of IST, or by the member of the CGQ to whom he delegates that power. Under the national accreditation and evaluation framework and under the law and in compliance with the guidelines issued by the IST's bodies, the CGQ is responsible for proposing and promoting the procedures regarding the quality evaluation to be pursued by the IST under its activities of teaching, R&DI, technology transfer and management, as well as analyzing how the SIQuIST works, elaborating assessment reports and giving an opinion on proposals of corrective measures deemed fit to the sound performance and image of the institution. The CHQ comprises the President of IST, a member of the Scientific Board, a teacher and a student of the Pedagogical Council, the Coordinators of the Planning and Studies and Internal Quality and Audit Offices and the President of Students' Association of IST.

7.2.3. Procedimentos de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

A avaliação está regulamentada na U. Lisboa (DR, 2 série, nº 192, de 6.10.2014) e pelo Regulamento de Avaliação de Desempenho do IST (DR, 2 série, nº 88, de 8.05.2017) e abrange a actividade dos docentes conforme constante no ECDU.

Para actualização e desenvolvimento profissional, os docentes participam de forma regular em acções de formação como por exemplo:

- * *Active learning – metodologias ativas em sala de aula*
- * *Aulas práticas: Oportunidade(s) e desafios*
- * *Avaliação de trabalhos de grupo – soluções inovadoras*
- * *Avaliação: Conceitos e práticas*
- * *Competências de Comunicação e Voz na docência: Conhecer para otimizar*
- * *Emoções na sala de aula*
- * *Envolver os alunos nas aulas: Aceitamos o desafio?*
- * *Estilos de Comunicação (Assertividade) e Inteligência Emocional*
- * *Feedback e Feedforward na Comunicação Docente-Estudantes*
- * *Flipped Classroom*
- * *Formular objetivos de aprendizagem*
- * *Inteligência Emocional e Soft Skills*
- * *Mindfull teaching*
- * *MindMapping para docentes*

7.2.3. Procedures for the assessment of teaching staff performance and measures for their continuous updating and professional development.

The evaluation is regulated by the Universidade de Lisboa (DR, 2 série, nº 192, de 6.10.2014) and by the IST regulation (DR, 2 série, nº 88, de 8.05.2017). The evaluation covers the areas defined in the profession legal Statute for university professors (ECDU).

Professors participate regularly in formation initiatives such as the following:

- * *Active learning - active classroom methodologies*
- * *Practical classes: Opportunities and challenges*
- * *Evaluation of group work - innovative solutions*
- * *Evaluation: Concepts and practices*
- * *Communication and Voice Competencies in teaching: Knowing to optimize*
- * *Emotions in the classroom*
- * *Involve students in class: Do we accept the challenge?*
- * *Styles of Communication (Assertiveness) and Emotional Intelligence*
- * *Feedback and Feedforward in Communication: Teacher-Students*
- * *Flipped Classroom*
- * *Formulate Learning Objectives*
- * *Emotional Intelligence and Soft Skills*
- * *Mindful teaching*
- * *Mind Mapping for Teachers*

7.2.3.1. Hiperligação facultativa ao Regulamento de Avaliação de Desempenho do Pessoal Docente.

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/units/2482491971449/regulamentos-c5f>

7.2.4. Procedimentos de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

A avaliação do desempenho do pessoal não-docente ocorre no âmbito do Subsistema de Avaliação do Desempenho dos Trabalhadores da Administração Pública (SIADAP). Esta avaliação tem como objectivo o acompanhamento de desenvolvimento profissional, identificação de potencialidades profissionais que devam ser desenvolvidas, o diagnóstico de necessidades de formação e a promoção da progressão na carreira.

Nos últimos 3 anos todo o pessoal não-docente afecto ao ciclo de estudos fez formação em inglês. No total a equipa, no seu conjunto, realizou 14 cursos de formação vocacionada para a área de trabalho.

7.2.4. Procedures for the assessment of non-academic staff performance and measures for their continuous updating and professional development.

The performance evaluation of the non-academic staff is defined by the Subsystem of performance evaluation of the workers of the public administration (SIADAP). The goal of the evaluation is to foster the professional development, identification of professional skills to be improved, diagnose the needs for further development and career progression. In the last 3 years, all non-academic staff that supports the programme had English classes. Overall, the non-academic staff was involved in 14 professional development courses aligned with their specific areas of work.

7.2.5. Forma de prestação de informação pública sobre o ciclo de estudos.

Para além da divulgação feita institucionalmente pelo IST para estes e outros cursos, nos media e através dos sites da escola (<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/meic-a>), destacamos um evento anual, aberto a todos os interessados, "Tudo Sobre o MEIC", onde é apresentado o ciclo de estudos (estrutura, UCs, saidas profissionais, etc.)

7.2.5. Means of providing public information on the study programme.

The school provides institutional dissemination for this and other degrees in the media and through the school's website (<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/meic-a>). Noteworthy is also a yearly event, "All About MEIC", open to all interested people, where the programme is presented (structure, courses, professional outcomes, etc.)

7.2.6. Outras vias de avaliação/acreditação nos últimos 5 anos.

A principal fonte de informação para todos os processos de acompanhamento e avaliação periódica dos CE é o sistema de informação e gestão Fénix, complementado com informação recolhida através de inquéritos à comunidade académica, e outras fontes externas à instituição quando necessário. O acompanhamento e avaliação periódica dos cursos são feitos através de vários mecanismos, destacandose os R3A que se traduzem num pequeno documento de publicação anual onde se sintetizam indicadores considerados representativos de três momentos distintos – Ingresso, Processo Educativo e Graduação – que permitem uma visão global e objetiva do curso num determinado ano. Os R3A, a funcionar em pleno no 1o e 2o ciclos estando em curso a extensão ao 3o ciclo, permitem uma visão global e a identificação dos aspetos críticos e constrangimentos de cada curso num dado ano, e deverão estar na base de um relatório síntese anual das atividades das coordenações de curso

7.2.6. Other assessment/accreditation activities over the last 5 years.

The main source of information for all periodic followup and assessment processes of the study cycles is the Fénix information and management system, completed with information obtained through academic surveys and other external sources, when necessary. The periodic followup and assessment processes of the programmes are carried out through mechanisms described in paragraph 2.2.1, of which the R3A are worth of note, which consist of a small, annually published document that summarizes the indicators deemed representative of three distinct stages – Admission, Educational Process and Graduation – which allow for a global and objective view of the programme in a certain year. Operational in the 1st and 2nd cycles, the R3A allow for a global view and the identification of the critical aspects and constraints of each programme in a certain year and should be the basis for a summary report of the activities of every course coordination board.

8. Análise SWOT do ciclo de estudos e proposta de ações de melhoria

8.1 Análise SWOT global do ciclo de estudos

8.1.1. Pontos fortes

- *Alunos dos melhores no país.*
- *Formação de referência na área de Eng.ª Informática com procura elevada e crescente.*
- *Oferta completa, abrangente, e relevante cientificamente (currículo ACM/IEEE).*
- *Estrutura curricular coerente e flexível (Especializações várias facultativas).*
- *Re-avaliação periódica da oferta face à procura e tendências emergentes.*
- *Uniformidade curricular entre campi ("um só MEIC").*
- *Gestão da operação do MEIC baseada em dados obtidos com base nas escolhas de alunos (pré-inscrições guiam a planificação do semestre, horários, avaliações).*

- *Recurso a Video-Conferência para garantir oferta de UCs em ambos os campi mesmo quando o número de alunos de um deles é mais baixo.*
- *Forte actividade de investigação do corpo docente, e conseqüente atualização dos curricula e envolvimento dos alunos essas actividades.*
- *Elevada qualidade do corpo docente (resultados QUC e número de docentes excelentes, do mais elevados no IST).*
- *Existência de docentes estrangeiros no corpo docente para promover internacionalização.*
- *Percentagem relevante de docentes mulheres num curso de Eng.^a informática.*
- *Corpo docente (comparativamente) jovem.*

8.1.1. Strengths

- *Some of the country's best students.*
- *Reference academic offering in the area of Computer Science and Engineering with highly and increasingly sought after.*
- *Curricular offer complete, comprehensive, and scientifically relevant (ACM/IEEE Curricula).*
- *Coherent and flexible curricular structure (elective specializations).*
- *Periodic re-evaluation of curricular offer based on emergent demand and trends.*
- *Curricular uniformity between campi ("a single MEIC").*
- *Operational management of MEIC based on data obtained based on student's choices (pre-enrollments guide planning of the semester, schedules, evaluations).*
- *Usage of Video-Conferencing to ensure courses are available in both campi, even when the number of students in one of them is low.*
- *Strong research activity of faculty and subsequent update of curricula and involvement of students in those activities.*
- *High quality of the teaching staff (QUC results and number of excellent teachers, one of the highest in IST).*
- *Existence of foreign teachers in the faculty to promote internationalization.*
- *Relevant percentage of female teachers in a Computer Science and Engineering programme.*
- *(Comparatively) young faculty.*

8.1.2. Pontos fracos

- *Complexidade de horários e calendários de avaliação (dimensão do curso, UCs partilhadas com outros cursos e departamentos, operação em dois campi).*
- *Limitações logísticas, em termos de particularmente salas com dimensão adequada, fazem-se sentir em UCs de elevada procura.*
- *Corpo docente sobrecarregado devido a um deficit crónico de número de docentes no DEI.*
- *Atractividade junto de candidatos internacionais e actividade de mobilidade reduzidas.*

8.1.2. Weaknesses

- *Complexity of class and evaluation schedules (size of the programme, shared courses with other programmes and departments, operation in two campi).*
- *Logistical limitations, especially in terms of appropriately-sized rooms, are felt in courses in high demand.*
- *Faculty overloaded due to a chronic deficit of FTE professors.*

- Attractiveness with international candidates and in mobility reduced.

8.1.3. Oportunidades

- Aplicação dos novos modelos e práticas pedagógicas no IST (MEPP) vai potenciar a atratividade das UCs, a aprendizagem e a autonomia dos alunos.

- Iniciativas pedagógicas do IST (MOOC, eLearning, etc.) e conseqüente melhoria de infra-estruturas e serviços.

- Elevada e crescente procura no mercado de trabalho na área da Eng.^a Informática é também fator de atratividade crescente de novos candidatos, inclusivé de 1.ºs ciclos não relacionados com a Eng.^a Informática.

- Ligação ao tecido empresarial, quer directa (docentes, alumni) quer institucional (Rede de Parceiros do Técnico).

- Re-estruturação de outros cursos do IST (fim dos Mestrados Integrados) e possível atracção para o MEIC de alunos com alguns desses primeiros ciclos no IST.

- Espaços mais recentes e de maior qualidade, aliados a maior proximidade entre os corpos docente e discente permitem potenciar a aplicação de novos modelos pedagógicos.

- Residência estudantil junto ao campus pode potenciar mais alunos deslocados e internacionais.

8.1.3. Opportunities

- Application of new teaching models and practices at IST (MEPP) will enhance the attractiveness of UCs, students' learning and autonomy.

- IST's pedagogical initiatives (MOOC, eLearning, etc.) and subsequent improvement in infrastructures and services

- High and growing demand in the labor market for people in the area of Computer Science Engineering is also a growing attractiveness factor for new candidates, including those from 1st cycles not related to Computer Science and Engineering.

- Connection to companies/industry, both direct (faculty, alumni) and institutional (IST's Partnership Network).

- Re-structuring of other of IST's programmes (the ending of Integrated MSc programmes) and possible attractivity to MEIC for students from those sources.

- More recent and higher quality spaces, combined with greater proximity between the teaching and student bodies, allow the application of new pedagogical models to be enhanced.

- Student residence on campus can boost more displaced and international students.

8.1.4. Constrangimentos

- Número de vagas com aumento recente mas sempre em número inferior ao aumento da procura.

- Forte procura por empresas e acesso ao mercado de trabalho serve de distrator para os alunos, levando alunos a empregarem-se antes da conclusão do curso, adiando ou até pondo-a em risco.

- Novos mestrados do IST e ULisboa em áreas relacionadas.

- Conjuntura e políticas de contratação de docentes.

- A acessibilidade mais difícil do Taguspark, quando comparada com o campus em Lisboa, faz com que para uma faixa significativa dos candidatos esta seja uma segunda opção (que ainda assim concorrem a ambos os campi).

8.1.4. Threats

- Number of vacancies with recent increase, but always less than the increase in demand.

- Strong demand for companies and access to the job market serves as a distractor for students, leading students to take up employment before the conclusion of the programme, postponing it or even putting it at risk.

- New masters from IST and ULisboa in related areas.

- Situation and policies for hiring teachers.

- Accessibility to the Taguspark campus more difficult when compared to the Lisbon campus, making it the second

choice for a relevant number of candidates (who, still, apply to both campi).

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2.1. Ação de melhoria

1 - Parte dos problemas advêm de alguma imprevisibilidade do número de alunos inscritos a cada UC, em virtude da flexibilidade do currículo. Para reduzir esta incerteza, existe um processo de pré-inscrições. No entanto, apesar deste ter sido já antecipado, continua a não ser suficiente para a sua maior eficácia, dado que é incapaz de capturar todos os potenciais inscritos, dadas as suas proveniências variadas. Assim, e tomando partido das alterações às admissões a ter lugar em virtude do MEPP, este processo irá ser ajustado face à nova realidade e também a um universo de alunos mais alargado e com maior cobertura face aos que realmente irão frequentar as várias UCs.

2 - Iremos estudar até que ponto a nova infra-estrutura tecnológica recentemente instalada pelo IST e que permite novas práticas pedagógicas e aumentar o número de aulas em video-conferência entre campi, e até entre salas diferentes do mesmo campus, pode aliviar a necessidade de salas de maiores dimensões.

3 - Envidar esforços junto dos órgãos centrais para reforçar a política de contratações do departamento, bem como reforçar a contratação de bolsiros para suprir necessidades não satisfeitas de outro modo.

4 - Procurar tirar partido da rede de contactos já existente de estudantes MEIC em mobilidade (in e out), das parcerias de investigação dos docentes do MEIC (e.g., Europa, Brasil) para divulgar o curso a uma audiência internacional mais ampla. Salientar actividade de investigação diferenciada no campus do Taguspark, fruto dos docentes e grupos de investigação nele residentes, servindo de fator atrator para alunos com interesses específicos nessas áreas.

8.2.1. Improvement measure

1 - Part of the issues rises from some unpredictability regarding the number of enrollments in each course, due to the flexibility and free-choice of the curriculum. To reduce this uncertainty, there is a pre-enrollment process. Alas, while this was already anticipated, it is still not enough to make it as useful as it could be. Thus, and taking advantage of the changes to the admissions process to be effected by IST with the coming into effect of MEPP, this pre-enrollment process will be adjusted, to reach a wider range of students, more representative of those actually enrolling in courses, later on.

2 - We will study to what extent the new infrastructure recently put in place by IST, to facilitate new pedagogical practices, and in the increase in the number of videoconferencing prepared classrooms, will allow for classes in that model to be shared between the campi and even between rooms of a same campus, to alleviate the need for large rooms.

3 - Strive before IST central bodies to strengthen faculty hiring policies, as well as increase hiring of teaching assistants to face demands impossible to provide by other means.

4 - Take advantage of the existing contact network of MEIC mobility students (in and out), and research partnerships of faculty (e.g. Europe, Brasil) to make the programme known to a wider international audience. Divulge, in particular the specific research activities that take place in that campus, undertaken by faculty and research groups residing there, which may serve as an attractiveness factor for students with those specific interests.

8.2.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

- 1 - alta
- 2 - alta
- 3 - alta
- 4 - média

8.2.2. Priority (high, medium, low) and implementation time.

- 1 - high
- 2 - high
- 3 - high
- 4 - medium

8.1.3. Indicadores de implementação

- 1 - Número de alunos pré-inscritos, face ao total de inscrições.
- 2 - Número de pedidos para troca de sala por falta de capacidade.
- 3 - Número de docentes do departamento.

4 - Número de candidatos internacionais.

8.1.3. Implementation indicator(s)

- 1 - Number of pre-enrollments, when compared to actually enrolled students.
- 2 - Number of requests for room changes due to lack of capacity.
- 3 - Number of faculty.
- 4 - Number of international candidates.

9. Proposta de reestruturação curricular (facultativo)

9.1. Alterações à estrutura curricular

9.1. Síntese das alterações pretendidas e respectiva fundamentação

O Técnico estabeleceu como uma das suas prioridades a atualização e adaptação do seu modelo de ensino e práticas pedagógicas aos dias de hoje. Neste contexto desencadeou um processo de análise e reflexão sobre o seu modelo de ensino e práticas pedagógicas, visando definir as linhas orientadoras para uma reorganização da formação na Escola. Em Janeiro de 2018 foi constituída a “Comissão de Análise do Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas”- CAMEPP do IST, mandatada pelos órgãos da Escola, para repensar o modelo de formação pedagógica do IST. Dessa análise resultou um conjunto de medidas relativamente à estrutura curricular, organização, filosofia, e práticas pedagógicas, que estão reflectidas no documento PERCIST- “Princípios enquadradores para a reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclo do Instituto Superior Técnico 2122”. O PERCIST estabeleceu as linhas gerais para a reestruturação de todos os cursos conferentes de grau de 1º e 2º ciclos do Instituto Superior Técnico (IST) que vão ser implementados em 21-22.

As principais medidas que vão ser implementadas e que foram incorporadas na reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclos do IST são aqui apresentadas de forma genérica:

- *Reconhecimento da importância da formação de base sólida em Ciências de Engenharia;*
- *Alteração para UCs de 12, 9, 6 e 3 unidades do Sistema europeu de transferência e acumulação de créditos (ECTS);*
- *Aumento generalizado da flexibilidade curricular a nível de 1º ciclo com a criação de pre-major (até 12ECTS), e no 2º ciclo com a oferta de opções livres (18-30ECTS);*
- *Criação de minors coerentes de 18 ECTS, ao nível do 2.º ciclo, numa área de formação complementar e multidisciplinar, que pode ser intra- ou interdepartamental;*
- *Criação/reforço de projetos integradores e interdisciplinares que envolverá trabalho preferencialmente em equipa e podendo ter por base problemas e desafios reais: i) num projeto tipo Capstone ii) numa Unidade de Investigação, ou iii) em ambiente empresarial (UC “Projeto Integrador de 1º ciclo (PIC1));*
- *A nível de 2º ciclo, a dissertação de mestrado poderá ser enquadrável também em uma de três modalidades: i) tese científica, ii) projeto em empresa e ii) projeto CAPSTONE, potenciando a interdisciplinaridade.*
- *Reconhecimento curricular de atividades extracurriculares;*
- *Introdução da formação em Atividades, Artes e Ciências Sociais (HASS);*
- *Reforço das competências transversais integradas nas unidades curriculares;*
- *Reforço das valências em computação e programação;*
- *Aumento da formação em empreendedorismo e inovação*
- *Mudança de paradigma de ensino com introdução/reforço de unidades curriculares baseadas em Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on;*

Informação mais detalhada sobre algum destes aspectos poderá ser disponibilizada e consultada em: Relatório CAMEPP e documento PERCIST.

9.1. Synthesis of the proposed changes and justification.

Técnico established, as one of its priorities, the reshaping of its teaching model and pedagogical practices to today’s world. In this context, it started a process of analysis and reflection on its teaching model and pedagogical practices, aiming to define the guidelines for a reorganization of the courses curricula and pedagogical model in the School. In January 2018, the “Comissão de Análise do Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas - CAMEPP” was set up, mandated by the School bodies, to rethink the IST’s pedagogical training model. This analysis resulted in a set of measures regarding the curricular structure, organization, philosophy, and pedagogical practices, which are reflected in the document PERCIST “Princípios enquadradores para a reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclo do Instituto Superior Técnico 2122””. PERCIST has established the general guidelines for restructuring all courses of Instituto Superior Técnico (IST), conferring degrees from 1st and 2nd cycles, and that will be implemented in 21-22.

The main measures that are going to be implemented, and that were incorporated in IST’s 1st and 2nd cycle courses, are presented here in a generic way:

- *Recognition of the importance of solid training in Engineering Sciences;*
- *Change to UCs of 12, 9, 6 and 3 units of the European credit transfer and accumulation system (ECTS);*

- **Increased of curricular flexibility at the 1st cycle level with the creation of pre-major curricular units (up to 12ECTS), and in the 2nd cycle with curricular units as free options (18-30ECTS);**
- **Creation of coherent minors of 18 ECTS, at the level of the 2nd cycle, in an area of complementary and multidisciplinary training, which can be intra- or interdepartmental;**
- **Creation / reinforcement of integrative and interdisciplinary projects that will involve preferably team work and may be based on real problems and challenges: i) in a Capstone project ii) in a Research Unit, or iii) in a business environment (UC "Projeto Integrador de 1st cycle (PIC1));**
- **At the 2nd cycle level, the master's dissertation may also fit into one of three types: i) scientific thesis, ii) company project and ii) CAPSTONE project, enhancing interdisciplinarity.**
- **Curricular recognition of extracurricular activities;**
- **Introduction of training in Humanities, Arts and Social Sciences (HASS);**
- **Reinforcement of transversal competences integrated in the curricular units;**
- **Reinforcement of computing and programming skills;**
- **Increased training in entrepreneurship and innovation**
- **Changing the teaching paradigm with the introduction / reinforcement of curricular units based on Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on;**

More detailed information on any of these aspects can be made available and consulted: CAMEPP report and PERCIST document.

9.2. Nova estrutura curricular pretendida (apenas os percursos em que são propostas alterações)

9.2. Tronco Comum

9.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável): *Tronco Comum*

9.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable). *Common Branch*

9.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and number of credits to award the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Competências Transversais / Crosscutting Skills	CT	6	0	
Opções-Todas as áreas científicas do IST / Options-All scientific areas of IST *	OL	0	24	* O elenco de UCs opção e Minors é fixado anualmente pelos Órgãos competentes do IST.
Todas as áreas científicas da Eng ^a Informática e de Computadores / All scientific areas in Computer Science Engineering **	ACEIC	42	0	** A Dissertação é desenvolvida no âmbito de Áreas Científicas em domínios relacionados com o curso.
(3 Items)		48	24	

9.2. Opções (Total)

9.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável): *Opções (Total)*

9.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable). *Options (Total)*

9.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and number of credits to award the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
-----------------------------------	-----------------	------------------------------------	---------------------------------	----------------------------

Arquitetura e Sistemas Operativos / Architecture and Operating Systems	ASO	0	0	Oferta de 60 ECTS
Interação e Gráficos / Interaction and Graphics	IG	0	0	Oferta de 66 ECTS
Inteligência Artificial / Artificial Intelligence	IA	0	0	Oferta de 48 ECTS
Metodologia e Tecnologia da Programação / Methodology and Programming Theory	MTP	0	0	Oferta de 66 ECTS
Sistemas de Informação / Information Systems	SI	0	0	Oferta de 66 ECTS
Computadores / Computers	Comp	0	0	Oferta de 6 ECTS
Sistemas, Decisão e Controlo / Systems, Decision and Control	SDC	0	0	Oferta de 18 ECTS
Controlo, Automação e Informática Industrial / Control, Automation and Industrial Informatics	CAII	0	0	Oferta de 6 ECTS
Lógica e Computação / Logic and Computing	LogComp	0	0	Oferta de 12 ECTS
-	-	0	48	(*) Número de créditos das ACs optativas necessários para a obtenção do grau ou diploma.
(10 Items)		0	48	

9.2. Minor (Opcional)

9.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável): *Minor (Opcional)*

9.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable). *Minor (Optional)*

9.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and number of credits to award the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Opções-Todas as áreas científicas do IST / Options-All scientific areas of IST	OL	0	18	*Escolher 18 ECTS coerentes p/ obter um Minor, de acordo c/ determinado na lista Minors public./ano
(1 Item)		0	18	

9.3. Plano de estudos

9.3. Plano de estudos - Tronco Comum - 1º Ano - 1º e 2º Semestre / 2º Ano - 1º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável): *Tronco Comum*

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable): *Common Branch*

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular: *1º Ano - 1º e 2º Semestre / 2º Ano - 1º Semestre*

9.3.2. Curricular year/semester/trimester: *1st Year - 1st and 2nd Semester / 2nd Year - 1st Semester*

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Competências Comunicacionais em Engenharia Informática e de Computadores I / Communication Skills in Computer Science and Engineering I	CT	semestral	84	TP - 21.00	3	
Competências Comunicacionais em Engenharia Informática e de Computadores II / Communication Skills in Computer Science and Engineering II	CT	semestral	84	TP - 21.00	3	
Projeto Integrador de 2º Ciclo em Engenharia Informática e de Computadores / 2nd Cycle Integrated Project in Computer Science and Engineering	ACEIC	semestral	336	OT - 28.00	12	
Opção Livre 1 ou Minor 1 / Free Option 1 or Minor 1	OL	semestral	168	n.a.	6	a) Escolher 18 ECTS de um conjunto de UCs coerentes, caso pretenda realizar um Minor; ...(*)
Opção Livre 2 ou Minor 2 / Free Option 2 or Minor 2	OL	semestral	168	n.a.	6	a)...(*) ou escolher 18 ECTS de qualquer unidade curricular de 2º ou 3º ciclo do IST ou Uisboa.
Opção Livre 3 ou Minor 3 / Free Option 3 or Minor 3	OL	semestral	168	n.a.	6	a) Idem.
Atividades Extracurriculares I / Extracurricular Activities I	OL	semestral	84	n.a.	3	b) Escolher até 6 ECTS de qualquer UC de 2º ou 3º ciclo do IST ou em Atividades Extracurriculares.
Atividades Extracurriculares II / Extracurricular Activities II	OL	semestral	84	n.a.	3	b) Escolher até 6 ECTS de qualquer UC de 2º ou 3º ciclo do IST ou em Atividades Extracurriculares.
-	-	-	0	0	0	(*) O aluno, por semestre, deverá realizar 30 ECTS

(9 Items)**9.3. Plano de estudos - Tronco Comum - 2º Ano - 2º Semestre****9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Tronco Comum****9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Common Branch****9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º Ano - 2º Semestre****9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
2nd Year - 2nd Semester****9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
--	---------------------------------------	------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------	--------------------------------

Dissertação de Mestrado em Engenharia
Informática e de Computadores / Master
Dissertation in Computer Science and
Engineering

ACEIC

semestral

840

OT - 28.00

30

(1 Item)

9.3. Plano de estudos - Unidades Curriculares Opcionais - Algoritmos e Aplicações - 1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Unidades Curriculares Opcionais - Algoritmos e Aplicações

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Optional CUs - Algorithms and Applications

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
1st Year / 1st and 2nd Semester

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Algoritmos para Lógica Computacional / Algorithms for Computational Logic	MTP	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Ciência das Redes Complexas / Network Science	MTP	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Computabilidade e Complexidade / Computability and Complexity	LogComp	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Algoritmos Avançados / Advanced Algorithms	MTP	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Computação Paralela e Distribuída / Parallel and Distributed Computing	MTP	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Linguagens de Programação	MTP	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	

(6 Items)

9.3. Plano de estudos - Unidades Curriculares Opcionais - Bioinformática e Biologia Computacional - 1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Unidades Curriculares Opcionais - Bioinformática e Biologia Computacional

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Optional CUs - Bioinformatics and Computational Biology

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
1st Year / 1st and 2nd Semester

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Aprendizagem Profunda (DEI) / Deep Learning (DEI)	IA	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Biologia Computacional / Computacional Biology	MTP	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Ciência das Redes Complexas / Network Science	MTP	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Ciência de Dados / Data Science	SI	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Algoritmos Avançados / Advanced Algorithms	MTP	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Tecnologias de Informação e Decisão Biomédica / Biomedical Decision and Information Technology	SI	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	

(6 Items)

9.3. Plano de estudos - Unidades Curriculares Opcionais - Ciber-Segurança - 1º Ano / 1º e 2º Semestre**9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Unidades Curriculares Opcionais - Ciber-Segurança****9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Optional CUs - Cyber-Security****9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Ano / 1º e 2º Semestre****9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
1st Year / 1st and 2nd Semester****9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Ciber Segurança Forense / Forensics Cyber-Security	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Segurança em Software / Software Security	MTP	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Segurança Informática em Redes e Sistemas / Network and Computer Security	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Criptografia e Protocolos de Segurança / Cryptography and Security Protocols	LogComp	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Segurança e Gestão de Sistemas de Informação / Security and Management of Information Systems	SI	semestral	168	S - 21.00; OT - 21.00	6	
Sistemas de Elevada Confiabilidade / Highly Dependable Systems	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	

(6 Items)

9.3. Plano de estudos - Unidades Curriculares Opcionais - Engenharia de Software - 1º Ano / 1º e 2º Semestre**9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

Unidades Curriculares Opcionais - Engenharia de Software**9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):****Optional CUs - Software Engineering****9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****1º Ano / 1º e 2º Semestre****9.3.2. Curricular year/semester/trimester:****1st Year / 1st and 2nd Semester****9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Arquitecturas de Software / Software Architectures	MTP	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Especificação de Software / Software Specification	MTP	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Gestão de Projectos Informáticos / Information Systems Project Management	SI	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Programação Avançada / Advanced Programming	MTP	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Teste e Validação de Software / Software Testing and Validation	MTP	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	

(5 Items)

9.3. Plano de estudos - Unidades Curriculares Opcionais - Engenharia e Ciência de Dados - 1º Ano / 1º e 2º Semestre**9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):****Unidades Curriculares Opcionais - Engenharia e Ciência de Dados****9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):****Optional CUs - Data Science and Engineering****9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****1º Ano / 1º e 2º Semestre****9.3.2. Curricular year/semester/trimester:****1st Year / 1st and 2nd Semester****9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise e Integração de Dados / Data Analysis and Integration	SI	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Aprendizagem Profunda (DEI) / Deep Learning (DEI)	IA	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Ciência de Dados / Data Science	SI	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Visualização de Informação / Information Visualization	IG	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Computação em Nuvem e Virtualização / Cloud Computing and Virtualization	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	

Computação Paralela e Distribuída / Parallel and Distributed Computing MTP semestral 168 T - 28.00; PL - 21.00 6
(6 Items)

9.3. Plano de estudos - Unidades Curriculares Opcionais - Gestão de Serviços de IT - 1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Unidades Curriculares Opcionais - Gestão de Serviços de IT

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Optional CUs - IT Service Management

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
1st Year / 1st and 2nd Semester

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Administração e Gestão de Infraestruturas e Serviços de IT / Management and Administration of IT Infrastructures and Services	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Desempenho e Dimensionamento de Redes e Sistemas / Performance Evaluation and Dimensioning of Networks and Systems	Comp	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Engenharia de Sistemas de Larga Escala / Engineering of Large Scale Systems	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Segurança Informática em Redes e Sistemas / Network and Computer Security	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Administração de Dados e Sistemas de Informação / Data Administration in Information Systems	SI	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Computação em Nuvem e Virtualização / Cloud Computing and Virtualization	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Integração Empresarial / Enterprise Integration	SI	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	

(7 Items)

9.3. Plano de estudos - Unidades Curriculares Opcionais - Inteligência Artificial - 1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Unidades Curriculares Opcionais - Inteligência Artificial

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Optional CUs - Artificial Intelligence

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
1st Year / 1st and 2nd Semester

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Aprendizagem Profunda (DEI) / Deep Learning (DEI)	IA	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Ciência de Dados / Data Science	SI	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Língua Natural / Natural Language	IA	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Procura e Planeamento / Search and Planning	IA	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Agentes Autónomos e Sistemas Multi-Agente / Autonomous Agents and Multi-Agent Systems	IA	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Planeamento, Aprendizagem e Decisão Inteligente / Planning, Learning and Intelligent Decision-Making	IA	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Representação do Conhecimento e Raciocínio / Knowledge Representation and Reasoning	IA	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	

(7 Items)

9.3. Plano de estudos - Unidades Curriculares Opcionais - Interação e Visualização - 1º Ano / 1º e 2º Semestre**9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**
Unidades Curriculares Opcionais - Interação e Visualização**9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**
Optional CUs - Interaction and Visualization**9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:**
1º Ano / 1º e 2º Semestre**9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**
1st Year / 1st and 2nd Semester**9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Animação e Visualização Tridimensional / Three- Dimensional Visualization And Animation	IG	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Conceção Centrada no Utilizador / User-Centered Research and Evaluation	IG	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Realidade Virtual / Virtual Reality	IG	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Visualização de Informação / Information Visualization	IG	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Computação Visual / Visual Computing	IG	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Produção de Conteúdos Multimédia / Multimedia Content Production	IG	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Programação 3D / 3D Programming	IG	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	

(7 Items)

9.3. Plano de estudos - Unidades Curriculares Opcionais - Jogos - 1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Unidades Curriculares Opcionais - Jogos

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Optional CUs - Games

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
1st Year / 1st and 2nd Semestre

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Computação Gráfica para Jogos / Computer Graphics for Games	IG	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Design de Jogos / Game Design	IG	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Inteligência Artificial para Jogos / Artificial Intelligence in Games	IA	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Agentes Autónomos e Sistemas Multi-Agente / Autonomous Agents and Multi-Agent Systems	IA	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Metodologia de Desenvolvimento de Jogos / Game Development Methodology	IG	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Produção de Conteúdos Multimédia	IG	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	

(6 Items)

9.3. Plano de estudos - Unidades Curriculares Opcionais - Robótica Inteligente - 1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Unidades Curriculares Opcionais - Robótica Inteligente

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Optional CUs - Intelligent Robotics

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
1st Year / 1st and 2nd Semester

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
--	---------------------------------------	------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------	--------------------------------

Aprendizagem Profunda (DEI) / Deep Learning (DEI)	IA	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6
Introdução à Robótica / Introduction to Robotics	SDC	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6
Processamento de Imagem e Visão / Image Processing and Vision	SDC	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6
Robótica Social e Interação Humanos-Robôs / Social Robotics and Human-Robot Interaction	IA	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6
Planeamento, Aprendizagem e Decisão Inteligente / Planning, Learning and Intelligent Decision-Making	IA	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6
Sistemas Robóticos em Manipulação / Robotic Systems in Manipulation	CAII	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6

(6 Items)

9.3. Plano de estudos - Unidades Curriculares Opcionais - Sistemas Ciberfísicos - 1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável): *Unidades Curriculares Opcionais - Sistemas Ciberfísicos*

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable): *Optional CUs - Cyberphysical Systems*

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular: *1º Ano / 1º e 2º Semestre*

9.3.2. Curricular year/semester/trimester: *1st Year / 1st and 2nd Semester*

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Aplicações e Computação para a Internet das Coisas / Applications and Computation for the Internet of Things	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Ciência de Dados / Data Science	SI	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Estúdio de Design de Interação / Interaction Design and Studio	IG	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Ambientes Inteligentes / Ambient Intelligence	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Computação Móvel e Ubíqua / Mobile and Ubiquitous Computing	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Sistemas de Elevada Confiabilidade / Highly Dependable Systems	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	

(6 Items)

9.3. Plano de estudos - Unidades Curriculares Opcionais - Sistemas de Informação - 1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável): *Unidades Curriculares Opcionais - Sistemas de Informação*

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable): *Optional CUs - Information Systems*

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
1st Year / 1st and 2nd Semester

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise de Integração de Dados / Data Analysis and Integration	SI	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Ciência de Dados / Data Science	SI	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Engenharia e Tecnologia de Processos de Negócio / Business Process Management	SI	semestral	168	S - 21.00; OT - 21.00	6	
Processamento e Recuperação de Informação / Information and Processing and Retrieval	SI	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Administração de Dados e Sistemas de Informação / Data Administration in Information Systems	SI	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Integração Empresarial / Enterprise Integration	SI	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	

(6 Items)

9.3. Plano de estudos - Unidades Curriculares Opcionais - Sistemas Distribuídos - 1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Unidades Curriculares Opcionais - Sistemas Distribuídos

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Optional CUs - Distributed Systems

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
1st Year / 1st and 2nd Semester

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Desenvolvimento de Aplicações Distribuídas / Design and Implementation of Distributed Applications	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Segurança Informática em Redes e Sistemas / Network and Computer Security	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Computação em Nuvem e Virtualização / Cloud Computing and Virtualization	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Computação Móvel e Ubíqua / Mobile and Ubiquitous Computing	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	

Computação Paralela e Distribuída / Parallel and Distributed Computing	MTP	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6
Sistemas de Elevada Confiabilidade / Highly Dependable Systems	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6

(6 Items)

9.3. Plano de estudos - Unidades Curriculares Opcionais - Sistemas Empresariais - 1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável): *Unidades Curriculares Opcionais - Sistemas Empresariais*

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable): *Optional CUs - Enterprise Systems*

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular: *1º Ano / 1º e 2º Semestre*

9.3.2. Curricular year/semester/trimester: *1st Year / 1st and 2nd Semester*

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Administração e Gestão de Infraestruturas e Serviços de IT / Management and Administration of IT Infrastructures and Services	ASO	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Engenharia e Tecnologia de Processos de Negócio / Business Process Management	SI	semestral	168	S- 21.00; OT - 21.00	6	
Fundamentos de Sistemas de Informação / Foundations of Information Systems	SI	semestral	168	S - 42.00	6	
Arquitetura Empresarial / Enterprise Architecture	SI	semestral	168	S - 21.00; OT - 21.00	6	
Gestão de Projectos Informáticos / Information Systems Project Management	SI	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Segurança e Gestão de Sistemas de Informação / Security and Management of Information Systems	SI	semestral	168	S - 21.00; OT - 21.00	6	

(6 Items)

9.3. Plano de estudos - Unidades Curriculares Opcionais - Tecnologias da Informação e Linguagem - 1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável): *Unidades Curriculares Opcionais - Tecnologias da Informação e Linguagem*

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable): *Optional CUs - Language and Information Technologies*

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular: *1º Ano / 1º e 2º Semestre*

9.3.2. Curricular year/semester/trimester: *1st Year / 1st and 2nd Semester*

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Aprendizagem Profunda (DEI) / Deep Learning (DEI)	IA	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Língua Natural / Natural Language	IA	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Processamento e Recuperação de Informação / Information Processing and Retrieval	SI	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Visualização de Informação / Information Visualization	IG	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Algoritmos Avançados / Advanced Algorithms	MTP	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Processamento da Fala / Spoken Language Processing	SDC	semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	

(6 Items)

9.3. Plano de estudos - Minor - 1º Ano/2º Semestre e 2º Ano/1º Semestre

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

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

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Ano/2º Semestre e 2º Ano/1º Semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
1st Year/2nd Semester and 2nd Year/1st Semester

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Minor 1	OL	semestral	168	n.a.	6	
Minor 2	OL	semestral	168	n.a.	6	
Minor 3	OL	semestral	168	n.a.	6	

(3 Items)

9.4. Fichas de Unidade Curricular

Anexo II - Fundamentos de Sistemas de Informação

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Fundamentos de Sistemas de Informação

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Foundations of Information Systems

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SI

9.4.1.3. Duração:
Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:
42.0

9.4.1.6. ECTS:
6.0

9.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:
<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Miguel Leitão Bignolas Mira da Silva (ist13948) - 42h S

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
<sem resposta>

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

- * Fornecer uma abordagem sociotécnica aos sistemas de informação organizacionais**
- * Conhecer os principais componentes de tecnologia dos sistemas de informação**
- * Entender como as empresas utilizam os sistemas de informação para suportar as suas atividades e criar vantagens competitivas**
- * Conhecer as novas tecnologias que permitem novas formas de comunicação, colaboração e parcerias**
- * Entender como os sistemas de informação permitem criar relações com clientes e fornecedores, e como são utilizados para reforçar as estruturas organizacionais e os processos de negócio**
- * Entender como os sistemas de informação podem suportar a tomada de decisão nos diferentes níveis e funções das organizações**
- * Compreender como as organizações desenvolvem e adquirem tecnologias e sistemas de informação**
- * Entender como garantir a segurança dos sistemas de informação, tendo em conta tanto aspetos tecnológicos como humanos**
- * Avaliar as questões éticas dos sistemas de informação**

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- * Provide a socio-technical approach to organizational information systems**
- * Know the main technology components of information systems**
- * Understanding how businesses use information systems to support their activities and create competitive advantages**
- * Meet new technologies that enable new forms of communication, collaboration and partnerships**
- * Understanding how information systems enable relationships with customers and suppliers, and how they are used to strengthen the organizational structures and business processes**
- * Understand how information systems can support decision making at different levels and functions of organizations**
- * Understand how organizations develop and acquire technology and information systems**
- * Understand how to ensure security of information systems, taking into account both technological and human aspects**
- * Evaluate the ethical issues of information systems**

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- * Sistemas de Informação Empresariais**
- * Negócio Eletrónico e Colaboração**
- * Sistemas de Informação, Organizações e Estratégia**
- * Questões Éticas e Sociais em Sistemas de Informação**
- * Segurança e Sistemas de Informação**

- * *Excelência Operacional e Relações com Clientes*
- * *Comércio Eletrónico*
- * *Gestão do Conhecimento*
- * *Suporte à Tomada de Decisão*
- * *Construção de Sistemas de Informação*
- * *Gestão de Projetos de Sistemas de Informação*
- * *Gestão de Sistemas de Informação à Escala Global*

9.4.5. Syllabus:

- * *Enterprise Information Systems*
- * *E-Business and Collaboration*
- * *Information, Organizations and Systems Strategy*
- * *Ethical and Social Issues in Information Systems*
- * *Security and Information Systems*
- * *Operational Excellence and Customer Intimacy*
- * *Electronic Commerce*
- * *Knowledge Management*
- * *Enhancing Decision Making*
- * *Building Information Systems*
- * *Managing Information Systems Projects*
- * *Global Information Systems*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular *Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- * *Casos de estudo (50%)*
- * *Projeto em grupo (25%)*
- * *Caso final individual (25%)*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

- * *Case studies (50%)*
- * *Group project (25%)*
- * *Individual final case (25%)*

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Management Information Systems 16th Edition, Kenneth Laudon and Jane Laudon, 2019, Pearson

Anexo II - Segurança e Gestão de Sistemas de Informação

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Segurança e Gestão de Sistemas de Informação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Information Systems Management

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SI

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

42.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

José Luis Brinquete Borbinha (ist13085) - 21S

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Miguel Mira da Silva (ist13948) - 21OT

Sérgio Guerreiro (ist62654) - 21OT

André Vasconcelos (ist14250) - 21OT

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

- *Desenvolver e implementar planos de ação para maximizar os benefícios da organização associados ao projeto, entrega e utilização dos sistemas de informação.*
- *Desenvolver e implementar planos de ação para uma garantia e segurança da informação segundo os princípios definidos para a governação, risco e conformidade.*
- *Gerir recursos humanos e financeiros dos sistemas de informação.*
- *Desenvolver e implementar os sistemas de gestão pelos quais uma organização avalia, dirige e monitoriza os sistemas de informação.*
- *Estabelecer práticas para minimizar os impactos ambientais e planear a viabilidade a longo prazo da organização.*
- *Garantir eficiência e eficácia operacional na prestação dos serviços de sistemas de informação.*
- *Governar os princípios de gestão de projetos de sistemas de informação, e apoiar a sua utilização na organização.*
- *Gerir os recursos de informação em conjunto com a gestão operacional*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- *Develop and implement action plans to maximize organizational benefits associated with the design, delivery and use of information systems.*
- *Develop and implement action plans for the assurance and security of information according to the defined principles for the governance, risk and compliance.*
- *Manage the information system human and financial resources.*
- *Develop and implement management systems by which an organization evaluates, directs and monitors information systems.*
- *Establish practices to minimize environmental impacts and plan the long-term viability of the organization.*
- *Ensure operational efficiency and effectiveness in providing information systems services.*
- *Govern the principles of project management of information systems, and support their use in the organization.*
- *Manage information resources in conjunction with operational management*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Estratégia e Governação de Tecnologia - Métodos e técnicas para a criação e implementação de planos de longo*

prazo para a concepção, entrega e utilização de sistemas de informação para alcançar os objectivos estratégicos. Inclui a monitorização e controlo dos recursos dos sistemas de informação para garantir o alinhamento e a implementação de estratégias e objetivos organizacionais.

- **Gestão e Sistemas de Gestão - Sistemas, métodos e técnica para desenvolver, manter e melhorar consistentemente o desempenho do negócio através dos sistemas de informação, serviços e infraestruturas adequadas. Inclui ainda os aspectos sociais, como cultura, motivação, desempenho e responsabilidade dos recursos humanos dos sistemas de informação.**
- **Continuidade de Negócio e Garantia de Informação - Métodos e técnicas para a garantia e segurança dos sistemas de informação e da informação, incluindo a gestão de riscos, gestão da segurança, e auditorias.**

9.4.5. Syllabus:

- **Technology Strategy and Governance - Methods and techniques for the creation and implementation of long-term plans for the design, delivery and use of information systems to achieve strategic objectives. It includes monitoring and control of information systems resources to ensure alignment and implementation of organizational strategies and objectives.**
- **Management and Management Systems - Systems, methods and techniques for consistently developing, maintaining and improving business performance through appropriate information systems, services and infrastructures. It also includes social aspects, such as culture, motivation, performance and responsibility of the human resources of information systems.**
- **Business Continuity and Information Assurance - Methods and techniques for the assurance and security of information and information systems, including risk management, security management, and auditing.**

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A) Avaliação contínua, nas seguintes componentes:

A.1) Análise em grupo de 5 casos - Análise segundo o conteúdo do respectivo seminário (25%)

A.2) Análise individual de 5 casos - Análise segundo o conteúdo do respectivo seminário (25%)

B) Projeto em grupo, a realizar ao longo do semestre e com apresentação final (25%)

C) Análise final de caso final individual (25%)

Aprovação requer nota média igual ou superior a 9.5 valores em cada um dos componentes.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

A) Continuous assessment, in the following components:

A.1) Group analysis of 5 cases - Analysis according to the content of the respective seminar (25%)

A.2) Individual analysis of 5 cases - Analysis according to the content of the respective seminar (25%)

B) Project in group, to be carried out during the semester and with a final presentation (25%)

C) Individual final case analysis (25%)

Approval requires an average grade of 9.5 or higher in each of the components.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Enterprise Governance of Information Technology, Steven De Haes and Wim Van Grembergen, 2015, ISBN:

978-3319145464; Information Security Handbook, Darren Death, 2017, Packt Publishing ISBN: 9781788478830; Gestão

de Sistemas de Informação - Frameworks, Modelos e Processos, Telmo Henriques, 2019, FCA ISBN: 9789727228997

Anexo II - Ciber Segurança Forense

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Ciber Segurança Forense

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Forensics Cyber-Security

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
ASO

9.4.1.3. Duração:
Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:
49.0

9.4.1.6. ECTS:
6.0

9.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:
<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Nuno Miguel Carvalho Santos (ist14261) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
<sem resposta>

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O objectivo do curso é o estudo das técnicas e metodologias forenses aplicadas a provas digital. Durante o cursos os alunos apreenderão as diferentes fases da metodologia forense bem como a sua aplicação à recolha e tratamento de provas digitais em diferentes meios, nomeadamente recolhidas da rede, da memória volátil e persistente dos sistema de informação e dos sistemas activos de gestão da rede e ainda da memória de dispositivos móveis. Serão ainda abordados alguns aspectos legais relevantes para o processo de recolha e tratamento de dados de forma a permitir a produção prova em tribunal.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The aim of the course is the study of forensic techniques and methodologies applied to digital evidence. During the course, the students will seize the different phases of the forensic methodology and its application to the collection and processing of digital evidence gathered form different sources, including evidence gathered from the network, from volatile and persistent memory, and from the memory of mobile devices. In the course the class will also discuss some legal issues relevant to the process of collecting and processing data in order to allow the production evidence in court.

9.4.5. Conteúdos programáticos:
Parte I. Fundamentos da Análise Forense Digital
- Enquadramento Legal
- Processo de Investigação Digital
- Aquisição de Prova
Parte II. Técnicas e Ferramentas Básicas de Análise Forense Digital

- *Análise de Ficheiros*
- *Análise de Memória*
- *Análise de Armazenamento Persistente*
- *Técnicas de Análise de Sistemas de Ficheiros*
- *Extracção de Ficheiros e Análise de Marcadores Temporais*
- *Inspeção de Sistemas Operativos*
- *Análise de Tráfego*
- *Descoberta de Topologias de Rede e Serviços*
- *Investigação de Redes de Computadores*
- *Investigação Forense de Serviços de Email e Web*
- Parte III. Técnicas e Ferramentas Avançadas de Análise Forense Digital**
- *Esteganografia e Marcas de Água*
- *Deep Web*
- *Anonimato Online*
- *Investigação de Botnets*
- *Rootkits e Análise de Malware*
- *Investigação de Criptomoeda*
- *Redes Sem Fios*
- *Análise Forense de Dispositivos Móveis*
- *Tópicos Avançados em Análise Forense de Sistemas de Ficheiros*
- *Análise Forense de Sistemas na Nuvem*

9.4.5. Syllabus:

Part I. Foundations of Digital Forensics

- *Legal Framework*
- *Digital Investigation Process*
- *Evidence Acquisition*

Part II. Basic Techniques and Tools for Digital Forensics

- *File Forensics*
- *Memory Analysis*
- *Storage and Volume Analysis*
- *File System Analysis Techniques*
- *File Carving and Timestamp Analysis*
- *Operating System Forensics*
- *Traffic Analysis*
- *Discovery of Network Topology and Services*
- *Investigation of Computer Networks*
- *Email and Web Forensics*

Part III. Advanced Techniques and Tools for Digital Forensics

- *Steganography and Watermarking*
- *Deep Web*
- *Online Anonymity*
- *Botnet Investigations*
- *Rootkits and Malware Analysis*
- *Cryptocoin Investigations*
- *Wireless Networks*
- *Mobile Forensics*
- *Advanced Topics on File System Forensics*
- *Cloud Forensics*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular *Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora: Exame (60%) + Trabalhos de laboratório (40%).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The evaluation model includes: Exam (60%) + Lab Assignments (40%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Guide to Computer Forensics and Investigations_4 edition, Bill Nelson, Amelia Phillips, Christopher Steuart, 2008, ; Digital Evidence and Computer Crime: Forensic Science, Computers and the Internet_3 Edition, Eoghan Casey, 2011, Academic Press; Introdução à Cibersegurança, Mário Antunes e Baltazar Rodrigues, 2018, FCA; Handbook of Digital Forensics and Investigation_1st edition, Eoghan Casey, 2009, Academic Press

Anexo II - Estúdio de Design de Interação**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Estúdio de Design de Interação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Interaction Design and Studio

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

IG

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Hugo Miguel Aleixo Albuquerque Nicolau (ist153934) - 28T

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Valentina Nisi (ist428788) - 21PL

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

Os alunos que concluírem com sucesso a unidade curricular são capazes de:

- *Compreender como o Design de Interação se relaciona com outras disciplinas de desenvolvimento de sistemas interativos;*
- *Aplicar a metodologia de Design Thinking na construção de novos sistemas;*
- *Selecionar metodologias apropriadas de desenho centrado no utilizador;*
- *Interpretar conteúdos para atentar às necessidades de vários stakeholders;*
- *Aplicar técnicas de Design de Interação para concetualizar e prototipar novos sistemas;*
- *Desenhar como meio de exploração visual e ideação;*
- *Adquirir competências no desenvolvimento de protótipos interativos;*
- *Compreender os desafios na avaliação da experiência do utilizador;*
- *Adquirir fundamentos base de investigação contemporânea e clássica na área de Design de Interação;*
- *Adquirir capacidade de dar e receber feedback de forma construtiva durante sessões de critiques;*
- *Comunicar ideias a uma variedade de stakeholders.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Students who successfully complete this course will be able to:

- *Understand how Interaction Design relates to other disciplines of computer science;*
- *Apply a Design Thinking methodology in developing new interactive systems;*
- *Select appropriate methodologies for engaging in a human-centered design process;*
- *Interpret content in order to meet the needs of multiple stakeholders;*
- *Apply Interaction Design techniques to ideate and prototype novel systems;*
- *Sketching as a means of visual exploration and ideation;*
- *Gain skills in developing interactive prototypes;*
- *Understand the challenges in evaluating the user experience;*
- *Gain a foundation of contemporary and classic research in the field of Interaction Design;*
- *Give and receive feedback in a constructive way during critiques;*
- *Communicate design ideas to a variety of stakeholders;*

9.4.5. Conteúdos programáticos:**1. Design de Interação**

- a. *O que é Design de Interação*
 - b. *Quem cria Design de Interação*
 - c. *Desafios na conceção de experiências com sistemas interativos*
- 2. Técnicas para a Conceção de Experiências de Utilização**

- a. *Esboços*
 - b. *Storyboards sequenciais e de narrativa*
 - c. *Esboços em vídeo*
- 3. Métodos de Investigação**
- a. *Uncovering the mental model*
 - b. *Wizard of Oz*
 - c. *Think-aloud*
 - d. *Design probes*

4. Ferramentas de Prototipagem

- a. *GUIs*
- b. *Objetos interativos*
- c. *Sistemas embebidos no ambiente*

5. Disciplinas de Interação Pessoa-Máquina

- a. *Interação tangível*
- b. *Interação móvel e com wearables*
- c. *Ambientes sensíveis ao contexto*

6. Modalidades de Interação

- a. *Escrãs tácteis: desde smartwatches a paredes interativas*
 - b. *Interação por voz*
 - c. *Gestos 3D*
 - d. *Áudio*
 - e. *Retorno háptico*
 - f. *Outras modalidades*
- 7. Avaliação da Experiência do Utilizador**

9.4.5. Syllabus:**1. Interaction Design**

- a. *What is Interaction Design*
 - b. *Who creates Interaction Design*
 - c. *Challenges of designing for interactive experiences*
- 2. Techniques for Designing User Experiences**

- a. *Sketching*
- b. *Sequential and narrative storyboards*
- c. *Video sketching*
- 3. *User research techniques*
 - a. *Uncovering the mental model*
 - b. *Wizard of Oz*
 - c. *Think-aloud*
 - d. *Design probes*
- 4. *Prototyping tools*
 - a. *GUIs*
 - b. *Interactive objects*
 - c. *Ambient technologies*
- 5. *Disciplines of Human-Computer Interaction within Ubiquitous Computing*
 - a. *Tangible interaction*
 - b. *Mobile and wearable interaction*
 - c. *Context-aware environments*
- 6. *Input and Output Technologies*
 - a. *Touchscreens: from smartwatches to wall displays*
 - b. *Voice interaction*
 - c. *3D gestures*
 - d. *Audio output*
 - e. *Haptic feedback*
 - f. *Other modalities*
- 7. *Evaluating User Experience*

9.4.6. **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. **Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

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

- Projeto 1 (10%)*
- Projeto 2 (40%, nota mínima de 9.5)*
- Projeto 3 (50%, nota mínima de 9.5)*

A unidade curricular será lecionada em modo studio. Exposição teórica será curta e dada quando necessária. Durante as aulas, os alunos realizarão tarefas de investigação, construção, reflexão e crítica. Os alunos irão trabalhar em projetos de grupo durante o semestre. Será dada ênfase na qualidade das ideias dos alunos e a sua capacidade de tornar conceitos de design em protótipos reais.

9.4.7. **Teaching methodologies (including evaluation):**

- Project 1 (10%)*
- Project 2 (40%, minimum grade of 9.5)*
- Project 3 (50%, minimum grade of 9.5)*

The course will be taught using a studio-learning approach. Lectures will be short and given only when necessary. Students will conduct research, design, development, making, and reflection tasks throughout the semester. Students will work on group projects. Emphasis is placed on the quality of the students' ideas and their ability to give form to their design concepts using prototyping techniques.

9.4.8. **Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. **Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Sketching User Experiences: The Workbook, Bill Buxton, Saul Greenberg, Sheelagh Carpendale, Nicolai Marquardt, 2011, Morgan Kaufmann; Interaction Design – Beyond Computer Interaction (5th ed.), Helen Sharp, Yvonne Rogers, Jennifer Preece, 2019, John Wiley; Enchanted Objects: Innovation, Design, and the Future of Technology, David Rose, 2015, Simon & Schuster; Smart Things: Ubiquitous Computing User Experience Design, Mike Kuniavsky, 2010, Morgan Kaufmann; Calm Technologies, Amber Case, 2016, O'Reilly Media

Anexo II - Processamento da Fala

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Processamento da Fala

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Spoken Language Processing

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SDC

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Isabel Maria Martins Trancoso (ist11803) - 28T

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Alberto Abad (ist90700) - 21PL

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

Pretende-se que os alunos dominem os princípios e técnicas básicas da codificação, síntese e reconhecimento de fala, bem como de detecção de características paralinguísticas e extra-linguísticas.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this course students are supposed to know the basic principles and techniques of speech coding, synthesis and recognition, as well as the detection of paralinguistic and extra-linguistic characteristics.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

A matéria encontra-se estruturada em 7 capítulos. No primeiro capítulo, de carácter introdutório, apresentam-se os

objectivos da disciplina e as principais aplicações doprocessamento de fala e revêm-se os conceitos necessários de processamento digital de sinais. No segundo capítulo, discute-se de uma forma necessariamente breve o modo como os humanos geram e interpretam fala, descrevendo os mecanismos de produção e audição e percepção da fala. Os capítulos seguintes estudam o modo como os computadores simulam esse funcionamento humano, incluindo técnicas de análise do sinal de fala, modelos de codificação e métodos de conversão texto-fala (síntese) e fala-texto (reconhecimento), bem como de reconhecimento do orador e da língua e de detecção de outras características paralinguísticas e extra-linguísticas, com ênfase em técnicas de aprendizagem automática. A matéria inclui aplicações e.g. sistemas multimédia, diálogo, tradução fala-para-fala, e-learning e e-health.

9.4.5. Syllabus:

The course is structured into 7 chapters. The first introductory chapter presents the goals of the course, and the main applications of spoken language processing. It also briefly reviews the digital signal processing concepts that are needed in this course. The second chapter discusses the way humans generate and perceive speech, describing the production and audition/perception mechanisms. The next chapters study the way computers try to mimic this human performance, including speech signal analysis techniques, speech coding models, text-to-speech conversion (synthesis) and speech-to-text conversion (recognition) techniques, as well as speaker and language recognition and detection of paralinguistic and extra-linguistic characteristics, with a strong emphasis in machine learning approaches. The syllabus includes applications e.g. multimedia systems, dialog, speech-to-speech translation, e-learning and e-health.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% avaliação contínua; 50% avaliação não contínua

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Spoken Language Processing: A Guide to Theory, Algorithm and System Development, X. Huang, A. Acero, H. Hon, 2001, Prentice-Hall

Anexo II - Ciência das Redes Complexas

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Ciência das Redes Complexas

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Network Science

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MTP

9.4.1.3. Duração:
Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:
49.0

9.4.1.6. ECTS:
6.0

9.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:
<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Francisco João Duarte Cordeiro Correia dos Santos (ist25308) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
<sem resposta>

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O curso visa fornecer conhecimento prático em redes complexas, incluindo algoritmos, modelos e aplicações. Este é um curso de natureza interdisciplinar, reunindo estudantes com diferentes formações. Oferece os conceitos fundamentais de ciência de redes e sistemas complexos, incluindo modelos, medidas, algoritmos, e estruturas de dados para o estudo de redes complexas de grandes dimensões, assim como as dinâmicas dessas redes, com aplicações em ciências sociais, física, biologia, e economia. As áreas de aplicação são numerosas e incluem métodos de procura na web, difusão de informações em redes sociais, resiliência de redes, epidemiologia, formação de opinião, dinâmicas evolutivas e de aprendizagem, e processos de tomada de decisão entre humanos. O curso segue uma abordagem de aprendizagem baseada em problemas, onde técnicas e métodos são explorados de forma construtiva, incluindo técnicas de implementação relevantes.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The course aims at providing practical knowledge in complex networks, including algorithms, models and applications. This is an interdisciplinary course where students with different backgrounds are welcome to apply. Students get acquainted with the fundamental concepts of network science and complex systems, including network models and measures, graph algorithms and data structures for the study large complex networks, and dynamics on and of networks, with applications in the social sciences, physics, biology, and economics. Applications are numerous and include web search engines, information diffusion in social networks and blogs, network resilience, network-driven phenomena in epidemiology, opinion formation, evolutionary and learning dynamics, and human decision-making. The course follows a problem-based learning approach where techniques and methods are constructively explored, including relevant implementation techniques.

9.4.5. Conteúdos programáticos:
Introdução a sistemas complexos. Algoritmos em grafos, estruturas de dados e medidas. Leis de potência e propriedades livres de escala. Modelos de rede e grafos aleatórios. Redes multidimensionais. Representação eficiente de redes esparsas. Estruturas de dados sucintas. Identificação da comunidades e particionamento de grafos. Passeios aleatórios. Processos dinâmicos em redes complexas. Introdução aos processos estocásticos e simulações de Monte-Carlo Análise de resiliência de redes. Efeitos causados pela estrutura das redes em sistemas económicos, sociais e biológicos. Sistemas dinâmicos em redes. Eventos em cascata e avalanches. Propagação de doenças e epidemias em rede. A dinâmica da influência dos pares, aprendizagem social e formação de opiniões. Teoria de jogos e dinâmica de populações. Processos de decisão em redes complexas estáticas e dinâmicas.

9.4.5. Syllabus:
Introduction to complex systems, network science and computational science. Graph algorithms, data structures and

network measures. Properties of biological, social and technological networks. Scale-free properties. Network models and random graphs. Efficient representation of large (sparse) networks. Succinct data-structures. Design scalable algorithms for large network processing. Community finding and graph partitioning. Methods for network visualization. Dynamical processes on complex networks: the impact of network structure on economic, social and biological systems. Introduction to stochastic processes and Monte-Carlo simulations of multi-agent systems. Network robustness (random failures and attacks). Cascading events and avalanches. Disease spreading and network epidemics. Dynamics of peer-influence, social learning and opinion formation. Decision-making in social networks. Game theory and population dynamics.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular *Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives. *Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Exame 50%, Projecto 50%. Nota mínima de 7,5 no Exame.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Exam 50%, Project 50%. Each student must achieve at least the mark 7.5 in one of the exams.

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. *A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes. *The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Dynamical processes on complex networks, Barrat, A., M. Barthelemy, and A. Vespignani, 2008, Cambridge University Press; Mining of Massive Datasets, J. Leskovec, A. Rajaraman, J Ullman, 2014, Cambridge University Press; Networks: an introduction, M. E. J. Newmann, 2010, Oxford University Press; Network Science, Barabási, A.-L., 2016, Cambridge University Press; Lectures on Complex Networks, Dorogovtsev, S.N., 2010, Oxford University Press; Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World, Easley, D. and Kleinberg, J. , 2010, Cambridge University Press

Anexo II - Inteligência Artificial para Jogos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Inteligência Artificial para Jogos

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Artificial Intelligence in Games

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
IA

9.4.1.3. Duração:
Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Ana Paiva (ist12371) - 28T

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Pedro Alexandre Simões dos Santos (ist12886) - 21PL

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

1. *Reconhecer as diferenças entre a IA tradicional e aplicação de técnicas de IA ao desenvolvimento de Jogos de Computador, onde outros factores como a jogabilidade são mais importantes que a inteligência do adversário.*
2. *Conhecer os problemas práticos do desenvolvimento de IA para Jogos de Computador, bem como as diferentes vertentes das técnicas aplicadas em Jogos de Computador comerciais.*
3. *Saber desenhar e construir um sistema de IA para um jogo de computador, qualquer que seja o seu estilo: acção, desporto, estratégia, narrativa, etc.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

1. *Understand the differences between traditional AI and AI applied to game development, where other factors such as playability are more relevant than the opponent's intelligence level.*
2. *Be familiar with the practical problems when developing AI for video games, and with the several techniques applied in commercial video games.*
3. *Know how to design and build an AI system for a video game independently of its genre (action, sport, strategy, narrative).*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Visão Geral IA para Jogos. A falácia da complexidade. O papel da IA na experiência de jogo do jogador. Considerações acerca das limitações temporais e de memória. O motor de IA para jogos. Competições de IA para Jogos.*
2. *Procura de caminhos mais curtos. Grafo de caminhos. Dijkstra. A*. Aperfeiçoar o A*. Representação de mundos. Procura de caminhos hierárquica. Procura de caminhos em tempo real. Planeamento de movimento.*
3. *Movimento. Conceitos fundamentais de algoritmos de Movimento. Algoritmos de movimento "Kinematicos". Comportamentos de condução. Utilização de Física para predição. Movimento coordenado. Controlo motor.*
4. *Decisão. Árvores de decisão. Máquinas de estado. Árvores de comportamento. Lógica "Fuzzy". Comportamento baseado em objectivos. Sistemas baseados em regras.*
5. *IA para táticas e estratégia. Táticas com pontos de localização. Análise Tática. Procura de caminhos tática. Acções coordenadas.*
6. *Aprendizagem em Jogos.*

9.4.5. Syllabus:

1. **Introduction.***AI in Games: the Complexity Fallacy; the kind of AI in Games; speed and memory; the AI Engine.*
2. **Pathfinding:** *Pathfinding graph; Dijkstra; A*; Improving A*; World Representations; hierarchical pathfinding; Continuous Time Path-finding; Movement Planning.*
3. **Movement:** *the basics of movement algorithms; kinematic movement algorithms; steering behaviours; predicting physics; coordinated movement; motor control.*
4. **Decision making:** *decision trees; state machines; behavior trees; fuzzy logic; goal-based behavior; rule-based systems*
5. **AI Tactics and Strategy:** *waypoints tactics; tactical analysis; tactical pathfinding; coordinated actions.*
6. **Learning in games:** *learning basics; parameter modification; action prediction; decision learning; Naïve bayes classifier; decision trees; user modeling.*

- 9.4.6. **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.
- 9.4.6. **Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.
- 9.4.7. **Metodologias de ensino (avaliação incluída):**
3 Projectos (70% to 85% da nota final) e 3 Quizzes (15% to 30% da nota final).
- 9.4.7. **Teaching methodologies (including evaluation):**
3 Projects (70% to 85% of the final grade) and 3 Quizzes (15% to 30% of the final grade).
- 9.4.8. **Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.
- 9.4.8. **Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.
- 9.4.9. **Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**
AI for Games, 3rd Ed, Ian Millington, 2019, CRC Press

Anexo II - Engenharia de Sistemas de Larga Escala

- 9.4.1.1. **Designação da unidade curricular:**
Engenharia de Sistemas de Larga Escala
- 9.4.1.1. **Title of curricular unit:**
Large Scale Systems Engineering
- 9.4.1.2. **Sigla da área científica em que se insere:**
ASO
- 9.4.1.3. **Duração:**
Semestral
- 9.4.1.4. **Horas de trabalho:**
168.0
- 9.4.1.5. **Horas de contacto:**

49.0**9.4.1.6. ECTS:
6.0****9.4.1.7. Observações:
<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:
<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Miguel Matos (ist427850) - 28T + 21PL****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
<sem resposta>**

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O desempenho e a escalabilidade são fatores chave no sucesso e adoção de serviços de Internet como a Google, Amazon, Microsoft, Facebook ou Netflix. O objetivo desta UC é dotar os alunos de capacidades e ferramentas para analisar o desempenho e escalabilidade de sistemas de larga escala no geral, e na Nuvem em particular. Os alunos ganharão competências em: i) identificação dos fatores que limitam a escalabilidade e desempenho recorrendo a técnicas de monitorização e modelação, ii) conceção de benchmarks e simulações, e iii) análise crítica de resultados. Os conhecimentos adquiridos permitirão aos alunos desenhar sistemas escaláveis e de alto desempenho na nuvem, bem como analisar e melhorar sistemas existentes. Serão também analisados casos de estudo concreto que explorem técnicas de Machine Learning ou heterogeneidade de recursos para previsão do desempenho, planeamento de capacidade e desenvolvimento de sistemas auto-adaptativos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Performance and scalability are key factors to the success of Internet services such as those provided by Google, Amazon, Microsoft, Facebook or Netflix. The goal of this course is to equip students with the ability to reason about performance and scalability in large scale systems, in general, and the cloud in particular. Students will learn to: i) identify scalability limitations and system bottlenecks, by monitoring and modeling system behaviour, ii) design benchmarks and simulations, and iii) critically analyse the obtained results. Equipped with these skills, students will be able to design scalable systems with good performance running in cloud platforms and enhance existing systems. Students will analyze concrete cases studies that exploit Machine Learning, resource heterogeneity, and other techniques to predict future behaviour, perform capacity planning, and develop self-adapting systems.

9.4.5. Conteúdos programáticos:**Escalabilidade***Conceitos fundamentais: escalabilidade, eficiência, elasticidade**Fatores limitativos da escalabilidade: contenção e coerência***Desempenho***Propriedades de sistema: débito, latência, variabilidade, trabalho útil**Concorrência, escalonamento e sobrecarga**Identificação de gargalos de desempenho**Técnicas para desempenho: loteamento, filas, atrasos, especulação, escalonamento***Simulação***Simulação baseada em eventos discretos**Verificação e validação**Replicações e condições de paragem**Benchmarking e planeamento de capacidade**Desenho de cargas de trabalho**Métricas e representação de métricas**Fatores de avaliação**Planeamento de capacidade**Planeamento baseado na USL**Procura Efetiva**Planeamento de curto e longo prazo**Sistemas Auto-adaptáveis**Propriedades**Funcionamento e reconfiguração autónoma*

Casos de estudo**Heterogeneidade em bases de dados NoSQL****Previsão de desempenho com técnicas de Aprendizagem Automática****9.4.5. Syllabus:****System Scalability****Fundamental Concepts: Scalability, Efficiency and Elasticity****Aspects limiting scalability: contention and coherence****System Performance****System properties: throughput, latency, jitter, useful work****Concurrency, queueing and overload****Bottleneck identification****Design for performance: batching, queueing, dallying, speculation, scheduling****Simulation****Discrete event simulation****Verification and validation****Replications and stop conditions****Benchmarking and capacity planning****Benchmark and workload design****Metrics and metrics representation****Evaluation factors and techniques****Capacity planning -****Planning based on the USL****Effective Demand****Long and short-term planning****Self-Adapting systems****Properties of self-adapting systems****Autonomic operation and reconfiguration****Case studies****Heterogeneity in NoSQL databases****Performance prediction using Machine Learning****9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, um especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

The Art of Computer Systems Performance Analysis Techniques For Experimental Design Measurements Simulation And Modeling, Raj Jain, Apr 1991, ISBN: 978-0-471-50336-1; *Principles of Computer System Design An Introduction*, Jerome H. Saltzer, M. Frans Kaashoek, Jun 2009, Morgan Kaufmann_eBook ISBN: 9780080959429; Paperback ISBN: 9780123749574; *Guerrilla Capacity Planning - A Tactical Approach to Planning for Highly Scalable Applications and Services*, Neil J. Gunther, 2007, ISBN 978-3-540-31010-5

Anexo II - Segurança Informática em Redes e Sistemas**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Segurança Informática em Redes e Sistemas

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Network and Computer Security

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ASO

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Miguel Filipe Leitão Pardal (ist14265) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

O objectivo desta cadeira é fornecer ao estudante um conjunto de conceitos, metodologias e ferramentas de segurança de computadores e redes. Isto irá permitir-lhe abordar o tema da segurança no contexto de um conjunto de alargado tecnologias, tais como: redes locais, redes pessoais, redes globais, desenvolvimento de código seguro, sistemas operativos, sistemas distribuídos e protocolos de comunicação.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main goal of this course is to provide students with the basic set of concepts, methodologies and tools on computer and network security. This will make them comfortable with security aspects in a broad set of technologies such as: local and global networks, personal and private networks, development of secure code, operating systems, distributed systems, and communication protocols.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- **Introdução**
- **Vulnerabilidades de programação e bases de desenvolvimento de código seguro**
- **Vulnerabilidades e segurança em redes**
- **Firewalls e sistemas de deteção de intrusões**
- **Criptografia simétrica e assimétrica**
- **Funções de resumo criptográficas**
- **Autenticação de mensagens e assinaturas digitais**
- **Gestão e protocolos de distribuição de chaves simétricas**
- **Certificados digitais e infraestruturas de distribuição de chaves públicas**
- **Autenticação e protocolos de autenticação**
- **Autorização**
- **Segurança em redes sem fios**
- **Redes privadas virtuais e canais seguros**

9.4.5. Syllabus:

- **Introduction**
- **Programming vulnerabilities and background for the development of secure code**
- **Network security and vulnerabilities**
- **Firewalls and intrusion detection systems**
- **Symmetrical and asymmetrical encryption**
- **Cryptographic hash functions**
- **Message authentication and digital signatures**
- **Distribution protocols and management of symmetrical keys**
- **Digital certificates and public key distribution infrastructures**
- **Authentication and authentication protocols**
- **Authorization**
- **Wireless networks security**
- **Virtual private networks and secure channels**

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular *Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives. *Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Exame (60%) + Projecto (40%)

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Exame (60%) + Project (40%)

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. *A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes. *The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Computer Security, Dieter Gollmann, 2011, John Wiley and Sons; Network Security Essentials, William Stallings, 2013, Pearson Education Limited; Segurança em redes informáticas, André Zúquete, 2018, FCA; Introduction to Computer Security, Matthew Bishop, 2004, Addison Wesley

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Língua Natural

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Natural Language

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

IA

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Maria Luísa Torres Ribeiro Marques da Silva Coheur (ist24630) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Conhecer os conceitos básicos, principais formalismos, técnicas e algoritmos, bases de conhecimento e corpora envolvidos na área do Processamento da Língua Natural.

Perceber quais são as grandes tarefas envolvidas no processamento de uma frase, parágrafo ou texto e entender as dificuldades de cada uma destas tarefas.

Conhecer as principais aplicações da área e ser capaz de identificar a tecnologia envolvida. Compreender as tarefas que são realizáveis com as tecnologias atuais.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Learn the basic concepts, main formalisms, techniques and algorithms, knowledge bases and corpora, used in the Natural Language Processing area.

Understand the main tasks involved in the processing of a sentence, paragraph or text and understand the main challenges of each one of these tasks.

Learn the main applications and be able to identify the associated technology.

Understand which are the tasks that can be done considering the current state of the art.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução ao Processamento de Língua Natural.

Metodologia: Corpus de treino/teste, Validação cruzada, Medidas de avaliação, etc.

Expressões regulares.

Medidas de semelhança.

N-Gramas e Técnicas de alisamento.

Morfologia: Transdutores, Etiquetação Morfológica, HMMs e algoritmo de Viterbi.

Sintaxe: Formalismos gramaticais, Análise sintáctica.

Semântica: Representação de significado (clássica e Embeddings), Semântica Lexical, Semântica Distribucional,

Papéis semânticos, Análise Semântica.

Tarefas de PLN que se reduzem a problemas de classificação e de etiquetagem de sequências.

Principais arquiteturas de deep learning usadas actualmente em PLN.

Aplicações: Sistemas de Pergunta/Resposta, Chatbots, Sistemas de Tradução Automática, Processamento de Fala, etc.

9.4.5. Syllabus:

Introduction to Natural Language Processing.

Methodology: Training/test corpus, Cross-validation, Evaluation measures, etc.

Regular Expressions.

Similarity measures.

N-Grams and Smoothing Techniques.

Morphology: Transducers, Part-of-Speech tagging, HMMs and Viterbi algorithm.

Syntax: Grammars, Syntactic Parsing.

Semantics: Meaning representation (classic and via embeddings), Lexical semantics, Distributional Semantics, Semantic Roles, Semantic Parsing.

NLP tasks that can be approached as classification and/or as sequence labeling problems.

Main deep learning architectures used in NLP.

Applications: QA systems, Chatbots, Machine Translation, Speech Processing, etc.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Avaliação de conhecimentos:

- série de exercícios semanais (20%),
- dois mini-projectos (30%: 15% cada um),
- um exame (50%).

Em época especial a avaliação tem 2 componentes: um exame (70%) e dois mini-projectos (30%). Os miniprojectos podem ser realizados na época normal, desde que tenham sido entregues como trabalho individual e não como trabalho de grupo.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The final grade is based in three components:

- a serie of exercises (20%)
- 2 mini-projects (30% - 15% each)
- 1 exam (50%)

In "época especial": exam (70%) + 2 mini-projects (30%). Miniprojects can be carried out in the normal season, as long as they are delivered as individual work.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics and Speech Recognition, Second Edition, Daniel Jurafsky & James H. Martin, 2009, Prentice-Hall; Introduction to Natural Language Processing, Jacob Eisenstein, 2019, MIT PRESS

Anexo II - Programação 3D**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:*****Programação 3D*****9.4.1.1. Title of curricular unit:*****3d Programming*****9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****IG*****9.4.1.3. Duração:*****Semestral*****9.4.1.4. Horas de trabalho:*****168.0*****9.4.1.5. Horas de contacto:*****49.0*****9.4.1.6. ECTS:*****6.0*****9.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****9.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*****João António Madeiras Pereira (ist12291) - 28T + 21PL*****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:*****<sem resposta>*****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Esta unidade curricular introduz e discute a aplicação das leis da Física na geração de imagens 3D de Alta Fidelidade (Fotorealismo), com especial enfoque na simulação do processo físico de Transporte de Luz e a correspondente interacção com a matéria. Para além das técnicas baseadas em Ray-Tracing, a cadeira inclui ainda o desenvolvimento de uma aplicação gráfica 3D interactiva com efeitos fotorealistas, baseada no motor de jogo Unity 3D, através do uso das suas bibliotecas de Assets e de shaders.*****9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*****This course introduces the concepts and theory of a modern photorealistic rendering. Through the ideas and software in this course, the students will learn to design and develop a rendering system for creating stunning imagery. It covers also the development of a Unity 3D-based application by using its Assets library and the built-in shaders for photorealistic appearance.*****9.4.5. Conteúdos programáticos:*****Equação de Transporte de Luz, Síntese de Imagem fotorealista e o algoritmo de Ray-Tracing, Técnicas de Intersecção Geométricas, Materiais, Integração Monte Carlo, incorporação de métodos estocásticos no ray tracing para antialiasing, sombras suaves e efeito de lente; Técnicas de Aceleração: Grelhas, KD-Trees e Hierarquias de Volumes Envolventes; BRDF e Light Sampling, Sampling & Path Tracing, Photon Mapping, Motor de Jogo Unity 3D: GUI, game objects e componentes, luzes, materiais, corpos rígidos, scripting, input e character control, câmaras, prefabs, colliders, triggers e shaders.*****9.4.5. Syllabus:*****Rendering Equation, Photorealistic Rendering and the Ray-Tracing Algorithm, Geometry Intersection techniques,***

Acceleration Structures: Grids, KD-Trees and Bounding-Volumes Hierarchy; Materials, Monte Carlo Integration, BRDF and Light Sampling, Combined Sampling & Path Tracing, Photon Mapping, Unity 3D game engine: GUI, game objects and components, lights, materials, rigid bodies, scripting, input and character control, cameras, prefabs, colliders, triggers and shaders.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

3 Assignments Laboratoriais - 80%
2 mini-testes - 20%

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

3 Lab Assignments - 80%
2 mini-tests - 20%

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Physically Based Rendering : From Theory to Implementation, Third Edition, Matt Pharr, Wenzel Jakob, Greg Humphreys, 2017, Morgan Kaufmann; "Real-Time Rendering", Fourth Edition, Tomas Möller, Eric Haines, 2018, CRC Press

Anexo II - Metodologia de Desenvolvimento de Jogos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Metodologia de Desenvolvimento de Jogos

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Game Development Methodology

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

IG

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:**6.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****Rui Filipe Fernandes Prada (ist32218) - 28T****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****Carlos Martinho (ist14181) - 21PL****Pedro A. Santos (ist12886) - 21PL****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Dar ao aluno uma visão geral sobre a metodologia de desenvolvimento de jogos centrada no jogador. Dotar os alunos de ferramentas e técnicas para desenvolver interfaces de videojogos tendo especial atenção aos modos de controlo usados e à apresentação do mundo do jogo. Dotar os alunos de capacidade de reflexão sobre a jogabilidade e a experiência do jogador seguindo uma perspetiva de modelação concetual. Dotar os alunos de conhecimento e ferramentas para o desenvolvimento iterativo de protótipos e métodos de teste e verificação de jogabilidade e experiência. Salienciar processos de exploração da experiência na perspetiva do jogador tendo em conta a dimensão temporal de progressão. Discutir modelos de negócio e empreendedorismo na indústria de videojogos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Give students an overview of the player-centric game development methodology. Provide students with tools and techniques to develop videogame interfaces, with particular attention to user control modes and the presentation of the game world. Provide students with the ability to reflect on gameplay and player experience following an approach based on conceptual modeling. Provide students with the knowledge and tools for iterative prototype development, and testing and verification methods for gameplay and experience. Emphasize processes of exploration of user experience from the player's perspective taking into account the temporal dimension of progression. Discuss business models and entrepreneurship in the videogame industry.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Desenvolvimento de jogos centrado no jogador***
- 2. Jogadores e cenários de jogo***
- 3. Modelos conceptuais de jogabilidade***
- 4. Prototipagem e testes de jogabilidade e experiência***
- 5. Paradigmas de controlo e apresentação***
- 6. Engenharia e design de experiência***
- 7. Inquirir e observar jogadores***
- 8. Progressão e design de níveis***
- 9. Empreendedorismo e negócio de jogos***
- 10. Apresentações convidadas***

9.4.5. Syllabus:

- 1. Player-centric Game Development***
- 2. Defining Players and Scenarios of Play***
- 3. Gameplay Conceptual Models***
- 4. Prototyping and Playtesting***
- 5. Control and Presentation Paradigms***
- 6. UX Design and Engineering***
- 7. Inquiring and Observing Players***
- 8. Progression and Level Design***
- 9. Entrepreneurship and Business of Games***
- 10. Invited Talks***

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os

conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação é baseada no desenvolvimento de um projeto dividido em 3 fases terminando com uma exposição pública do jogo. É pedido também um relatório final e um media-kit de apresentação do jogo. Não há exame escrito.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The evaluation is based on the development of a project divided into 3 phases ending with a public exhibition of the game. A final report and game presentation media kit are also required. There is no written exam.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Design e Desenvolvimento de Jogos, Carlos Martinho, Pedro Santos, Rui Prada, 2014, FCA; Game Design Workshop - A Playcentric Approach to Creating Innovative Games (4th Edition), Tracy Fullerton, 2014, CRC Press; Game Mechanics - Advanced Game Design, Ernest Adams, Joris Dormans, 2012, New Riders

Anexo II - Ciência de Dados

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Ciência de Dados

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Data Science

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SI

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Cláudia Martins Antunes (ist14046) - 28T

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Rui Miguel Carrasqueira Henriques (ist156846) - 21PL

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

Os estudantes devem ser capazes de compreender e aplicar o processo de descoberta de informação a dados tabulares e temporais, em todas as suas etapas. Em particular:

- 1. na exploração de dados através das técnicas básicas de descrição e visualização,*
- 2. na aplicação de técnicas de aprendizagem de modelos de classificação, segmentação e descoberta de padrões,*
- 3. na escolha das abordagens mais adequadas de preparação de dados de modo a melhorar o desempenho das técnicas de aprendizagem de modelos,*
- 4. na avaliação do desempenho dos modelos e no reconhecimento do impacto de cada escolha efetuada.*

Orthogonalmente, os estudantes deve ser capazes de:

- 1. Compreender os desafios subjacentes à descoberta de informação em dados complexos e de grande escala,*
- 2. Identificar dados sensíveis e que possam estar sujeitos a restrições de processamento, nomeadamente anonimização, de modo a garantir a preservação da privacidade da entidades.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Students should be able to understand and to apply the knowledge discovery process over tabular and temporal data, in all of its steps. In particular, to:

- 1. Explore data through basic data profiling and visualization techniques,*
- 2. Apply mining techniques in the training of models for classification, segmentation, pattern discovery, anomaly detection and forecasting,*
- 3. Choose the most adequate data preparation approaches to enhance the performance of mining techniques,*
- 4. Assess models performance and identify the impact of training choices.*

Orthogonally, students should be able to:

- 1. Understand the challenges faced when mining complex and large-scale data.*
- 2. Identify sensitive data that might be subject to processing restrictions and data anonymization techniques that enable privacy-preserving data mining.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Ciência de Dados e o processo de descoberta de informação. Avaliação de desempenho: métricas, estratégias, estimação e o princípio da navalha de Occam.*
- 2. Descrição dos dados e visualização de informação.*
- 3. Preparação de dados: normalização, redução balanceamento. Valores omissos. Engenharia de variáveis.*
- 4. Classificação: cinco tribos. Combinação de modelos. Sobre-aprendizagem.*
- 5. Regressão: linear, logística e não-paramétrica*
- 6. Prospecção de Padrões: regras de associação e padrões sequenciais.*
- 7. Segmentação: algoritmo hierárquicos e baseados em modelos, densidade ou partição. Biclustering.*
- 8. Detecção de anomalias*
- 9. Análise de dados temporais. Preparação, modelação e previsão de séries temporais.*
- 10. Introdução à análise de redes sociais.*
- 11. Descoberta de informação em dados complexos: espacío-temporais, relacionais e multi-dimensionais.*
- 12. Descoberta de informação em dados em grande escala.*
- 13. Implicações Éticas Legais e Sociais dos dados.*

9.4.5. Syllabus:

- 1. Data Science and the knowledge discovery process. Performance evaluation: metrics, strategies, estimation and the Occam's razor.*
- 2. Data profiling and information visualization.*
- 3. Data preparation: scaling, discretization, reduction and balancing. Labelling. Missing values imputation. Feature engineering.*
- 4. Classification. The five tribes overview. Ensembles. Overfitting.*
- 5. Regression: linear, logistic and non-parametric.*
- 6. Pattern Mining: association rules and sequential patterns.*
- 7. Clustering: partitioning, hierarchical, density and model-based approaches. Biclustering.*
- 8. Anomaly detection.*
- 9. Temporal data analysis. Time series pre-processing, mining and forecasting.*
- 10. Introduction to Social Networks Analysis.*

11. *Mining complex data: spatiotemporal, relational and multi-dimensional data.*
 12. *Large-scale data: distributed and stream data mining. The notion of concept-drift.*
 13. *Ethical Legal and Social Implications of data. The GDPR. Anonymization techniques.*

9.4.6. *Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

9.4.6. *Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives. Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

A nota final é baseada em três componentes: E: exame, P: projeto e L: laboratórios (opcional)

A nota final é dada por $50\%E + \max(10\%L + 40\%P, 50\%P)$, sujeita a: $E \geq 9.5$ e $P \geq 9.5$

Avaliação oral quando $P-E \geq 4$

9.4.7. *Teaching methodologies (including evaluation):*

Grading is based on three components: E: exam, P: project, L: labs (optional)

The final grade is given by $50\%E + \max(10\%L + 40\%P, 50\%P)$, constrained to: $E \geq 9.5$ e $P \geq 9.5$

Oral assessment when $P-E \geq 4$

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. *Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.*

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. *Bibliografia de consulta/existência obrigatória:*

Data Mining and Analysis: Fundamental Concepts and Algorithms, Mohammed J. Zaki, Wagner Meira, Jr., 2014, Cambridge University Press; Data Mining: Concepts and Techniques, Jiawei Han, Micheline Kamber, and Jian Pei, 2011, Morgan Kaufmann; GDPR - General Data Protection Regulation, ?, 2016, Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council

Anexo II - Programação Avançada

9.4.1.1. *Designação da unidade curricular:*

Programação Avançada

9.4.1.1. *Title of curricular unit:*

Advanced Programming

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

MTP

9.4.1.3. *Duração:*

Semestral

9.4.1.4. *Horas de trabalho:*

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:**49.0****9.4.1.6. ECTS:****6.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****António Paulo Teles de Menezes Correia Leitão (ist13451) - 28T + 21PL****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****<sem resposta>****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Dominar técnicas avançadas de programação e os problemas adequados para a sua aplicação. Compreender e saber colmatar as limitações das actuais linguagens de programação. Antecipar o impacto da utilização de técnicas avançadas no funcionamento, facilidade de desenvolvimento e facilidade de manutenção de um programa. Compreender a capacidade de reflexão das linguagens de programação nas vertentes de introspecção e intercessão e nos tempos de compilação, carregamento, e execução. Compreender a diferença entre programação e meta-programação. Compreender meta-classes, protocolos de meta-objecto, e as suas capacidades de intercessão. Compreender a programação orientada a aspectos e a sua aplicação a requisitos transversais. Compreender a abstracção linguística, os avaliadores, e os avaliadores meta-circulares. Ser capaz de dotar avaliadores de mecanismos de meta-programação, de avaliação atrasada, e de avaliação não-determinística.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Understand advanced programming techniques and their domain of application. Understand programming language limitations and ways to overcome those limitations. Forecast the impact of the use of advanced programming techniques in the development, execution, and maintenance of software. Understand the reflective capabilities of programming languages regarding introspection and intercession at compile-time, load-time, and execution-time. Understand the differences between programming and meta-programming and the usefulness of code models. Understand meta-classes, meta-object protocols, and their intercession capabilities. Understand aspect-oriented programming and its application to cross-cutting requirements. Understand linguistic abstraction, evaluators, and meta-circular evaluators. Understand the implementation of meta-programming, lazy-evaluation and non-deterministic evaluation.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Reflexão, introspecção e intercessão. Reificação. Arquitecturas reflexivas. Meta-programação e modelos de código. A reflexão em linguagens modernas. Protocolos de meta-objecto. Funções genéricas, métodos e despacho múltiplo. Classes e metaclasses. Protocolos de criação de instâncias, de acesso a membros, de redefinição de classes. Programação orientada a aspectos. Abstracção linguística, avaliadores e avaliadores meta-circulares. Macros. Avaliação atrasada. Continuações. Estilo directo e estilo de passagem de continuações. Transferência de controle não-local. Avaliação não-determinística.

9.4.5. Syllabus:

Reflection, introspection and intercession. Reification. Reflexive architectures. Meta-programming and code models. Reflection in modern programming languages. Meta-object protocols. Generic functions, methods and multiple dispatch. Classes and metaclasses. Protocols for making instances, for accessing instance members and for redefining classes. Aspect-oriented programming. Linguistic abstraction, evaluators and meta-circular evaluators. Macros. Lazy evaluation. Continuations. Direct and continuation-passing style. Non-local control transfer. Non-deterministic evaluation.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Dois testes (25% + 25%) e dois projectos (25% + 25%), nota mínima de 7.0 na média dos testes e na média dos projectos.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Two tests (25% + 25%) and two projects (25% + 25%), minimum grade of 7.0 in the average of the tests and in the average of the projects.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Java Reflection in Action, Ira R. Forman, 2004, Manning Publications Co.; The Art of the Metaobject Protocol, G. Kiczales, J. Rivieres, D. Bobrow, 1991, MIT Press; Aspect-Oriented Software Development, R. Filman, T. Elrad, S. Clarke, M. Aksit, 2005, Addison Wesley Professional; Structure and Interpretation of Computer Programs, Harold Abelson, Gerald Jay Sussman, 1996, MIT Press

Anexo II - Algoritmos Avançados**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Algoritmos Avançados

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Advanced Algorithms

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MTP

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Alexandre Paulo Lourenço Francisco (ist14152) - 28T

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Luís Manuel Silveira Russo (ist147318) - 21PL

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

Os algoritmos e as estruturas de dados estão na base de qualquer aplicação ou sistema informático, tendo vindo a ganhar cada vez maior relevância com novos desafios no que respeita ao volume de dados a processar, aos requisitos de eficiência e de processamento em tempo real, e à complexidade dos problemas com que nos deparamos hoje em dia. O objectivo desta unidade curricular é portanto a formação avançada em técnicas de desenvolvimento e análise de algoritmos com particular foco em estruturas de dados avançadas para indexação, algoritmos randomizados, algoritmos de aproximação, algoritmos para processamento online e em tempo real, e estruturas de dados e algoritmos para processamento de grandes volumes de dados. Esta unidade curricular seguirá uma abordagem baseada na resolução de problemas em que as técnicas de desenho e análise das estruturas de dados e algoritmos serão motivadas e exploradas de forma intuitiva e construtiva, incluindo as técnicas de implementação relevantes.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Data structures and algorithms are the basic building blocks of any computer system and they become even more relevant when such systems have to process huge volumes of data and/or have to meet real time processing requirements. The aim of this course is to provide advanced training in techniques for the development and implementation of efficient algorithms and applications, with particular focus on advanced data structures and algorithms for indexing, on randomization, sampling and approximation schemes, taking into account real time and/or large data processing requirements. This course will follow a problem based learning approach where techniques and methods will be intuitively and constructively explored, including relevant implementation techniques.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Desenho e análise de estruturas de dados avançadas, como B-trees, splay-trees e árvores cartesianas. Filas com prioridade baseadas em amontoados binomiais, de Fibonacci, e relaxados. Análise amortizada. Estruturas de dados sucintas/compactas. Algoritmos e estruturas de dados para processamento eficiente de strings, como árvores e arrays de sufixos. Algoritmos e estruturas de dados para processamento eficiente de árvores e grafos. Optimização combinatória. Técnicas probabilísticas e de teoria de jogos aplicadas à análise e desenho de algoritmos e estruturas de dados. Algoritmos de aproximação. Algoritmos com escolhas aleatórias. Algoritmos online e sobre streams. Algoritmos e estruturas de dados para processamento de grandes volumes de dados. Técnicas de implementação, utilização prática, e avaliação experimental.

9.4.5. Syllabus:

Design and analysis of advanced data structures such as B-trees, splay-trees and Cartesian trees. Priority queues based on Fibonacci, binomial, and relaxed heaps. Amortized analysis. Succinct/compact data structures. Algorithms and data structures for efficient string processing, such as suffix trees and arrays. Algorithms and data structures for efficient tree and graph processing. Combinatorial optimization. Probabilistic and game theory techniques applied to the analysis and design of algorithms and data structures. Approximation algorithms. Algorithms with random choices. Streaming and online algorithms. Algorithms and data structures for processing large volumes of data. Implementation techniques, practical usage, and experimental evaluation.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame e componente prática. O exame contribui com 50% para a nota final (FM) e o aluno tem de obter pelo menos 7.5 valores num dos exames. A componente prática contribui 50% para a nota final (FM).

*$FM = 0.5 * \max(E1, E2) + 0.5 * P$*

Aprovado se $\max(E1, E2) \geq 7.5$ e $FM \geq 9.5$.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Exam and practical work. The exam contributes 50% to the final mark (FM) and a student must achieve at least the mark 7.5 in one of the exams. The practical component contributes 50% to the final mark (FM).

$$FM = 0.5 * \max(E1, E2) + 0.5 * P$$

Approved if $\max(E1, E2) \geq 7.5$ and $FM \geq 9.5$.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Genome-Scale Algorithm Design, Veli Mäkinen, Fabio Cunial, Djamel Belazzougui, and Alexandru I. Tomescu, 2015, Cambridge University ; Introduction to Algorithms, Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest and Clifford Stein, 2009, MIT Press ; Randomized Algorithms, Rajeev Motwani and Prabhakar Raghavan, 2000, Cambridge University Press ; Probability and Computing: Randomized Algorithms and Probabilistic Analysis, Michael Mitzenmacher and Eli Upfal, 2005, Cambridge University Press ; Combinatorial Optimization: Polyhedra and Efficiency, Alexander Schrijver, 2004, Springer; Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms, Bernhard Korte and Jens Vygen, 2008, Springer; Mining of Massive Datasets, Jure Leskovec, Anand Rajaraman, and Jeff Ullman, 2019, Cambridge University Press; Art of Computer Programming, Donald E. Knut, 1998, Addison-Wesley

Anexo II - Ambientes Inteligentes

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Ambientes Inteligentes

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Ambient Intelligence

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ASO

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Renato Jorge Caleira Nunes (ist12102) - 28T

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Alberto Manuel Ramos da Cunha (ist11959) - 21PL

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

Dar uma visão abrangente e integrada dos conceitos e plataformas tecnológicas utilizadas na monitorização, controlo e interação com o meio envolvente. São abordadas as soluções legadas e as emergentes, baseadas nas tecnologias da informação e comunicação, tomando como referências grandes domínios consensualmente considerados relevantes e com elevado potencial de integração e renovação tecnológicas: Cidades Inteligentes (Smart Cities) e Mobilidade, Edifícios Inteligentes, Indústria, Logística e Distribuição, Vida Assistida.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Provide a comprehensive and integrated overview of the main concepts and platforms used in monitoring, control and interaction with the environment. Legacy and emerging information and communication technology will be addressed, taking as reference application domains such as Smart Buildings, Smart Cities, Industry, Logistics and Distribution, and Assisted Living.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução aos Ambientes Inteligentes. Componentes e tecnologias dos ambientes inteligentes: sensores e actuadores. Tratamento da informação dos sensores. Computação embebida. Tecnologias de deteção, identificação e localização de objectos e pessoas. Edifícios e habitações inteligentes. Tipos de requisitos: conforto, energia, segurança. Plataformas de automação legadas: X10, KNX, LonWorks. Plataformas baseadas em standards IP: Building Automation and Control Network (BACnet). Plataformas IoT: soluções da Amazon, Google, Apple e Samsung. Gestão de instalações: ambiente, energia, segurança (safety and security). Gestão energética e Smart Grid. Indústria e Logística: ambientes da produção e da cadeia de distribuição de bens. A fábrica reactiva e reconfigurável (Indústria 4.0). Cidades inteligentes (Smart cities): serviços, mobilidade e acessibilidades, ambiente, energia. Sistemas inteligentes de mobilidade. Vida Assistida: biossensores e vestuário e têxteis inteligentes.

9.4.5. Syllabus:

Introduction to Ambient Intelligence. Components and technologies of intelligent environments, sensors and actuators. Processing of sensor data. Embedded computation. Technologies for detection, identification and location of objects and people. Intelligent buildings and smart homes. Requirements related with comfort, energy management, safety and security. Legacy platforms: X10, KNX, LonWorks. Integration platforms: Building Automation and Control Network (BACnet). IoT platforms: Amazon, Google, Apple and Samsung. Facility management: environment, energy, safety and security. Energy management and Smart Grid. Industry and Logistics: production and supply chain management. Smart cities: services, mobility, environment, energy. Intelligent mobility systems. Assisted living, bio-sensors and wearables.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação consiste em 3 mini-testes (25%) e um projecto (75%). Os mini-testes são individuais; o projecto é realizado em grupos de 2 alunos, envolvendo uma componente prática a ser demonstrada, a entrega de relatório e uma apresentação pública.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Three mini-tests (25%) and one project (75%). Mini-tests are done individually; projects are done by two students and involve a practical development, the delivery of a report and a public presentation.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Guide to Ambient Intelligence in the IoT Environment: Principles, Technologies and Applications, Zaigham Mahmood , 2019, Springer

Anexo II - Aprendizagem Profunda (Dei)

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Aprendizagem Profunda (Dei)

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Deep Learning (Dei)

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
IA

9.4.1.3. Duração:
Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:
49.0

9.4.1.6. ECTS:
6.0

9.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:
<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
André Filipe Torres Martins (ist46911) - 28T

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
Francisco Saraiva de Melo (ist40236) - 21PL

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
A aprendizagem profunda é uma classe de métodos (da área mais vasta da aprendizagem automática) que, na última década, teve um enorme impacto em diversas aplicações, desde a análise de imagem até ao processamento de linguagem natural. O objectivo desta unidade curricular é dotar os alunos de um conhecimento geral acerca das modernas técnicas de aprendizagem profunda e da capacidade de desenvolver, implementar e testar métodos desta classe. Um outro objectivo é dotar os alunos com a formação necessária para que possam ter acesso à moderna literatura nesta área, capacitando-os assim a actualizar os seus conhecimentos nesta área em rápida evolução.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Deep learning is a class of methods (from the broader area of machine learning) that over the last decade has had a huge impact on many applications, from image analysis to natural language processing. The aim of this course is to provide students with a general knowledge of modern deep learning techniques and the ability to develop, implement, and test methods of this class. Another objective is to provide students with the necessary training so that they can access the modern literature in this area, thus enabling them to update their knowledge in this rapidly evolving area.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Aprendizagem supervisionada. Regressão e classificação. Funções de perda, risco esperado, risco empírico e generalização.*
- 2. Percepção multi-camada. Funções de activação. Camadas totalmente conexas e convolucionais. "Pooling". Redes residuais. Interpretações probabilísticas.*
- 3. Optimização e o algoritmo de retro-propagação. Regularização. Optimização estocástica. Estratégias de inicialização.*
- 4. Redes profundas para visão e processamento de imagem (segmentação, classificação, detecção de objectos, reconstrução).*
- 5. Redes profundas para processamento de língua natural. Aprendizagem de representações de palavras. Redes recorrentes. Retro-propagação através do tempo. Unidades com portas: LSTMs e GRUs. Arquitecturas codificador-descodificador para aprendizagem sequência-para-sequência.*
- 6. Modelos generativos profundos e aprendizagem não supervisionada. Auto-codificadores variacionais e redes generativas adversariais.*
- 7. Tópicos avançados: mecanismos de atenção e memória.*

9.4.5. Syllabus:

- 1. Supervised learning. Regression and classification. Loss functions, expected risk and empirical risk, and generalization.*
- 2. Multi-layer perceptrons. Activation functions. Fully-connected layers and convolutional layers. Pooling. Residual networks. Probabilistic interpretations.*
- 3. Optimization and the backpropagation algorithm. Regularization. Stochastic optimization. Initialization strategies.*
- 4. Deep networks for vision and image processing (segmentation, classification, object detection, reconstruction).*
- 5. Deep nets for natural language processing. Learning word representations. Recurrent networks. Backpropagation through time. Gated units: LSTMs and GRUs. Encoder-decoder architectures for sequence-to-sequence learning.*
- 6. Deep generative models and unsupervised learning. Variational auto-coders and adversarial generative networks.*
- 7. Advanced topics: attention and memory mechanisms.*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.***9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Artificial Intelligence Engines: A Tutorial Introduction to the Mathematics of Deep Learning, James Stone, 2019, Sebte/ Press; Introduction to Deep Learning, Eugene Charniak, 2019, MIT Press; Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, 2016, MIT Press; Deep Learning with Python, François Chollet, 2017, Manning Publications

Anexo II - Planeamento, Aprendizagem e Decisão Inteligente

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Planeamento, Aprendizagem e Decisão Inteligente

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Planning, Learning and Intelligent Decision-Making

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

IA

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Francisco António Chaves Saraiva de Melo (ist40236) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Espera-se que, após a frequência da cadeira, os alunos sejam capazes de:

- 1. Reconhecer os principais desafios envolvidos no desenvolvimento de sistemas inteligentes em cenários com incerteza;***
- 2. Conhecer e aplicar as principais técnicas de planeamento e aprendizagem neste tipo de cenários.***

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

After attending the course, students should be able to:

- 1. Recognize the key challenges involved in developing intelligent systems in scenarios with uncertainty;***
- 2. Know and apply the main planning and learning algorithms in such scenarios.***

9.4.5. Conteúdos programáticos:**Parte I. Introdução**

1. *Probabilidades. Optimização.*
2. *Cadeias de Markov. Estabilidade estocástica.*
3. *HMM. Os algoritmos forward-backward e Viterbi.*

Parte II. Decisão face à incerteza

4. *Utilidade esperada. Teoria da decisão e optimização.*
5. *MDPs. Valor de estado e de estado-acção. Optimalidade. Os algoritmos de value iteration e policy iteration.*
6. *POMDPs. Beliefs. Planeamento em POMDPs.*

Parte III. Aprendizagem

7. *Aprendizagem supervisionada (revisão). Aprendizagem activa. Aprendizagem por reforço inversa.*
8. *Aprendizagem por reforço (RL).*
 - . *RL baseada em modelos.*
 - . *RL baseada em valor: os algoritmos TD, Q-learning e SARSA.*
 - . *RL baseada em políticas: policy-gradient e arquitectura actor-crítico.*
9. *Predição sequencial. Os algoritmos Weighted majority e EWA. Multi-armed bandits.*

9.4.5. Syllabus:**Part I. Introduction**

1. *Probabilities. Optimization.*
2. *Markov chains. Stochastic stability.*
3. *HMM. The forward-backward and Viterbi algorithms.*

Part II. Decision-making in the face of uncertainty

4. *Expected utility. Decision theory and optimization.*
5. *MDPs. State-value and action-state. Optimality. The value iteration and policy iteration algorithms.*
6. *POMDPs. Beliefs. Planning in POMDPs.*

Part III. Learning

7. *Supervised learning (review). Active learning. Inverse reinforcement learning.*
8. *Reinforcement Learning (RL).*
 - . *Model-based methods.*
 - . *Value-based methods: TD-learning, Q-learning, and SARSA algorithms.*
 - . *Policy-based methods: policy-gradient and actor-critic architecture.*
9. *Sequential prediction. The Weighted Majority and EWA algorithms. Multi-armed bandits.*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação inclui duas componentes:

- . *Uma componente teórica, avaliada através de uma prova escrita individual, e que corresponde a 50% da nota final;*
- . *Uma componente laboratorial, através da realização de trabalhos de laboratório em grupos de 2, e que corresponde a 50% da nota final.*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Grading includes two components:

- . *A theoretical component, assessed through an individual written test, which corresponds to 50% of the final grade;*
- . *A lab component, consisting in a set of lab assignments completed in groups of 2, and which corresponds to 50% of the final grade.*

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

- 9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.
- 9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**
Artificial Intelligence: A Modern Approach, 3rd Ed., S. Russel, P. Norvig, 2010, Prentice-Hall; Planning and Learning under Uncertainty, F.S. Melo, 2020, Lecture notes

Anexo II - Design de Jogos

- 9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**
Design de Jogos

- 9.4.1.1. Title of curricular unit:**
Game Design

- 9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**
IG

- 9.4.1.3. Duração:**
Semestral

- 9.4.1.4. Horas de trabalho:**
168.0

- 9.4.1.5. Horas de contacto:**
49.0

- 9.4.1.6. ECTS:**
6.0

- 9.4.1.7. Observações:**
<sem resposta>

- 9.4.1.7. Observations:**
<no answer>

- 9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**
Carlos António Roque Martinho (ist14181) - 28T

- 9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**
Hugo Nicolau (ist153934) - 21PL

- 9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**
Aprender a conceber e desenvolver protótipos de jogos baseados na experiência de jogo que pretendem eliciar no(s) jogador(es). Esta competência é ensinada, por um lado, pela discussão de como os principais constituintes de um jogo interagem para criar a experiência de jogo e, por outro, guiando os alunos pelo processo de desenvolvimento de um jogo, um processo pluridisciplinar, de base criativa e centrado no jogador. Os alunos irão analisar, conceber, documentar, desenvolver e testar um conjunto de protótipos de experiências de jogo subjacentes a determinados temas.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Learn to design and develop game prototypes based on the game experience they intend to elicit in the player(s). This skill is taught by fostering discussion on how the core constituents of a game interact to create the player experience, and guiding the students through the creative, player-centric and pluridisciplinary game development process. Students will analyse, design, document, develop and test prototypes of playful experiences, under provided themes.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Importância e caracterização de jogo*
2. *Criatividade, documentos de design e desenvolvimento de jogos*
3. *Entender o jogador e conceber a experiência de jogo*
4. *Mecânicas, teoria de jogos e balanceamento*
5. *Jogar, jogabilidade e design de níveis*
6. *Progressão e elementos dramáticos em jogos*
7. *Apresentações convidadas*

9.4.5. Syllabus:

1. *Importance and characterisation of games*
2. *Creativity, design documents and game development*
3. *Understanding the player and conceiving the player experience*
4. *Mechanics, game theory and game balancing*
5. *Play, gameplay and level design*
6. *Progression and dramatic elements in games*
7. *Invited Talks*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os alunos movem-se entre diversas equipas ao longo do semestre, cada equipa focando-se num aspeto distinto do processo de design e desenvolvimento de jogos. As equipas analisam, concebem, documentam, desenvolvem de forma iterativa e testam os seus protótipos de experiências de jogo. Os alunos são avaliados com base nas suas contribuições para os múltiplos trabalhos realizados ao longo do semestre. Não há exame escrito.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Students move between different teams during the semester, each focusing on a different aspect of the game design and development process. The teams analyse, document, iteratively design, develop and test their own prototypes of playful experiences. Students are graded through the multiple team assignments that take place during the semester based on their contribution. There is no written exam.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Design e Desenvolvimento de Jogos, Carlos Martinho, Pedro Santos, Rui Prada, 2014, FCA; The Art of Game Design: A Book of Lenses (3rd edition), Jesse Schell, 2019, A K Peters/CRC Press; Rules of Play, Game Design Fundamentals, Katie Salen Tekinbaş and Eric Zimmerman, 2003, The MIT Press; A Theory of Fun for Game Design (2nd edition), Raph Koster, 2013, O'Reilly Media

Anexo II - Segurança em Software

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Segurança em Software

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Software Security

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
MTP

9.4.1.3. Duração:
Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:
49.0

9.4.1.6. ECTS:
6.0

9.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:
<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Ana Almeida Matos (ist24690) - 28T

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
Miguel Nuno Dias Alves Pupo Correia (ist130598) - 21PL
Pedro Miguel dos Santos Alves, Madeira Adão (ist14151) - 21PL

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Compreender os problemas de segurança em software mais comuns e as causas que estão na sua origem. Adquirir competências na concepção, análise, e integração de orientações, técnicas e ferramentas para a resolução desses problemas.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:
To understand common software security problems and what are their underlying causes. To develop skills in the creation, analysis and integration of guidelines, techniques and tools for solving those problems.

9.4.5. Conteúdos programáticos:
Conceitos básicos de segurança em sistemas: controlo de acessos, protecção dinâmica.
Vulnerabilidades em software: vulnerabilidades em aplicações convencionais, vulnerabilidades em bases de dados, vulnerabilidades em aplicações web, vulnerabilidades em aplicações móveis, vulnerabilidades em máquina maliciosa.
Desenho de mecanismos de segurança em software: políticas de fluxo de informação, propriedades de segurança, análise de programas para segurança, análise estática para segurança, análise dinâmica para segurança.
Desenvolvimento de software seguro: segurança em projecto de software, auditoria de segurança de software,

validação e codificação, detecção de bugs em segurança, aspectos de segurança na arquitectura e modelo de execução de linguagens de programação.

9.4.5. Syllabus:

Basic concepts in systems security: access control, dynamic protection.

Software vulnerabilities: vulnerabilities in conventional applications, vulnerabilities in databases, vulnerabilities in web applications, vulnerabilities in mobile applications, vulnerabilities in malicious machines.

Design of software security mechanisms: information flow policies, security properties, program analysis for security, static analysis for security, dynamic analysis for security.

Development of secure software: security in software development, software security auditing, validation and encoding, security bug-finding, security aspects of programming language architecture and execution environment.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame (60%), projecto (ferramenta+análise crítica) (40%).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Exam (60%), project (tool+critical analysis) (40%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Segurança no Software (2ª edição), Miguel Pupo Correia e Paulo Jorge Sousa , 2017, FCA; Building Secure Software: How to Avoid Security Problems the Right Way, John Viega and Gary McGraw, 2002, Addison-Wesley ISBN

9780201721522; The 24 Deadly Sins of Software Security: Programming Flaws and How to Fix Them, Michael Howard, David LeBlanc and John Viega , 2009, McGraw-Hill

Anexo II - Computação em Nuvem e Virtualização

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Computação em Nuvem e Virtualização

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Cloud Computing and Virtualization

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ASO

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Luís Manuel Antunes Veiga (ist14191) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Deter uma perspectiva integradora da computação em nuvem e da virtualização, e da sua conjugação e síntese, no desenho dos sistemas modernos na computação distribuída em larga escala, com as suas tecnologias, mecanismos e algoritmos subjacentes.

Compreender uma abordagem vertical às diversas tecnologias de virtualização e da computação em nuvem, que oferecem às aplicações e serviços maior flexibilidade, melhor utilização de recursos e eficiência económica, e maior escalabilidade e adaptabilidade.

Ser capaz de desenvolver aplicações e sistemas, escaláveis e fiáveis, para computação em nuvem, sobre as infra-estruturas e plataformas de virtualização, e modelos aplicativos adotados.

Ser capaz de avaliar escolhas, soluções, e compromissos envolvidos no desenvolvimento, uso e gestão de infra-estruturas de virtualização para computação em nuvem.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Attain an integrated perspective of cloud computing and virtualization, with combined approaches for the design of modern large scale and distributed computing systems, and with their underlying mechanisms and algorithms.

Understand a vertical approach to the various virtualization and cloud computing technologies, enhancing applications and services with improved flexibility, resource and economic efficiency, scalability and adaptability.

To be able to develop reliable and scalable systems and applications, on cloud computing over current virtualization platforms and applications models.

To be able to assess and evaluate solutions, given the alternatives and tradeoffs involved in the employment and management of virtualization infrastructure for cloud computing.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à Virtualização e Computação em Nuvem, IaaS, PaaS, SaaS.

Virtualização sistema: arquitetura VM sistema, virtualização CPU, memória; suporte hardware; casos de estudo (VMWare, QEMU/KVM, Xen).

Sistemas de computação na nuvem (Amazon EC2, OpenStack, Microsoft Azure); escalonamento, migração e replicação de VMs; monitorização e escalabilidade (CloudWatch, Autoscaling).

Virtualização processo: especificação e arquitetura da Java VM, modelo de segurança, compilação just-in-time e optimização, reciclagem automática de memória, caso de estudo (Jikes RVM).

Plataformas de computação na nuvem (Google App Engine, Azure); monitorização e escalabilidade (Azure Fabric Controller).

Armazenamento Big-Data: blocos, ficheiros, chave-valor (Dynamo, S3, Datastore), tabular (BigTable, Percolator).

Processamento Big-Data: Map-reduce, dataflows (Pig, Dryad/LINQ), streams (Spark, Flink).

Questões Transversais: eficiência energética, redimensionamento dinâmico, desenho centrado na energia.

9.4.5. Syllabus:

Introduction to Virtualization and Cloud Computing, IaaS, PaaS, SaaS.

System virtualization: system VM architecture, CPU virtualization, memory; hardware support; case studies (VMWare,

QEMU/KVM, Xen).

Cloud computing systems (Amazon EC2, OpenStack, Microsoft Azure); VM scheduling, migration and replication; monitoring and scalability (CloudWatch, Autoscaling).

Process-level virtualization: Java VM specification and architecture, security model, just-in-time compilation and optimization, garbage collection, case studies (Jikes RVM).

Cloud computing platforms (Google App Engine, Azure); monitoring and scalability (Azure Fabric Controller).

Big-Data storage: block storage, file storage, key-value stores (Dynamo, S3, Datastore), tabular (BigTable, Percolator).

Big-Data Processing: Map-reduce, dataflows (Pig, Dryad/LINQ), streams (Spark, Flink).

Cross-cutting concerns: energy efficiency, dynamic provisioning, energy centered design.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Método Normal: Exame (40%), Projecto (45%), Apresentação de Artigo (10%) e Presença/Participação Aulas (5%). O projecto tem um checkpoint cuja nota só é usada se subir a nota; tem uma ponderação de 15% da nota global do Projecto.

Método Trabalhadores-Estudantes: Exame (45%), Projecto (45%), Apresentação de Artigo (10%).

Época Especial: Exame (50%), Projecto adaptado (50%).

Nota mínima p/ Exame e Projecto: 8 valores.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Normal Method: Exam (40%), Project (45%), Paper Presentation (10%) and Attendance/Participation (5%). There is a checkpoint to the Project whose grade can only improve the final grade. It has a weight of 15% in the global Project grade.

Student-Workers: Exam (45%), Project (45%), Paper Presentation (10%).

"Época Especial": Exam (50%), adapted Project (50%).

Minimum grade for Exam and Project: 8 points.

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Cloud Computing: Theory and Practice_ Second Edition, Dan C. Marinescu, 2017, Morgan Kaufmann_ ISBN 9780128128107; Virtual Machines: Versatile Platforms for Systems and Processes, James Smith and Ravi Nair, 2005, Morgan Kaufmann_ ISBN 9781558609105; Cloud Computing for Science and Engineering, Ian Foster and Dennis B. Gannon, 2017, MIT Press_ ISBN: 97802620372420

Anexo II - Gestão de Projectos Informáticos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Gestão de Projectos Informáticos

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Information Systems Project Management

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*SI***9.4.1.3. Duração:***Semestral***9.4.1.4. Horas de trabalho:***168.0***9.4.1.5. Horas de contacto:***49.0***9.4.1.6. ECTS:***6.0***9.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***9.4.1.7. Observations:***<no answer>***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Maria do Rosário Gomes Osório Bernardo Ponces de Carvalho (ist24679) - 28T + 21PL***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***<sem resposta>***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Os objetivos de aprendizagem de Gestão de Projetos Informáticos são alinhados com os da disciplina "IS 2010.4 IS Project Management" do "ACM/AIS IS 2010 Curriculum Guidelines":**Compreender conceitos de projecto, gestão de projectos e partes interessadas**Compreender processos da gestão de projetos**Compreender os diferentes ciclos de vida de produção**Utilizar métodos e técnicas de planeamento do âmbito; planeamento da calendarização; planeamento da organização, responsabilidades, comunicação e orçamentação**Utilizar métodos e técnicas de garantia e o controlo da qualidade e de gestão dos riscos**Entender os processos de gestão de aquisição e contratação no contexto de projectos**Utilizar métodos e técnicas de controlo e encerramento incluindo a utilização de métricas**Identificar elementos de competência do Gestor de Projetos**Compreender conceitos de mudança, benefícios, programas, portefólios e governo dos projectos**Utilização do MS-Project***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***The objectives of GPI are aligned with the same objectives as defined for the course "IS 2010.4 IS Project Management" of the "ACM/AIS IS 2010 Curriculum Guidelines", namely:**Understand the concepts of project, project management and stakeholders**Understand the project management process**Understand the different projects development lifecycles approaches**Make use of scope planning, scheduling, organization, responsibilities and communication and budgeting methods and techniques**Make use of quality assurance and quality control and risks management methods and techniques**Understand the procurement management processes in project context**Make use of information and tools to support project control, project close and suitable metrics**Identify the main Project Manager competence elements**Understand the concepts of change management, project value, programme, portfolio and governance of projects.**Make use of MS-Project***9.4.5. Conteúdos programáticos:***O programa de Gestão de Projetos Informáticos está fortemente alinhado com o da disciplina "IS 2010.4 IS Project Management" do currículo "ACM/AIS IS 2010 Curriculum Guidelines" apresentando os seguintes tópicos principais:*

1. **Conceito de gestão de projectos numa perspectiva organizacional**
2. **Os fundamentos do projeto**
3. **Modelos de Ciclos de Vida**
4. **Gestão do âmbito**
5. **Gestão do tempo**
6. **Organização do projeto e Comunicação**
7. **Gestão das partes interessadas**
8. **Gestão dos custos**
9. **Gestão da qualidade**
10. **Gestão dos Riscos**
11. **Gestão de Aquisições e Contratos**
12. **Controlo do projecto**
13. **Encerramento do projecto**
14. **Elementos de competência de gestão de projetos**
15. **Alinhamento dos projetos com o contexto organizacional e de negócio**

9.4.5. Syllabus:

The syllabus of GPI is closely aligned with the course "IS 2010.4 IS Project Management" defined in the "ACM / AIS IS 2010 Curriculus Guidelines" having the following main topics:

1. **Project management related concepts in an organizational perspective**
2. **Project basics**
3. **Life Cycles models**
4. **Scope management**
5. **Time management**
6. **Project Organization and Communication management**
7. **Stakeholders management**
8. **Cost management**
9. **Quality management**
10. **Risk management**
11. **Procurement management**
12. **Project control**
13. **Project closure**
14. **Project Management competence elements**
15. **Projects alignment with the Organization and the Business.**

9.4.6. **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. **Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

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

A avaliação da UC é definida por uma componente teórica individual (50%, NTeórica), e por uma componente prática de trabalho em grupo (40%, NProjeto), e uma componente de apresentação de um tema de gestão de projeto (10%, NApresentação).

$$\text{NotaFinal} = \text{Round}(0,5 * \text{NTeórica} + 0,4 * \text{NProjeto} + 0,1 * \text{NApresentação})$$

9.4.7. **Teaching methodologies (including evaluation):**

The GPI assessment is defined by an individual theoretical component (50%, IndividualGrade), and a practical group work component (40%, ProjectGrade), and a presentation component of a project management theme (10%, PresentationGrade).

$$\text{FinalGrade} = \text{Round} (0.5 * \text{IndividualGrade} + 0.4 * \text{ProjectGrade} + 0.1 * \text{PresentationGrade})$$

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Managing Information Technology Projects, Revised 6th Edition (International Edition), Kathy Schwalbe, 2011, Cengage Learning; Project Management for Information Systems - Fifth Edition, Cadle, James & Yeates, Donald, 2008, Pearson Education, UK

Anexo II - Integração Empresarial**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Integração Empresarial

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Enterprise Integration

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SI

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

José Manuel da Costa Alves Marques (ist12023) - 28T

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Sérgio Luís Proença Duarte Guerreiro (ist62654) - 21PL

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

Fornecer uma visão ampla e aprofundada dos conceitos, metodologias e tecnologias de integração, compreendendo desde a integração de aplicações e serviços até à integração de processos de negócios (PN) inter-organizacionais. A temática da disciplina está posicionada na interface crítica entre a infraestrutura tecnológica e os PN, visando compreender a ligação e as dependências entre ambos. Permitirá ainda transmitir uma visão de como é possível desenvolver uma infraestrutura aplicacional distribuída e integrada. Os objectivos de aprendizagem são: 1. Adquirir uma visão abrangente dos principais conceitos e soluções tecnológicas existentes na área de integração; 2. Desenvolver uma visão sistemática e orientada aos PN abordando problemas de integração; 3. Adquirir um conhecimento prático sobre as plataformas de integração actuais com base em guias e projeto laboratoriais; 4. Compreender o papel crucial que as soluções de integração têm no desenho e implementação de PN numa organização.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To provide a broad and in-depth view of the concepts, methodologies, and technologies associated with systems integration, including the integration of applications, services, and inter-organizational business processes (BP). The topics addressed in this course are positioned at a key point between the application infrastructure and the BP in an organization, and the aim is to understand the relationships and dependencies between the two. The course will also provide insight into how it is possible to devise a distributed and integrated application infrastructure. The concrete learning objectives are 1. To provide an in-depth view of the main concepts and integration solutions in this field; 2. To develop a systematic and process-oriented vision of how integration problems should be addressed; 3. To acquire a practical knowledge of the state-of-the-art integration platform; 4. To understand the critical role that integration solutions have in the design and implementation of BP.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

O programa da disciplina reúne numa estrutura coerente um conjunto de temas de integração que se encontram concentrados nas disciplinas opcionais do currículo ACM/AIS IS 2010 como “Enterprise Systems” e “Application Development”.

Evolução dos sistemas de informação. Funções. Evolução. Serviço.

Introdução às plataformas de integração. Mensagens. Transformações. Esquemas. Portas. Adaptador. Orquestração. Regra de negócios.

Sistemas de mensagens. Transações. Correlações. Plataformas.

Mediadores de mensagens. Publicar-subscriver. Transmissão. Assíncrono.

Adaptadores. 3 camadas. Métodos. Base de dados. Arquivos. Interface de utilizador. Invocações dinâmicas. Serviços web.

Micro-serviços, serviços e SOA. Aplicações. Composição. Catálogo. Processos de negócios. Design de serviço. Fluxos de trabalho humanos.

Orquestrações de serviço. Fluxo. Decisões. Ciclos. Eventos. Exceções. Transações.

Integração inter-organizacional. Troca eletrônica de dados. Gestão da cadeia de fornecimento.

9.4.5. Syllabus:

The course aims at providing a coherent structure of integration topics that can be found in different parts of the ACM/AIS IS 2010 curriculum, such as “Enterprise Systems” and “Application Development”.

Evolution of information systems. Functions. Evolution. Service.

Introduction to integration platforms. Messages. Transformations. Schemas. Ports. Adapter. Orchestration. Business rule.

Messaging systems. Transactions. Correlations. Platforms.

Message brokers. Publish-subscribe. Streaming. Asynchronous.

Adapters. 3-tier. Methods. Database. Files. User interface. Dynamic invocations. Web services.

Micro-services, services and SOA. Applications. Composition. Catalog. Business processes. Service design. Human workflows.

Service orchestrations. Flow. Decisions. Loops. Events. Exceptions. Transactions.

Inter-organizational integration. Electronic data exchange. Supply chain management. E-commerce. Negotiation.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Classificação final = componente teórica * 50% + componente prática * 50%*

As avaliações de ambas as componentes têm uma classificação mínima admissível de 10 valores.

Componente teórica (2 possibilidades):

1. Exame escrito com um peso de 50% na classificação final

2. Exame escrito + 3 mini testes realizados durante as aulas teóricas com um peso de 30% na componente teórica (15% na classificação final). Os mini testes são usados só se melhorarem a avaliação obtida no exame final.

Componente prática:

O projeto é dividido em 5 sprints: 1º sprint (10% da classificação do projeto), 2º sprint (20% da classificação do projeto), 3º sprint (15% da classificação do projeto), 4º sprint (15% da classificação do projeto), 5º sprint (40% da classificação do projeto).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Final grade = Theoretical part * 50% + Practical part * 50%*

Both the theoretical and the practical evaluation have a minimum grade of 10

Theoretical part (2 possibilities):

1. Written examination with a weight of 50% on the final grade

2. Written examination + 3 mini tests performed during the theoretical classes with a weight of 30% on the theoretical grade (15% of the final grade). The mini tests grades are only used to improve the theoretical grade of the exam

Practical part:

The project is divided in 5 sprints. 1st Sprint - (10% Project grade), 2nd Sprint - (20% Project grade), 3rd Sprint - (15% Project grade), 4th Sprint - (15% Project grade), 5th Sprint (40% Project grade).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Enterprise Integration, Beth Gold-Bernstein, William Ruh, 2004, Addison-Wesley - ISBN 978-0321223906 ; Building Microservices, S Newman , 2015 , O'Reilly; Kafka The definite Guide, N Narkhede, G Shapira, T Palino , 2017, O'Reilly

Anexo II - Agentes Autónomos e Sistemas Multi-Agente**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Agentes Autónomos e Sistemas Multi-Agente

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Autonomous Agents and Multi-Agent Systems

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

IA

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Rui Miguel Carrasqueiro Henriques (ist156846) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

- *conhecer os principais conceitos, perspectivas e aplicações de agentes autónomos e sistemas multi-agente*
- *adquirir uma visão estruturada das propriedades e princípios arquiteturais dos sistemas baseados em agentes*
- *avaliar criticamente a adequação da resolução de problemas específicos com recurso a agentes*
- *mapear problemas do mundo real como sistemas baseados em agentes*
- *saber especificar agentes reativos, deliberativos, afetivos e híbridos*
- *saber especificar agentes adaptativos: capazes de aprender com a experiência*
- *saber especificar sociedades de agentes*
- *entender o papel da comunicação, negociação e coalizão de agentes em problemas do mundo real*
- *estabelecer os prós e contras de sistemas baseados em agentes em diferentes aplicações*
- *desenvolver sistemas complexos usando metodologias orientadas a agentes*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- *master the concepts, different views and applications of agent systems*
- *develop a structured view on the properties and architectures of agent systems*
- *critically assess the adequacy of solving specific problems using agent-oriented principles*
- *map real-world problems as agent systems*
- *design reactive, deliberative, affective and hybrid agents*
- *design adaptive agents: able to learn from experience*
- *design societies of agents*
- *understand the role of agent communication, negotiation and coalition in real-world problems*
- *establish the pros and cons of agent systems for different applications*
- *develop complex systems using agent-oriented methodology*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução

- *Agentes autónomos e IA*
- *Arquiteturas*
- *Programação orientada a agentes*

2. Agentes dedutivos

3. Agentes reativos

4. Agentes deliberativos

- modelo BDI

- raciocínio processual

5. Agentes emocionais

- Teorias de avaliação

- Percepção, decisão e expressão emocional

6. Agentes adaptativos

- Agentes com aprendizagem por reforço

- Agentes com prospecção incremental de dados

7. Agentes híbridos

- Arquiteturas híbridas horizontais e verticais

8. Agentes sociais

- Coordenação, stigmeria, auto-organização, emergência

9. Teoria dos jogos

- Equilíbrio de Nash e pareto ótimo

- Jogos com repetições

10. Agentes negociadores

- Negociação

- Concessão monotónica

11. Agentes leiloeiros

- Bem-estar social

- Manipulação estratégica

12. Agentes argumentativos

- Jogos de coalizão

- Sistemas de argumentação dedutivos

13. Sociedades adaptáveis

14. Agentes em livre interação

- Atos espontâneos de fala

- Semântica da comunicação

15. Agentes humano-interativos

16. Ética e impacto

17. Avanços

9.4.5. Syllabus:

1. **Introduction to Agent Systems**
 - *Autonomous agents and AI*
 - *Agent architectures*
 - *Agent-oriented programming*
2. **Deductive Agents**
3. **Reactive Agents**
4. **Deliberative Agents**
 - *BDI model*
 - *Procedural reasoning*
5. **Emotional Agents**
 - *Appraisal theories*
 - *Emotional perception, decision, expression*
6. **Adaptive Agents**
 - *Agents with reinforcement learning*
 - *Agents with incremental data mining*
7. **Hybrid Agents**
 - *Horizontal and vertical hybrid architectures*
8. **Social Agents**
 - *Coordination, stigmergy, self-organization, emergence*
 - *Applications*
9. **Game Theory**
 - *Nash equilibrium and optimal pareto*
 - *Repeated games*
10. **Negotiating Agents**
 - *Bargaining*
 - *Monotonic concession*
11. **Auction-based Agents**
 - *Social welfare*
 - *Strategic manipulation*
 - *Auctions*
12. **Arguing Agents**
 - *Coalitional games*
 - *Deductive argumentation systems*
13. **Adaptive multi-agents**
14. **Freely Interacting Agents**
 - *Speech acts*
 - *Communication semantics*
15. **Human-interactive agents**
16. **Ethics and Societal Impact**
17. **Advances**

9.4.6. **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. **Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Avaliação baseada em 3 components:

- *P: projecto*
- *T: mini-teste*
- *E: exercício/essay*

A nota final é dada por:

$$N = 50\%P + 30\%T + 20\%E$$

sujeita a $P \geq 9.0$ (nota mínima no projeto)

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Grading is based on three components:

- *P: project*
 - *T: mini-test*
 - *E: exercise/essay*
- The final grade is given by*
 $G = 50\%P + 30\%T + 20\%E$
constrained to $P \geq 9.0$

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
An Introduction to Multi-Agent Systems (2nd edition), Michael Wooldridge, 2009, John Wiley & Sons Ltd

Anexo II - Projeto Integrador de 2º Ciclo em Engenharia Informática e de Computadores

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Projeto Integrador de 2º Ciclo em Engenharia Informática e de Computadores

9.4.1.1. Title of curricular unit:
2nd Cycle Integrated Project in Computer Science and Engineering

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
ACEIC

9.4.1.3. Duração:
Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
336.0

9.4.1.5. Horas de contacto:
28.0

9.4.1.6. ECTS:
12.0

9.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:
<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Daniel Jorge Viegas Gonçalves (ist13898) - 28 OT

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
<sem resposta>

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

Projecto Integrador visa o desenvolvimento de um trabalho de projecto de natureza integradora, na área da engenharia informática. Tem a duração de um semestre e é enquadrável em uma de três modalidades:

1. **Projecto científico,**
2. **Projecto em empresa e**
3. **Projeto SCOPE.**

Os objetivos de aprendizagem dependerão do projeto específico, mas, em geral, os estudantes deverão:

- **aplicar os conhecimentos adquiridos no mestrado no desenvolvimento de um projeto científico, tecnológico ou de gestão.**
- **estender os seus conhecimentos a áreas não cobertas no mestrado.**
- **pesquisar, obter, compilar e resumir informações (científicas, técnicas, legislação, entrevistas, inquéritos) relevantes para o projeto.**
- **planear e executar experiências, analisar e interpretar dados, desenvolver modelos matemáticos, realizar simulações em computador.**
- **desenvolver competências intrapessoais, interpessoais e de pensamento crítico e inovador.**
- **escrever e apresentar oralmente e discutir um relatório técnico.**

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The integrated aims at the development of an innovative integrated project in the area of computer science and information systems. It lasts for a semester and may fall within one of three modalities:

1. **Scientific project,**
2. **Company project and**
3. **SCOPE project. Learning objectives will depend on the specific project, but in general students should:**

- **apply the knowledge acquired during their degree to undertake a project of a scientific, technological or management nature.**
- **extend their knowledge to areas not covered in their degree.**
- **search, obtain, compile and summarize information (scientific, technical, legislation, interviews, polls) relevant to the project - plan and execute experiments, analyze and interpret data, develop mathematical models, perform computer simulations**
- **develop critical and innovative thinking, intrapersonal and interpersonal skills.**
- **write and orally present and discuss a technical report.**

9.4.5. Conteúdos programáticos:

O projeto é definido inicialmente pelos orientadores ou sob orientação dos mesmos, sendo estes responsáveis pela definição do programa específico. Pode ser realizado individualmente ou em grupo (SCOPE), no IST ou fora do IST (universidades, centros de investigação ou empresas). As seguintes modalidades são possíveis:

1. **Projecto científico: uma análise profunda e academicamente rigorosa de um desafio científico, tecnológico ou da área de gestão. Pode incluir trabalho experimental e/ou computacional.**
2. **Projeto em empresa: projeto individual focado num desafio específico apresentado pela empresa anfitriã que requer uma solução ou análise vocacionada para uma implementação a curto prazo.**
3. **Projeto SCOPE: trabalho em equipa multidisciplinar com base em problemas/desafios reais e complexos apresentados por empresas ou instituições e que exigem contribuições de alunos de diferentes cursos do IST/ULisboa.**

9.4.5. Syllabus:

The project is initially defined by the supervisors or under the supervisors guidance, who define the specific syllabus. It can be carried out individually or in groups (SCOPE), and take place at IST or outside IST (universities, research centers or companies). The following modalities are possible:

1. **Scientific project: an in-depth and academically rigorous analysis of a scientific, technological or management challenge. May include experimental and/or computational work.**
2. **Company project: individual project focused on a specific challenge posed by a host company that requires a solution or analysis targeted for short term implementation.**
3. **SCOPE project: multidisciplinary team work based on real and complex problems/challenges posed by companies or other institutions that require inputs from students from different courses of IST or the University of Lisbon.**

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação terá por base um documento escrito e apresentação pública do trabalho.

Para os projectos de modalidade 1 e 2, deve ser submetido para avaliação um relatório e realizada uma discussão em provas públicas perante júri constituído por (no mínimo) dois docentes.

Para os projectos de modalidade 3: Avaliação contínua com 3 momentos de exposição pública (pitch inicial (30%) + apresentação intercalar (30%) + apresentação final (40%)); Os elementos submetidos para avaliação deverão ser orientados para o desenvolvimento de um portfolio de conteúdo variável, dependente do projecto (website, relatório/poster, apresentação, vídeo divulgação); Avaliação por júri constituído por (no mínimo) dois docentes incluindo uma componente de avaliação pelos pares (5% de cada momento).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

A written document will be used, together with a public presentation of the work as the bases for the evaluation.

For project types 1 and 2 a report must be submitted for evaluation and a public discussion held before a jury of (at least) two professors.

For project type 3 evaluation will be continuous, with 3 moments of public exposure (initial pitch (30%) + midterm presentation (30%) + final presentation (40%)); The submitted elements will be guide for the development of a portfolio of variable content, depending on the project (website, report/poster, presentation, dissemination video). Evaluation should be conducted by a jury of (at least) two professors, and include peer-evaluation (5% at each stage).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A fornecer aos alunos pelos orientadores / to be provided to students by supervisors.

Anexo II - Procura e Planeamento**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Procura e Planeamento

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Search and Planning

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

IA

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:**49.0****9.4.1.6. ECTS:****6.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*****Maria Inês Camarate de Campos Lynce de Faria (ist14029) - 28T + 21PL*****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****<sem resposta>****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- *Aprofundar os temas da procura de soluções para problemas complexos e do planeamento de acções.*
- *Reconhecer os diferentes tipos de problemas a resolver.*
- *Dominar as principais metodologias e estratégias de procura.*
- *Perceber que metodologia e estratégia aplicar para cada tipo de problema.*
- *Ser capaz de resolver problemas razoavelmente complexos.*
- *Compreender a especificidade do problema do planeamento de acções e porque necessita de uma abordagem dedicada.*
- *Estudar os fundamentos e abordagens do planeamento de acções e ser capaz de resolver problemas de planeamento.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- *Deepen the themes of searching solutions for complex problems and planning actions.*
- *Identify the different types of problems to be solved.*
- *Master the main search methodologies and strategies.*
- *Select the methodology and strategy to apply for each problem type.*
- *Be capable of solving reasonably complex search problems.*
- *Understand the specificity of the problem of planning actions and why it needs a dedicated approach.*
- *Study the foundations and approaches to planning and be capable of solving planning problems.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Programação por restrições. Conceitos e exemplos básicos.**
- 2. Redes de restrições.**
- 3. Consistência e propagação de restrições.**
- 4. Consistência direcional.**
- 5. Estratégias gerais de procura: olhar para frente e para trás.**
- 6. Planeamento e atuação automáticos. Modelos e funções de deliberação.**
- 7. Deliberação com modelos determinísticos.**
- 8. Deliberação com modelos de refinamento.**
- 9. Deliberação com modelos temporais.**

9.4.5. Syllabus:

- 1. Constraint programming. Basic concepts and examples.**
- 2. Constraint networks.**
- 3. Consistency enforcing and constraint propagation.**
- 4. Directional consistency.**
- 5. General search strategies: look-ahead and look-back.**
- 6. Automated Planning and Acting. Deliberation models and functions.**
- 7. Deliberation with deterministic models.**
- 8. Deliberation with refinement models.**
- 9. Deliberation with temporal models.**

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular***Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá***

constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

***Projeto de programação (40%) em grupos de 2 alunos
Execícios realizados nas aulas práticas (10%)
Exame (50%)***

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

***Programming project (40%) with groups of two students
Exercises to be done during the practical classes (10%)
Exam (50%)***

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Constraint Processing, Rina Dechter, 2003, Elsevier Morgan Kaufmann; Principles of Constraint Programming, Krzysztof Apt, 2003, Cambridge University Press; Automated Planning and Acting, Malik Ghallab, Dana Nau and Paolo Traverso, 2016, Cambridge University Press

Anexo II - Engenharia e Tecnologia de Processos de Negócio

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia e Tecnologia de Processos de Negócio

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Business Process Management

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SI

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

42.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Pedro Manuel Moreira Vaz Antunes de Sousa (ist12951) - 21h S

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

André Vasconcelos (ist14250) - 11h OT

José Borbinha (ist13085) - 11h OT

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

1. *Entender o papel da BP dentro e entre organizações.*
2. *Entender os relacionamentos e dependências entre BP, sistemas e informações.*
3. *Desenho e análise de arquiteturas de Processos.*
4. *Desenho de BP e realização de análises qualitativas e quantitativas.*
5. *Realização de simulação e mineração Processos usando ferramentas*
5. *Redesenho e otimização de Processos em função do tempo, custo, flexibilidade e qualidade.*
6. *Especificação de Processos para automação em sistemas BPM*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

1. *Understand the Role of BP within and between organizations.*
2. *Understand the Relationships and dependencies between BP, systems and information.*
3. *Design and analyse BP Architectures.*
4. *Model BP and perform Qualitative and Quantitative analysis.*
5. *Perform BP simulation and BP Mining using tools*
5. *Redesign and optimize BP for Time, Cost, Flexibility and Quality.*
6. *Specify BP for automation in BPM Systems*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução ao BPM*
2. *Identificação do Processo*
3. *Modeação de Processos*
4. *Descoberta de Processos*
5. *Análise Qualitativa de Processos .*
6. *Análise Quantitativa de Processos*
7. *Redesenho de Processo.*
8. *Sistemas de Informação Sensíveis ao Processo*
9. *Implementação de Processos com modelos executáveis.*
10. *Monitoração de Processo*
11. *BPM como um recurso corporativo.*

9.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to BPM*
2. *Process Identification*
3. *Process Modeling*
4. *Process Discovery*
5. *Qualitative Process Analysis.*
6. *Quantitative Process Analysis*
7. *Process Redesign.*
8. *Process-Aware Information Systems*
9. *Process Implementation with Executable Models .*
10. *Process Monitoring*
11. *BPM as an Enterprise Capability.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação do curso possui 3 componentes:

- 1. Exame escrito individual ou dois testes. Pontuação mínima: 10,0 pontos em 20,0. Peso: 60%**
- Projeto 2.Group. Pontuação mínima: 10,0 pontos em 20,0. Peso: 40% •**
- 3.Contribuições individuais: Nenhum scobe mínimo: Peso: 10% •**

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The evaluation of the course has 3 components:

- 1.Individual written exam or two tests. Minimum score: 10,0 points out of 20,0. Weight: 60%**
- 2.Group project. Minimum score: 10,0 points out of 20,0. Weight: 40% •**
- 3.Individual assignments: No minimum scobe: Weight: 10% •**

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Fundamentals of Business Process Management, Marlon Dumas, Marcello La Rosa, Jan Mendling, Hajo A. Reijers, 2013, Springer

Anexo II - Computação Móvel e Ubíqua

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Computação Móvel e Ubíqua

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Mobile and Ubiquitous Computing

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ASO

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

João Coelho Garcia (ist14139) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Perceber os desafios e problemas subjacentes à concepção e desenvolvimento de software de suporte (middleware e sistema operativo) e aplicações em ambientes com entidades móveis e ubíquas (pessoas, hardware, software). Especificar, conceber, analisar e implementar sistemas (middleware móvel/ubíquo e sistema operativo) de suporte à mobilidade/ubiquidade de hardware e software assim como dos seus utilizadores.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Understand the challenges and problems underlying the design and implementation of support software (middleware and operating systems) and applications in environments with mobile and ubiquitous entities (people, hardware and software). Specify, design, analyse and implement systems to support mobility of hardware and software as well as of their users.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Fundamentos do sistema operativo Android e introdução à programação em Android. O contexto da computação móvel e ubíqua e os seus desafios fundamentais. O conceito de informação de contexto, a sua relevância e aplicação em computação móvel ; mecanismos e plataformas para percepção de informação de contexto. Mecanismos de localização em espaços interiores e exteriores e a sua aplicação em computação móvel. Privacidade em serviços baseados na localização. Pesquisa de recursos computacionais e offloading computacional. Aplicações da replicação de dados na computação móvel. Restrições e gestão energética em dispositivos móveis.

9.4.5. Syllabus:

Fundamentals of the Android operating system and introduction to Android programming. The context of mobile and ubiquitous computing and its fundamental challenges. The concept of context information, its relevance and application in mobile computing; mechanisms and platforms for context awareness. Indoor and outdoor location mechanisms and their application in mobile computing. Privacy in location-based services. Cyberforaging and computational offloading: factors to evaluate offloading and implementation techniques. Applications of data replication to mobile computing. Power restrictions and management.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame (40%), Projecto (40%), Apresentação (20%)

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Exam (40%), Project (40%), Presentation (20%)

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the

knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Ubiquitous Computing: Smart Devices, Environments and Interactions, Stefan Poslad, 2009, ISBN: 978-0470035603; Fundamentals of Mobile and Pervasive Computing, Frank Adelstein et al, 2005, McGraw-Hill. ISBN: 978-0071412377; Distributed Context-Aware Systems, Paulo Ferreira, Pedro Alves, 2011, Springer - ISBN:978-3-319-04881-9; Programming Android. Java Programming for the New Generation of Mobile Devices 2nd Edition, Zigurd Mednieks, Laird Dornin, G. Blake Meike, Masumi Nakamura, 2012, O'Reilly Media

Anexo II - Atividades Extracurriculares I

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Atividades Extracurriculares I

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Extracurricular Activities I

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

OL

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

0.0

9.4.1.6. ECTS:

3.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Daniel Jorge Viegas Gonçalves (ist13898)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Estimular os estudantes a adquirirem, de forma diversificada e complementar, conhecimentos e competências comportamentais, sociais, culturais, científicas, tecnológicas e profissionais, através da realização de atividades extracurriculares. Atualmente além de um percurso curricular que fornece provas de conhecimentos científicos/tecnológicos bem consolidados, os empregadores valorizam o percurso extracurricular dos alunos nas suas diversas vertentes.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To stimulate students to acquire, in a diversified and complementary way, behavioral, social, cultural, scientific, technological and professional knowledge and skills through extracurricular activities. Currently, in addition to scientific/technological knowledge, employers value the extracurricular course of students in its various aspects.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

No quadro desta unidade curricular serão creditadas actividades realizadas pelos estudantes, individualmente ou em grupo, que tenham um cariz essencialmente extra-curricular.

1) As actividades extracurriculares devem ser creditadas por pedido dos alunos em uma ou duas unidades curriculares denominadas Actividades Extracurriculares I e II (AE I e AE II) com 3 ECTS cada, oferecidas a todo o universo de alunos dos 2º. Ciclos (mestrado) do IST. Em cada uma destas UC de 3 ECTS os alunos devem realizar uma (ou mais) actividade(s) extracurriculares com esforço total de pelo menos 84 horas.

2) Os coordenadores de cada curso deverão reservar espaço na sua grelha de 2º. Ciclo para que os alunos, se assim o entenderem, possam escolher AE I/AEII

9.4.5. Syllabus:

In this curricular unit activities carried out by students, individually or in groups, which have an essentially extra-curricular nature, will be credited.

1) The extracurricular activities must be credited by request of the students in one or two curricular units called Extracurricular Activities I and II (AE I and AE II) with 3 ECTS each, offered to the whole universe of students of the 2nd cycle. In each of these 3 ECTS courses, students must perform one (or more) extracurricular activity(s) with a total effort of at least 84 hours.

2) Coordinators of each course must reserve space on their 2nd cycle grid so that students, if they wish, can choose AE I/AE II

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A publicar na página da Unidade Curricular

Anexo II - Análise e Integração de Dados**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Análise e Integração de Dados

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Data Analysis and Integration

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SI

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Diogo Ribeiro Ferreira (ist24629) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Compreender e implementar processos de extração, transformação e carregamento de dados utilizando métodos e ferramentas actuais.

Conhecer os diferentes tipos de arquiteturas e opções de desenho para grandes armazéns de dados.

Aplicar métodos e ferramentas de análise multidimensional sobre armazéns de dados.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Understand and implement data extraction, transformation, and loading processes using state-of-the-art methods and tools.

Study the different architectural types and design options for large data warehouses.

Apply multidimensional analysis methods and tools over data warehouses.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Revisão de SQL.

Processos e ferramentas ETL.

Fontes de dados e integração de dados.

Mapeamento e alinhamento de dados.

Comparação de cadeias de caracteres.

Perfilação e limpeza de dados.

Deteção e remoção de duplicados.

Armazéns de dados.

Desenho lógico e físico de armazéns de dados.

Processos ETL para armazéns de dados.

Análise multidimensional sobre armazéns de dados.

**Extensões à linguagem SQL e linguagem MDX.
Geração automática de relatórios.
Indicadores de desempenho.**

9.4.5. Syllabus:

**SQL review.
ETL processes and tools.
Data sources and data integration.
Data matching and mapping.
String matching.
Data profiling and data cleaning.
Duplicate detection and removal.
Data warehousing.
Logical and physical design for data warehouses.
ETL processes for data warehouses.
Multidimensional analysis over data warehouses.
SQL language extensions and MDX language.
Reporting tools.
Key performance indicators.**

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

**Nota Final = 30% Projeto + 70% Exame
Nota mínima de 9.5 em ambas as componentes.
Avaliação TE e Época Especial só por exame.**

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

**Final Grade = 40% Project + 60% Exam
Minimum grade of 9.5 in both components.
Evaluation by exam in special cases.**

**9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.**

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principles of Data Integration, Anhai Doan, Alon Halevy and Zachary Ives, 2012, Morgan Kaufmann; Data Warehouse Systems: Design and Implementation, Alejandro Vaisman and Esteban Zimányi, 2014, Springer

Anexo II - Especificação de Software

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Especificação de Software

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Software Specification

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MTP

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

João Fernando Peixoto Ferreira (ist428178) - 28T

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Jan Gunnar Cederquist (ist24691) - 21PL

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

Conhecer especificações formais e métodos formais para a engenharia de software, assim como as ferramentas/métodos de análise automática das propriedades dos programas. A disciplina fornece conhecimentos em: 1. Desenho e modelação de sistemas de software usando uma linguagem de especificação formal. Verificação automática de modelos e das suas propriedades. Linguagem de especificação declarativa para expressar restrições e comportamento de sistemas de software. Estados e traços. Modelação estática e dinâmica. 2. Verificação automática de programas (funcionais e imperativos) contra especificações. Verificação de propriedades funcionais. Construção de programas verificados através da anotação de código com teoremas, pré- e pós-condições, invariantes de ciclo, asserções, etc.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To be acquainted with formal specifications and formal methods for software engineering, as well as tools/methods for automatic analysis of program properties. This course provides training in: 1. Design and modeling of software systems using a formal specification language. Automated verification of models and their properties. Declarative specification language for expressing constraints and behavior of software systems. States and traces. Static vs dynamic modelling. 2. Automated verification of programs (functional and imperative) against specifications. Verification of functional properties. Construction of verified programs, by annotating code with theorems, pre- and post-conditions, loop invariants, assertions, etc.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução - Motivação para a utilização de especificações e métodos formais; Verificação de modelos vs procura de modelos vs prova de teoremas; Motivação para o uso de ferramentas de métodos formais; Linguagens declarativas vs operacionais.

O Analisador Alloy - Introdução: Vantagens das abstrações; Sintaxe. Lógica no Alloy: Combinação de quantificadores de FOL com operadores de cálculo relacional; Átomos e relações. Linguagem: factos, asserções, predicados, funções. Verificação de modelos e as suas propriedades. Modelação estática e dinâmica.

A linguagem Dafny - Introdução: Anotações e construção de programas verificados. Linguagem: Classes genéricas, afetação dinâmica, tipos de dados indutivos; Construções da especificação: pré- e pós-condições, invariantes de ciclo, asserções, especificações de enquadramento. Construções fantasma. Tipos coleção. Verificação de anotações e desenvolvimento de provas. Desenvolvimento incremental de programas imperativos verificados.

9.4.5. Syllabus:

Introduction - Motivation for usage of formal specifications and formal methods; Model checking vs model finding vs theorem proving; Motivation for using formal methods tools; Declarative vs operational languages.

The Alloy Analyser - Introduction: Advantages with abstractions; Syntax. Alloy logic: Combination of quantifiers of FOL with operators of relational calculus; Atoms and Relations. Language: facts, assertions, predicates, functions. Verification of models and their properties. Static vs dynamic modelling.

The Dafny Language - Introduction: Annotations and construction of verified programs. Language: Generic classes, dynamic allocation, inductive datatypes; Specification constructs: pre- and post-conditions, loop invariants, assertions, frame specifications. Ghost constructs. Collection types. Verification of annotations and proof development. Incremental Development of verified imperative programs

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame (50%) e dois projectos (25% + 25%)

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Exam (50%) and two projects (25% + 25%)

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Software Abstractions, Logic, Language, and Analysis, Daniel Jackson , 2011, MIT Press; The Calculus of Computation: Decision Procedures with Applications to Verification, Aaron R. Bradley and Zohar Manna, 2007, Springer; Developing Verified Programs with Dafny, K. Rustan and M. Leino, 2012, Springer

Anexo II - Administração de Dados e Sistemas de Informação**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Administração de Dados e Sistemas de Informação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Data Administration in Information Systems

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SI

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:**168.0****9.4.1.5. Horas de contacto:****49.0****9.4.1.6. ECTS:****6.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****Helena Galhardas (ist13078) - 28T + 21PL****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****<sem resposta>****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****Os alunos deverão ser capazes de:**

- **Compreender os compromissos envolvidos nos conceitos de coerência, escalabilidade, tolerância a falhas, e complexidade em sistemas que armazenam, gerem e suportam consultas de dados.**
- **Compreender os mecanismos internos de um Sistema de Gestão de Bases de Dados (SGBD) relacional, nomeadamente a gestão de armazenamento, a indexação, o processamento e optimização de interrogações, a gestão de transações, o controlo de concorrência e a gestão de recuperação**
- **Otimizar o acesso a grandes quantidades de dados armazenadas em bases de dados potencialmente heterógeneas e compreender as tarefas envolvidas na afinação de sistemas data-intensive.**

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**Students should be able to:**

- **Understand the trade-offs around consistency, scalability, fault tolerance, and complexity in systems for storing, managing and querying data.**
- **Understand the internal mechanisms of Database Management Systems (DBMS), namely storage management, indexing, query processing and optimization, transaction management, concurrency control, recovery management.**
- **Optimize access to large amounts of data stored in potentially heterogeneous databases and understand the tasks involved in data-intensive systems tuning.**
- **Understand the architecture and implementation of data-intensive services layered on parallel and distributed database systems technology.**

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Gestão de Armazenamento. Relacional: Organização de registos em ficheiros; Dados semi-estruturados; Replicação de dados; Bases de dados em memória principal e de grafos.**
- 2. Indexação. Índices ordenados e índices baseados em tabela de dispersão; Índices OLAP: bitmap, column-store.**
- 3. Processamento e Optimização de Consultas: Algoritmos de Execução para operadores relacionais; Transformação de expressões relacionais usando regras de equivalência; Optimização baseada em custo; Processamento de consultas complexas e consultas distribuídas; Algoritmos de junção paralelos; Map-reduce.**
- 4. Controlo de Concorrência e Gestão de Recuperação: Controlo Concorrência multi-versão; Algoritmo ARIES; Gestão de Transações Distribuídas; Teorema de CAP.**
- 5. Afinação de Bases de Dados Relacionais: esquema, consultas, índices, log e lock, SO e HW**
- 6. Implementação de sistemas data-intensive. Base de Dados como Serviço; Exemplos de serviços e sistemas de Bases de Dados na Nuvem**
- 7. Streaming databases.**

9.4.5. Syllabus:

- 1. Storage Management. Relational data storage: Organization of Records in Files; Semi-structured data storage; Data replication and partitioning strategies; Main-memory databases; Graph Databases**
- 2. Indexing. Relational Ordered Indexes: B+tree insertion and deletion algorithms; Dynamic Hashing (extendable**

hashing); OLAP indexes: bitmap, column-store.

3. Query Processing and Optimization. Relational Execution Algorithms; Transformation of relational algebra expressions using equivalence rules; Cost-based Optimization. Distributed Query Processing; Parallel join algorithms; Map-reduce for data processing

4. Concurrency Control and Recovery Management: Multi-version concurrency control algorithms; ARIES algorithm; Distributed Transaction Management; CAP theorem.

5. Database Tuning: : Schema, Query, Index, Log/Lock, OS/HW.

6. Data-intensive systems implementation. Database as a Service. Examples of cloud database services and systems.

7. Streaming databases

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular *Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives. *Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de avaliação inclui um exame E, uma apresentação oral P (em grupos de 2 elementos), e um projecto PR (em grupos de 2 elementos) no qual os alunos aplicarão os métodos estudados nas aulas.

Not Final: $0.5xE + 0.2xP + 0.3xPR$

Nota mínima: 9.5 em (E), 9.5 em (P), 9.5 em (PR)

Trabalhadores-Estudantes (têm que ser formalmente reconhecidos como tal): têm que completar o projecto e a apresentação, mas podem fazê-lo de forma individual.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Assessment includes an exam E, one oral presentation P (in groups of 2 elements), and one project PR (in groups of 2 elements) in which the students will apply the methods covered in the lectures .

Final Grade: $0.5xE + 0.2xP + 0.3xPR$

Minimum Grade: 9.5 on (E), 9.5 on (P), 9.5 on (PR)

Working-Students (must be formally recognized as such): must complete the project and presentation but may develop them individually.

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. *A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Database System Concepts 7th Edition, Abraham Silberschatz, Henry Korth, S. Sudarshan , 2020, McGraw-Hill - ISBN-10: 0073523321; Database Management Systems 3rd edition, Raghuram Ramakrishnan and Johannes Gehrke, 2007, McGraw Hill; Readings in Databases 5th edition , Peter Bailis, Joseph Hellerstein, Michael Stonebraker (eds), 2015, <http://www.redbook.io>; Architecture of a Database System, Joseph M. Hellerstein, Michael Stonebraker and James Hamilton, 2007, Foundations and Trends® in Databases: Vol. 1: No. 2

Anexo II - Arquitecturas de Software

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Arquitecturas de Software

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Software Architectures

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MTP

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

António Manuel Ferreira Rito da Silva (ist12628) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Formar nos métodos, técnicas e linguagens do desenho de software de qualidade utilizando as abordagens de arquiteturas de software e desenho centrado no domínio para o desenvolvimento de sistemas de software de larga escala. Estudar os métodos e as técnicas da passagem do espaço do problema para o espaço da solução de modo a garantir a rastreabilidade entre os requisitos do sistema e o seu desenho. Ler, analisar e desenhar arquiteturas de software.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Teach quality software design methods, techniques, and languages using software architecture and domain-driven design for the development of large-scale software systems. Study the methods and techniques that bridge the gap between the problem space and the solution space, providing traceability from system requirements to system design. Read, analyse and design software architectures.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à Arquitetura de Software: definição de arquitetura de software; o ciclo de influência da arquitetura. Dos requisitos para a arquitetura: atributos de qualidade arquitetural; táticas para atingir as qualidades arquiteturais; as qualidades arquiteturais de disponibilidade, facilidade de modificação, desempenho, segurança, interoperabilidade, facilidade de teste, usabilidade e escalabilidade. Documentar arquiteturas de software: vistas e estilos arquiteturais; o tipo vista módulo e os seus estilos arquiteturais; o tipo vista componente-e-conetor e os seus estilos arquiteturais; o tipo vista de afetação e os seus estilos arquiteturais. Desenvolvimento de sistemas de software de larga escala: desenho centrado no domínio; arquitetura de microserviços; tecnologias para processar um grande número de eventos assíncronos. Casos de estudo: sistemas reais como, por exemplo, Facebook, Twitter, Amazon e Netflix.

9.4.5. Syllabus:

Introduction to Software Architecture: software architecture definition; the architecture influence cycle. From requirements to the architecture: architectural quality attributes; tactics to achieve the architectural qualities; the architectural qualities of availability, modifiability, performance, security, interoperability, testability, usability and scalability. Documenting software architectures: architectural viewtypes and styles; the module viewtype and its styles; the component-and-conetor viewtype and its style, and the allocation viewtype and its styles.

Development of large-scale software systems: domain-driven design; microservices architecture; technologies to process large number of asynchronous events.

Case studies: real systems like, for instance, Facebook, Twitter, Amazon and Netflix.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação da cadeira de Arquiteturas de Software é composta pelos seguintes elementos:

- **Exame teórico: 40% da nota final, nota mínima de 8.5 valores (em 20)**
- **Mini testes: 40% da nota final, 4 mini testes realizadas durante as aulas práticas, são consideradas as 3 melhores notas**
- **Trabalhos práticos (em grupo): 20% da nota final**

A nota final é calculada de acordo com a fórmula

$$\bullet \text{ NotaFinal} = \text{roundHalfUp}(0.4 \times E + 0.4 \times MT + 0.2 \times TP)$$

em que "E", "MT" e "TP" correspondem às notas (de 0 a 20 valores) do Exame, Mini Testes e dos Trabalhos Práticos, respectivamente.

A nota dos mini testes é calculada

$$\bullet MT = ((MT1 + \dots + MT4) - \text{MIN}(MT1, \dots, MT4))/3.$$

A nota dos trabalhos práticos "TP" é a média aritmética, sem arredondamentos, das notas obtidas em cada um dos trabalhos práticos realizados.

Opção para trabalhadores estudantes: Os alunos que tiverem o estatuto de trabalhador-estudante realizam apenas exame final, cujo peso na nota final é de 100%.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The assessment for the Software Architectures course comprises the following elements:

- **Final exam: 40% of the final grade, minimum grade of 8.5 values (out of 20)**
- **Mini Tests: 40% of the final grade, 4 mini tests that occur during the practical classes, only the 3 best scores will be considered**
- **Practical assignments (made in group): 20% of the final grade**

The final grade is computed by the following formula:

$$\bullet \text{ FinalGrade} = \text{roundHalfUp}(0,4 \times E + 0,4 \times MT + 0,2 \times TP)$$

where "E", "MT" and "TP" correspond to the grades (in a scale of 0 to 20) of the Exam, mini tests and of the practical assignments, respectively.

The grade of the mini tests:

$$\bullet MT = ((MT1 + \dots + MT4) - \text{MIN}(MT1, \dots, MT4))/3.$$

The grade of the practical assignments "TP" is the arithmetic mean, without rounding, of the grades of each practical assignment.

Option for working students: The students that have the status of working-student will do exam only, which corresponds to 100% of the final grade.

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Software Architecture in Practice (3rd Edition), Len Bass, Paul Clements, Rick Kazman, 2012, Addison-Wesley;
Documenting Software Architectures: Views and Beyond (2nd Edition), Paul Clements, Felix Bachmann, Len Bass, David Garlan, James Ivers, Reed Little, Paulo Merson, Robert Nord, Judith Stafford, 2010, Addison-Wesley;
Microservices Patterns, Chris Richardson, 2018, Manning Publications

Anexo II - Tecnologias de Informação e Decisão Biomédica

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tecnologias de Informação e Decisão Biomédica

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Biomedical Decision and Information Technology

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SI

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Mário Jorge Costa Gaspar da Silva (ist124073) - 28T

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Bruno Emanuel Da Graça Martins (ist24686) - 21PL

Rui Henriques (ist156846) - 21PL

Mónica Duarte Correia de Oliveira (ist14410) - 21PL

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

O objectivo geral da disciplina é o de dotar os alunos com os princípios e conceitos fundamentais relativos à utilização das tecnologias de informação em saúde. Os alunos adquirem competências essenciais e familiarizar-se-ão com as potencialidades do uso das tecnologias de informação na investigação em biomedicina e no papel crucial que hoje representam nas várias vertentes da prestação de cuidados de saúde.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The general objective of the course is to provide the fundamental principles and concepts related to the use of information technology in health care. The students will acquire essential competencies and knowledge on the use of information technology in biomedical research and its crucial role in the provision of health care services.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

As tecnologias de informação na biologia e ciências da saúde

Aquisição, processamento e uso de dados biomédicos. O registo clínico digital. Sistemas de informação clínica. Telemonitorização e Tele-saúde.

Processamento de linguagem natural e prospecção de textos em biomedicina. Terminologias e Nomenclaturas. Ontologias. Standards para intercâmbio de informação biomédica. Pesquisa de Informação. Sistemas de apoio à decisão clínica. Bioinformática e infraestruturas digitais de informação biomédica. Genética e epigenética da saúde humana. Medicina de precisão. Questões Éticas, Legais e Sociais das tecnologias de informação na saúde. Tecnologias de Informação em Saúde Pública. As TIC na promoção da vida saudável e envelhecimento activo. Informática do Consumidor de Saúde. TIC na formação de utentes e educação dos profissionais da saúde

9.4.5. Syllabus:

**Information Technology in the life sciences
Acquisition processing and use of biomedical data. The Electronic Health Record. Clinical information systems. Tele-monitoring and Tele-Health
Natural language processing and biomedical text mining. Thesauri and Ontologies. Health Informatics data interchange standards. Information Search
Clinical Decision-support Systems.
Bioinformatics and Biomedical Research Infrastructures.
Genetics and epigenetics of human health. Precision medicine.
Ethical, Legal and Social Issues in IT in Health.
Public Health Informatics.
IT for Healthy Living and Active Ageing. Consumer Health Informatics.
IT in user training and education of health professionals.**

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
**50% fichas de trabalho (média de 4 fichas de trabalho, sem nota mínima)
50% exame (9.5 nota mínima)**

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):
**50% homeworks (average of 4 homeworks, no minimum grade)
50% exam (9.5 minimum grade)**

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine, Edward H Shortliffe and James J. Cimino, 2014, ISBN: 978-0-38728986-1; Medical Informatics: Knowledge Management and Data Mining in Biomedicine, Hsinchun Chen, Sherrilynne S. Fuller, Carol Friedman, William Hersh (eds.), 2005, Springer. ISBN: 978-0387-2438 1-8

Anexo II - Computação Gráfica para Jogos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Computação Gráfica para Jogos

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Computer Graphics for Games

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

IG

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Carlos António Roque Martinho (ist14181) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Aprender e por em prática conceitos importantes de motores modernos de jogos. Construir um motor gráfico moderno em C++ / OpenGL moderno usando renderização com base física em tempo real.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Learn and put into practice important concepts of modern game engines. Build a modern 3D graphics engine in modern C++ / OpenGL using real-time physically-based rendering.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Espaço homogéneo de transformações e quaterniões*
- 2. Shaders, pipeline de renderização e pipeline de visualização*
- 3. Modelação e animação: malhas, buffers e grafos de cenas*
- 4. Iluminação direta: cel shading e modelo de Blinn-Phong*
- 5. Mapeamento de texturas de múltiplas dimensões, filtragem e ruído procedimental*
- 6. Mapeamento de normais, de deslocamento, e de ambiente*
- 7. Renderização com base física em tempo real e oclusão de ambiente*

9.4.5. Syllabus:

1. *Homogeneous space transformations and quaternions*
2. *Shaders, rendering pipeline and visualization pipeline*
3. *Modeling and animation: meshes, buffers and scene graphs*
4. *Direct lighting: cel shading and Blinn-Phong model*
5. *Multi-dimensional texture mapping, filtering and procedural noise*
6. *Normal, displacement and environment mapping*
7. *Real-time Physically-based Rendering and Ambient Occlusion*

9.4.6. *Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

9.4.6. *Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives. Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

9.4.7. *Metodologias de ensino (avaliação incluída): A avaliação consiste em dois projetos: um projeto individual que cria a arquitetura base do motor gráfico e um projeto em equipa que explora a programação de shaders. Não há exame escrito.*

9.4.7. *Teaching methodologies (including evaluation): The evaluation consists in two projects: an individual project that builds the base architecture for the engine, and a team project that explores shader programming. There is no written exam.*

9.4.8. *Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

9.4.8. *Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes. The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

9.4.9. *Bibliografia de consulta/existência obrigatória: "Game Engine Architecture" (3rd edition), Jason Gregory, 2018, A K Peters / CRC Press; Real-Time Rendering (4th edition), Tomas Akenine-Möller, Eric Haines, Naty Hoffman, 2018, A K Peters/CRC Press ; OpenGL Programming Guide (9th edition), John Kessenich, Graham Sellers, Dave Shreiner, 2016, Addison-Wesley Professional ; Programming: Principles and Practice using C++ (2nd edition), Bjarne Stroustrup, 2014, Addison-Wesley Professional*

Anexo II - Desenvolvimento de Aplicações Distribuídas

9.4.1.1. *Designação da unidade curricular: Desenvolvimento de Aplicações Distribuídas*

9.4.1.1. *Title of curricular unit: Design and Implementation of Distributed Applications*

9.4.1.2. *Sigla da área científica em que se insere: ASO*

9.4.1.3. *Duração: Semestral*

9.4.1.4. *Horas de trabalho: 168.0*

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*Luís Eduardo Teixeira Rodrigues (ist126480) - 28T***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***João Coelho Garcia (ist14139) - 21PL***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Perceber os problemas de nível sistema subjacentes à concepção e desenvolvimento de aplicações em redes de grandes escala (ex.: na Internet). Conhecer as soluções existentes no âmbito das plataformas de suporte à execução das aplicações antes referidas com ênfase na arquitetura, modelos de comunicação, escalabilidade, desempenho e segurança. Especificar, conceber, analisar e implementar aplicações distribuídas em redes de grande escala assim como as respetivas plataformas de suporte à sua execução.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Understand the system level problems underlying the design and development of large-scale applications. Learn the existing solutions concerning the middleware for large-scale applications with emphasis on the models and architectures taking into account non-functional requirements (scalability, performance, etc.). Specify, design, analyse and implement large scale distributed applications as well as its underlying middleware.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Parte I: Modelos de sistema Modelos de sistema Sistemas síncronos e assíncronos. Troca de mensagens e partilha de memória. Modelos de falhas. Modelos de coerência e o teorema CAP. Dimensões do sistema: Cliente-servidor Agregados e computação em grelha Computação na nuvem Sistemas entre-pares
Parte II: Abstrações Coordenação distribuída: Relógios físicos e sincronização de relógios Tempo lógico e relógios lógicos Relógios vectoriais Estados globais e captura de estado distribuída Exclusão mútua Eleição de líder Acordo distribuído Difusão fiável Ordem total Consenso Comunicação em grupo e sincronia na vista Processamento distribuído de transações Controlo de concorrência Confirmação atómica distribuída
Parte III: Sistemas Construção de sistemas confiáveis de grande dimensão Sistemas de ficheiros replicados Replicação diferida Sistemas entre-pares. Sistemas geo-replicados A google como caso de estudo.

9.4.5. Syllabus:

Part I: System Models System models Synchronous vs asynchronous systems. Message passing vs shared memory. Fault-models. Consistency models and the CAP theorem. System scales: Client server Clusters and Grid Computing Cloud Computing Peer to peer
Part II: Abstractions Distributed Coordination: Physical clocks and clock synchronization Logical time and logical clocks Vector clocks Global states and distributed snapshots Mutual exclusion Leader election Distributed agreement Reliable multicast Total order Consensus Group communication and virtual synchrony Distributed transaction processing Concurrency control Distributed atomic commitment
Part III: Systems Building large reliable systems Replicated File-systems Lazy replication Peer-to-peer systems. Geo-replicated systems The google case-study

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

**9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Exame (40%), Projecto (45%), Apresentações (15%)**

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Exam (40%), Project (45%), Presentations (15%)**

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes. The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Distributed Systems: Concepts and Design (Fifth Edition), George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg and Gordon Blair, 2012, Pearson Custom Publishing**

Anexo II - Sistemas de Elevada Confiabilidade

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Sistemas de Elevada Confiabilidade**

**9.4.1.1. Title of curricular unit:
Highly Dependable Systems**

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
ASO**

**9.4.1.3. Duração:
Semestral**

**9.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0**

**9.4.1.5. Horas de contacto:
49.0**

**9.4.1.6. ECTS:
6.0**

**9.4.1.7. Observações:
<sem resposta>**

**9.4.1.7. Observations:
<no answer>**

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Paolo Romano (ist90476) - 28T + 21PL**

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Fornecer uma perspectiva integrada dos aspectos de confiabilidade no funcionamento no sentido lato, cobrindo não só falhas acidentais, mas também falhas maliciosas e intrusões, combinando as facetas de tolerância a faltas e de segurança no desenvolvimento de sistemas, incluindo desenvolvimentos recentes nas áreas de "Blockchain" e computação confiável.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To provide an integrated perspective of dependable computing, addressing the mechanisms required to tolerate different types of faults, from accidental to malicious faults, including intrusions. The course addresses the security and fault-tolerant aspects of the system design, including recent advancements in the areas of blockchain and trustworthy computing.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1) Fundamentos de confiabilidade

- a) Taxonomia
- b) Fiabilidade, disponibilidade, capacidade de manutenção, segurança
- c) Modelo de faltas e cobertura
- d) Redundância espacial, temporal e de valor. Codificação.
- e) Processamento de erros. Recuperação para a frente e para trás.
- f) Detecção de falhas e diagnóstico.

2) Segurança e fundamentos de criptografia

- a) História e terminologia de base em segurança e criptografia
- b) Serviços criptográficos básicos: confidencialidade, integridade, autenticação, não repúdio, gestão de chaves

3) Tolerância a faltas Bizantinas

- a) Eleição de líder Bizantina
- b) Difusão Bizantina
- c) Memória Bizantina
- d) Consenso Bizantino

4) Fundamentos de "Blockchain"

- a) Registos distribuídos
 - b) Prova de trabalho, prova de empenho, etc
 - c) Sistemas Blockchain: Bitcoin, Ethereum
 - d) Aplicações: criptomoedas, contratos inteligentes
- ##### 5) Computação confiável
- a. Hardware para computação segura e confiável
 - i. Smartcards
 - ii. Trusted Platform Module
 - iii. Intel SGX

9.4.5. Syllabus:

1) Dependability fundamentals

- a. Taxonomy
- b. Reliability, availability, maintainability, safety, security
- c. Fault assumption and coverage
- d. Space, Time, and Value redundancy. Coding.
- e. Error processing. Backward and forward recovery
- f. Failure detection and system diagnosis.

2) Security and cryptography fundamentals

- a. Brief history and base terminology in security and cryptography
- b. Cryptographic services: Confidentiality, Data Integrity, Authentication, Non-Repudiation, Key Management

3) Byzantine fault tolerance

- a. Byzantine Leader Election
- b. Byzantine Broadcast
- c. Byzantine Memory
- d. Byzantine Consensus

4) Blockchain fundamentals

- a. Distributed Ledgers
- b. Proof-of-work, proof-of-stake, proof-of-activity, etc
- c. Blockchain systems: Bitcoin, Ethereum
- d. Applications: cryptocurrencies, smart contracts

5) Trustworthy computing

- a. Hardware support for Secure & Trustworthy computing

- i. Smartcards*
- ii. Trusted Platform Module*
- iii. Intel Software Guard Extensions*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Nota final = EX*0,50+AP*0,1+PROJ*0,40*

onde:

(EX) exame obrigatório (nota mínima: 8)

(AP) apresentação de um artigo científico

(PROJ) projeto obrigatório desenvolvidos por um grupo de três alunos (nota mínima: 8)

Na "época especial" haverá um exame (EX) e um projeto adaptado (PROJ), com pesos de 50% e 50%, respectivamente.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Final grade = EX*0,50+AP*0,1+PROJ*0,40*

where:

(EX) mandatory exam (minimum grade: 8)

(AP) presentation of a scientific article

(PROJ) mandatory project executed by a group of three students (minimum grade: 8)

In "época especial" there will be only one exam (EX) and an adapted project (PROJ), with weights 50% and 50%, respectively.

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems, 3rd. edition, Ross J. Anderson, 2008, Wiley; Introduction to Reliable and Secure Distributed Programming, 2nd Edition, C. Cachin, R. Guerraoui, L. Rodrigues, 2011, Springer - ISBN: 978-3-642-15259-7

Anexo II - Representação do Conhecimento e Raciocínio

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Representação do Conhecimento e Raciocínio

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Knowledge Representation and Reasoning

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

IA

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:**168.0****9.4.1.5. Horas de contacto:****49.0****9.4.1.6. ECTS:****6.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****Helena Sofia Andrade Nunes Pereira Pinto (ist12906) - 28T + 21PL****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****<sem resposta>****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- 1. Conhecer as várias famílias de representação de conhecimento e de raciocínio avançadas (para além da Lógica Clássica de Primeira Ordem).**
- 2. Compreender como representar conhecimento em cada uma dessas famílias e as formas de raciocínio sobre o mesmo oferecidas por cada uma.**
- 3. Conhecer as vantagens, limitações e fragilidades de cada uma dessas famílias tanto do ponto de vista da representação como do raciocínio.**
- 4. Compreender as relações entre o poder expressivo de uma representação e a complexidade computacional do raciocínio sobre ela.**
- 5. Ser capaz de efectuar as escolhas adequadas de sistema dado um problema concreto de representação e raciocínio.**
- 6. Ser capaz de construir bases de conhecimento segundo cada uma das famílias.**
- 7. Ser capaz de representar e resolver problemas razoavelmente complexos de representação e raciocínio.**
- 8. Ser capaz de representar grandes quantidades de conhecimento e conseguir a sua partilha entre vários sistemas.**

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1. Know about existing advanced knowledge representation and reasoning systems (beyond First Order Logic, FOL).**
- 2. Understand how to represent knowledge and reason in each one of these families.**
- 3. Know the advantages, limitations and weaknesses of each family both from a representation and a reasoning point of view.**
- 4. Understand the trade-offs between the expressive power of a representation and the computational complexity of reasoning over it.**
- 5. Be able to choose the most appropriate system to a particular knowledge representation and reasoning problem.**
- 6. Be able to build a knowledge based system according to each family**
- 7. Be able to represent and solve reasonably complex knowledge representation and reasoning problems.**
- 8. Be able to represent and share large knowledge bases.**

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução à Representação de Conhecimento e Raciocínio. A Hipótese de Representação de Conhecimento.**
- 2. Lógica de Primeira Ordem.**
- 3. Representar conhecimento em Lógica Clássica de Primeira Ordem.**
- 4. Resolução em Lógica Clássica de Primeira Ordem .**
- 5. Estratégias várias para lidar com a intratabilidade do raciocínio. Controlo de Raciocínio Procedimental.**
- 6. Sistemas de Produção baseados em Regras.**
- 7. Sistemas Baseados em Conhecimento. Análise de um sistema de sucesso (por exemplo MYCIN).**
- 8. Sistemas Orientados a Objectos: Sistemas de Enquadramentos.**
- 9. Lógicas Descritivas.**
- 10. Semantic Web, Ontologias e as Lógicas Descritivas.**
- 11. Redes de Herança.**
- 12. Lógicas não monótonas.**

9.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to Knowledge Representation and Reasoning. The Knowledge Representation Hypothesis.*
2. *First Order Logic.*
3. *Representing knowledge in First Order Logic (FOL).*
4. *Resolution in FOL.*
5. *Strategies to deal with computational intractability. Procedural Control of Reasoning.*
6. *Rules in Production Systems*
7. *Knowledge Based Systems.*
8. *Object Oriented Systems: Frame Systems*
9. *Description Logics.*
10. *Semantic Web, Ontologies and Description Logics*
11. *Inheritance Systems*
12. *Non-Monotonic Logics.*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Pequenos exercícios de avaliação contínua nas aulas práticas (50%) e um Exame final (50%). Possibilidade de trabalho de investigação e sua apresentação opcional.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Small exercises at the end of the practical classes (50%) and a final exam (50%). Possibility of an optional research work and its presentation.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Knowledge Representation and Reasoning, Ronald J. Brachman, Hector J. Levesque, 2004, Morgan Kaufmann; Handbook of Knowledge Representation (Foundations of Artificial Intelligence), Frank van Harmelen, Vladimir Lifschitz and Bruce Porter (Eds), 2008, Elsevier Science

Anexo II - Aplicações e Computação para a Internet das Coisas

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Aplicações e Computação para a Internet das Coisas

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Applications and Computation for the Internet of Things

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ASO

9.4.1.3. Duração:**Semestral****9.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****9.4.1.5. Horas de contacto:****49.0****9.4.1.6. ECTS:****6****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****Alberto Manuel Ramos da Cunha (ist11959) - 28T + 21PL****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****<sem resposta>****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Dotar os alunos de conhecimentos sobre sistemas ciberfísicos com ênfase na concepção, desenvolvimento e teste de aplicações.******Abordar a especificidade dos sistemas embebidos ciberfísicos que suportam a Internet das Coisas no que se refere à programação das interfaces ciberfísicas e às arquiteturas de software destes sistemas.******Em particular estudar as arquiteturas de software e os padrões de desenho mais comuns; analisar as abordagens às restrições de desempenho, energia e custo dos sistemas; estudo de casos e domínios aplicativos relevantes - identificação e acesso a serviços baseados em meios electrónicos (smart cards) e biométricos, sensores em dispositivos pessoais (smartphones).*****9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*****Students should be able to design, develop, integrate and test cyber-physical systems for the Internet of Things (IoT) with a focus on the requirements and restrictions of cyber-physical interfacing and related software.******To study the control and evaluation of cyber-physical interfaces, system-software architectures, and common design patterns; design and performance evaluation of constrained systems (performance, power, memory). Relevant case studies: widespread technologies and application domains.*****9.4.5. Conteúdos programáticos:*****Introdução: Objectivos e organização da disciplina. Características dos sistemas ciberfísicos na Internet das Coisas (IoT): requisitos, ciclo de vida, factores económicos.******Interfaces e dispositivos de Entrada/Saída. Serviço das Entradas/saídas. Avaliação de desempenho (latência, largura de banda, precisão, resolução). Interface com o mundo físico: Interfaces ciberfísicas (interacção lógica com sensores e actuadores).******Arquitecturas de Software: Plataformas de execução. Avaliação de desempenho: carga, latência. (Round robin, escalonamento de funções, preempção.)******Padrões de desenho em sistemas embebidos.******Requisitos não funcionais: Tempo de execução, gestão de energia, ocupação de memória.******Sistemas de Tempo-Real. Tolerância a Faltas. Estabilidade.******Concepção e Desenho de Sistemas Embebidos. Ciclo de desenvolvimento de programas.******Estudo de casos e domínios aplicativos.*****9.4.5. Syllabus:*****Characteristics of cyber-physical systems in the IoT: requirements, life cycle, economy.******Input/Output interface and devices. Modes of service. Interfacing the physical world – cyber-physical interfaces (logical interaction with sensors and actuators). Performance evaluation (latency, bandwidth, precision, resolution).******System-software architectures – Run-time platforms: Round robin, function-queue scheduling, multitasking;***

*preemption, scheduling. Performance evaluation: workload, latency, reliability.
Software design patterns. Non-functional requirements: execution time, energy management, memory usage.
Real-time systems. Fault tolerance. Stability.
Design and development of embedded systems. System specification. Development and life cycles.
Case studies: widespread technologies and application domains.*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Exame (50%) + Laboratório (inclui projecto) (50%).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Exam (50%) + Laboratory (including a project) (50%).

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
"High-Performance Embedded Computing: Architectures, Applications, and Methodologies", M. Wolf., 2007, Morgan Kaufman; Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach, E. A. Lee, S. Seshia, 2015, LeeSeshia.org (or 2nd ed., MIT Press, 2017).

Anexo II - Computação Paralela e Distribuída

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Computação Paralela e Distribuída

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Parallel and Distributed Computing

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
MTP

9.4.1.3. Duração:
Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:
49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

José Carlos Alves Pereira Monteiro (ist12850) - 28T

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Luís Guerra e Silva (ist14070) - 21PL

Nuno Roma (ist14359) - 21PL

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

Compreender os modelos, técnicas e metodologias de desenvolvimento de algoritmos paralelos. Aprender a analisar e escrever programas paralelos. Obter experiência prática no desenvolvimento de programas para sistemas de memória partilhada e memória distribuída. Visão geral de algoritmos paralelos em diferentes áreas de aplicação.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Understand the models, techniques, and programming methods for parallel algorithms. Learn to analyse and design parallel programs. Hands-on experience on developing programs for shared- and distributed-memory systems. Overview of parallel algorithms in different application areas.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Arquiteturas para computação paralela. Taxonomia de Flynn. Modelos de programação: multicóres e multicomputadores; organização da memória; overheads. Análise e síntese de algoritmos paralelos: particionamento de problemas; organização dos dados; comunicação e sincronização; balanceamento de carga; agendamento. Métricas de desempenho. Programação de sistemas de memória partilhada: OpenMP, threads, condições de corrida, deteção de deadlock. Programação de sistemas de memória distribuída: redes de interligação; passagem de mensagens, MPI. Programação híbrida. Computação heterogénea: GPU; FPGA. Áreas de aplicação: métodos numéricos: multiplicação de matrizes, sistemas de equações lineares; algoritmos em grafos; ordenação; algoritmos de procura e otimização; métodos de Monte Carlo; outros.

9.4.5. Syllabus:

Parallel computing architectures. Flynn's taxonomy. Programming models: multicores and multicomputers; memory organization; overheads. Analysis and synthesis of parallel algorithms: problem partitioning; data organization; communication and synchronization; load balancing; scheduling. Performance metrics. Programming shared-memory systems: OpenMP, threads, race conditions, deadlock detection. Programming distributed-memory systems: interconnection networks; message-passing, MPI. Hybrid programming. Heterogenous computation: GPU; FPGA. Application areas: numerical methods: matrix multiplication, systems of linear equations; algorithms on graphs; sorting; search and optimization algorithms; Monte Carlo methods; others.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame 40%, Projecto 60%. Nota mínima de 7,5 em cada componente.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Exam 40%, Project 60%. Minimum grade of 7,5 in each component.

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Parallel Programming: Techniques and Applications Using Networked Workstations and Parallel Computers, Barry Wilkinson and Michael Allen, 2005, Prentice Hall; Parallel Programming, Michael Quinn, 2003, McGrawHill; Designing and Building Parallel Programs : Concepts and Tools for Parallel Software Engineering, Ian Foster, 1995, Addison Wesley

Anexo II - Introdução à Robótica

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Introdução à Robótica

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Introduction to Robotics

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
SDC

9.4.1.3. Duração:
Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:
49.0

9.4.1.6. ECTS:
6.0

9.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:
<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Pedro Manuel Urbano de Almeida Lima (ist12116) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
<sem resposta>

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
1. Reconhecer os principais módulos de um sistema robótico (perceção, navegação, tomada de decisão e execução de tarefas) e sua organização e interligação.

2. Apresentar as principais técnicas de modelação, processamento sensorial, navegação e tomada de decisão em Robótica, numa perspetiva de aplicação da inteligência artificial à robótica para o desenvolvimento de robôs autónomos com inteligência-máquina.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1. Recognize the main modules of a robotic system (perception, navigation, decision making and task execution) and their organization and interconnection.**
- 2. Introduce the main techniques for modeling, sensory processing, navigation and decision-making in Robotics, from a perspective of applying artificial intelligence to robotics for the development of autonomous robots with machine-intelligence.**

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1.Introdução: exemplos de sistemas robóticos (1h)**
- 2.Perceção (4h)**
 - a.Sensores em Robótica**
 - b.Representação de incerteza em sensores**
- 3.Localização de Robôs Móveis (8h)**
 - a.Localização relativa e absoluta**
 - b.Sistemas de coordenadas e transformações homogéneas**
 - c.Filtro de Bayes: filtro de Kalman, filtro de partículas**
 - d.Localização baseada no filtro de Kalman**
 - e.Localização de Monte Carlo**
- 4.Planeamento de Movimento e Condução de Robôs Móveis (5h)**
 - a.Algoritmo “bug” e campos de potencial**
 - b.Rapidly-exploring Random Trees**
 - c.Seguimento de caminhos: controlo em cadeia fechada; cinemática diferencial e holonomia**
- 5. Aprendizagem, Tomada de Decisão e Execução Sequenciais (7h)**
 - a.Problema de tomada de decisão**
 - b.Incerteza em sistemas robóticos**
 - c.Tomada de decisão sequencial sob incerteza: (PO)MDPs, aprendizagem por reforço**
 - d.Aprendizagem por demonstração**
- 6.Arquiteturas de Sistemas Robóticos (3h)**
 - a.Arquiteturas funcionais, de software e de hardware**

9.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction. Examples of robot systems (1h)**
- 2. Perception (4h)**
 - a. Sensors in Robotics**
 - b. Representation of sensor uncertainty**
- 3. Mobile Robot Localization (8h)**
 - a. Relative and absolute localization**
 - b. Coordinate systems and homogeneous transformations**
 - c. Bayes Filter: Kalman filter, particles filter**
 - d. Kalman filter based localization**
 - e. Monte-Carlo Localization**
- 4. Mobile Robot Motion Planning and Guidance (5h)**
 - a. The “bug” and Potential Fields algorithms**
 - b. Rapidly-exploring Random Trees**
 - c. Path following: closed loop control; differential kinematics and holonomy.**
- 6. Learning, and Sequential Decision Making and Execution (7h)**
 - a. The decision-making problem**
 - b. Uncertainty in robot systems**
 - c. Decision making under uncertainty: (PO)MDPs; reinforcement learning**
 - d. Demonstration learning**
- Robot Systems Architectures (3h)**
 - a. Functional, Software and Hardware architectures**

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning

outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

3 mini-projects realizados em grupo no laboratório com robôs reais, com apresentações periódicas de progresso e relatórios escritos finais. Nota = 30% apresentações + 70% média dos relatórios.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

3 mini-projects executed by a group of students in the laboratory with real robots, involving periodic progress presentations and final written reports. Grade = 30% presentations + 70% average of report grades

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

Os estudantes têm acesso permanente ao laboratório para desenvolverem os mini-projetos. Cada mini-projeto terá 6h dedicadas a apresentações de progresso no horário das aulas do laboratório, num total de 18h. As 3h restantes serão dedicadas a um curso breve, no início do período, de introdução ao Robot Operating System (ROS). Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

Students have permanent access to the laboratory to develop their mini-projects. Each mini-project will have 6h dedicated to the progress presentations during the lab classes, in a total of 18 h. The remaining 3h will be allocated to a brief course, in the beginning of the quarter, introducing Robot Operating System (ROS). This provides strong continuous assessment, teamwork and hands-on components, as well as a contribution to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal:

- 1. R. Siegwart, I. Nourbakhsh, D. Scaramuzza. Introduction to Autonomous Mobile Robots, 2nd Edition. MIT Press, 2011.**
- 2. S. LaValle. Planning Algorithms. Cambridge University Press, 2006.**

Secundária:

- 3. H. Choset et al. Principles of Robot Motion. MIT Press, 2005.**
- 4. M. Mataric. The Robotics Primer. MIT Press, 2007.**
- 5. S. Thrun, W. Burgard, D. Fox. Probabilistic Robotics. MIT Press, 2005**
- 6. Argall, B. D., Chernova, S., Veloso, M., & Browning, B. (2009). A survey of robot learning from demonstration. Robotics and autonomous systems, 57(5), 469-483.**
- 7. Sutton, Richard S., and Andrew G. Barto. Reinforcement learning: An introduction. Vol. 1. No. 1. Cambridge: MIT press, 1998.**

Anexo II - Produção de Conteúdos Multimédia

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Produção de Conteúdos Multimédia

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Multimedia Content Production

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

IG

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Joaquim Armando Pires Jorge (ist13909) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Conhecer os vários tipos de informação multimédia e como os manipular para a produção de conteúdos. Reconhecer as características de um processo de Produção de Conteúdos Multimédia. Entender os constrangimentos tecnológicos que se colocam na Produção, nomeadamente nos aspetos de captura, codificação, processamento e visualização dos vários media. Conhecer os vários tipos de ferramentas de autoria disponíveis. Produzir conteúdos Multimédia; Ser capaz de produzir e realizar apresentações multimédia; Introduzir algumas formas avançadas de utilização de multimédia como a modelação procedimental, arte generativa e realidade aumentada. Aplicar métodos eficientes de pesquisa de informação multimédia baseada no conteúdo.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Know the different types of multimédia information and how to manipulate them to produce multimedia content. To understand the technological constraints that affect Production. To understand critical factors affect the success of a production, namely in aspects such as capture, encoding, processing and visualization of the different media. To know the different kinds of available authoring tools. To create Multimedia contents; being able to craft and deliver multimedia presentations. Introduce some advanced multimedia usages such as procedural modelling, generative art augmented reality. Apply efficient methods of multimedia content retrieval.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Tipos de Dados Multimédia

a. Texto

b. Imagens bitmap

c. Imagens Vectoriais e SVG

d. Som e. Vídeo

f. Animações.

2. Captura, Codificação e Processamento de sinais multimédia.

3. Princípios de Desenho e Apresentações Multimédia.

4. Edição linear e não linear de vídeo e áudio.

5. Sincronização

6. Aplicações Multimédia Avançadas

7. Recuperação de Informação Multimédia baseada em conteúdo

8. Bases de dados multimédia.

9.4.5. Syllabus:

1. Multimedia Data Types

a. Text

b. Bitmap Images

c. Vector Images and SVG

d. Sound

e. Video

f. Animations

2. Capture, Encoding and Processing of multimedia signals

3. Multimedia Presentations and design principles

4. Linear and Non-Linear edition of audio and video

5. Synchronization

6. Advanced multimédia applications

7. Content-based multimedia retrieval

8. Multimédia databases

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Mini-Testes: 30%

Apresentações Multimédia: 15%

Laboratórios: 15%

Avaliação Contínua: 40%

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Quizzes: 30%

Multimedia Presentation: 15%

Labs: 15%

Continuous Evaluation: 40%

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Digital Multimedia, 3rd Ed. , Nigel Chapman e Jenny Chapman, ?, John Wiley & Sons, 2009

Anexo II - Competências Comunicacionais em Engenharia Informática e de Computadores I

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Competências Comunicacionais em Engenharia Informática e de Computadores I

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Communication Skills in Computer Science and Engineering I

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CT

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

21.0

9.4.1.6. ECTS:

3.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Sofia de Sá Moutinho Pereira (ist422624) - 21TP

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Distinguir soft skills de hard skills; Reconhecer a Comunicação como uma das soft skills fundamentais no âmbito da Engenharia Informática; Diferenciar comunicação verbal de comunicação não verbal; Enumerar diferentes áreas da comunicação não verbal; Enunciar boas práticas de interação nas diferentes áreas da comunicação não verbal; Identificar consequências de feedback ineficaz; Distinguir feedback ineficaz de feedback eficaz; Identificar comportamentos de escuta ativa; Reconhecer os resultados da escuta ativa nas interações interpessoais; Enumerar estratégias de questionamento eficazes; Distinguir comunicação interpessoal de intra-pessoal; Descrever a importância da comunicação intra-pessoal; Aplicar boas práticas na construção de diapositivos; Identificar os aspetos verbais e não verbais adequados em comunicações em público; Reconhecer as boas práticas de comunicação em contexto de entrevista (recrutamento).

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Differentiate soft skills from hard skills; Recognize Communication as one of the fundamental soft skills in Computer Engineering; Differentiate verbal communication from non-verbal communication; List different areas of non-verbal communication; Recognize good practices in different areas of non-verbal communication; Identify consequences of ineffective feedback; Distinguish ineffective feedback from effective feedback; Identify active listening behaviors; Recognize the results of active listening in interpersonal interactions; List effective questioning strategies; Distinguish interpersonal from intrapersonal communication; Describe the importance of intrapersonal communication; Apply good practices in the creation of presentations; Identify the appropriate verbal and non-verbal aspects in public communications; Recognize good communication practices in the context of interviews (recruitment).

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Comunicação - Conceitos centrais

Comunicação não verbal e seus componentes

Ferramentas para uma Comunicação eficaz I: Feedback

Ferramentas para uma Comunicação eficaz II: Escuta ativa

Ferramentas para uma Comunicação eficaz III: Técnicas de questionamento

Comunicação intra-pessoal e gestão do fracasso em Engenharia

Delinear, preparar e conduzir apresentações em Tecnologias de Informação

A importância da Comunicação no recrutamento em Engenharia Informática

9.4.5. Syllabus:

Communication - Core concepts

Non-verbal communication and its components

Tools for Effective Communication I: Feedback

Tools for Effective Communication II: Active Listening

Tools for Effective Communication III: Questioning Techniques

Intrapersonal communication and failure management in Engineering

Outline, prepare and conduct presentations in Information Technologies

The importance of Communication in recruitment in Computer Engineering

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning

outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

**60% Trabalhos práticos das temáticas (realizados em aula - Lite tasks - ou autonomamente - Full Tasks)
20% Leituras preparatórias e respectivos quizzes
20% Participação no fórum temático da Unidade curricular**

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

**60% Tasks related to the thematics (carried out in class - Lite tasks - or autonomously - Full Tasks)
20% Preparatory readings and respective quizzes
20% Participation in the course forum**

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

**Skilled interpersonal communication: Research, theory and practice: Hargie, O., 2016. Routledge.
Software Tester, We Want to Hire You! An Analysis of the Demand for Soft Skills: Florea, Raluca, and Viktoria Stray, 2018. International Conference on Agile Software Development.
A Call to Promote Soft Skills in Software Engineering: Capretz, Luiz Fernando, and Faheem Ahmed, 2018. ArXiv Preprint ArXiv:1901.01819, vol. 4, no. 1.
Do You Know What Your Nonverbal Behavior Communicates?: Studying a Self-reflection Module for the Presentation Trainer: Schneider, Jan, et al. , 2017. International Conference on Immersive Learning.
Feedback and Feedforward as a Dialogic Communication in the Learning Environment. In The Essence of Academic Performance, Harro-Loit, H., 2019 IntechOpen.
The assessment of engineering student public speaking ability: What, how and issues. Ward, A. E., Baruah, B. J., & Jackson, N., 2016. International Conference on Engineering Education and Research. York.**

Anexo II - Dissertação de Mestrado em Engenharia Informática e de Computadores

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dissertação de Mestrado em Engenharia Informática e de Computadores

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Master Dissertation in Computer Science and Engineering

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ACEIC

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

840.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

28.0

9.4.1.6. ECTS:

30.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Daniel Jorge Viegas Gonçalves (ist13898)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

A dissertação é um projeto com a duração de um semestre enquadrável em uma de três modalidades: 1. Tese científica, 2. Projeto em empresa e 3. Projeto SCOPE. Os objetivos de aprendizagem dependerão do projeto de tese específico, mas, em geral, os estudantes deverão:

- *aplicar os conhecimentos adquiridos no mestrado no desenvolvimento de um projeto científico, tecnológico ou de gestão.*
- *estender os seus conhecimentos a áreas não cobertas no mestrado necessárias para desenvolver o projecto de tese.*
- *pesquisar, obter, compilar e resumir informações (científicas, técnicas, legislação, entrevistas, inquéritos) relevantes para o projeto.*
- *planear e executar experiências, analisar e interpretar dados, desenvolver modelos matemáticos, realizar simulações em computador.*
- *desenvolver competências intrapessoais, interpessoais e de pensamento crítico e inovador. - escrever e apresentar oralmente e discutir uma dissertação.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The dissertation is a semester-long project or study that may fall within one of three modalities: 1. Scientific thesis, 2. Company project and 3. SCOPE project. Learning objectives will depend on the specific thesis project, but in general students should:

- *apply the knowledge acquired during their degree to undertake a project of a scientific, technological or management nature.*
- *extend their knowledge to areas not covered in the Master course that are required to meet the dissertation challenge.*
- *search, obtain, compile and summarize information (scientific, technical, legislation, interviews, polls) relevant to the project.*
- *plan and execute experiments, analyse and interpret data, develop mathematical models, perform computer simulations.*
- *develop Critical and Innovative Thinking, Intrapersonal and Interpersonal Skills. - write and orally present and discuss a dissertation document*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

A dissertação é definida inicialmente pelos orientadores ou sob orientação dos mesmos. A dissertação pode ser realizada no IST ou fora do IST (universidades, centros de investigação ou empresas, em Portugal ou no exterior). As seguintes modalidades são possíveis:

- 1. Tese científica: uma análise profunda e academicamente rigorosa de um desafio científico, tecnológico ou da área de gestão. Pode incluir trabalho experimental e/ou computacional.*
- 2. Projeto em empresa: projeto individual focado num desafio específico apresentado pela empresa anfitriã que requer uma solução ou análise vocacionada para uma implementação a curto prazo.*
- 3. Projeto SCOPE: trabalho em equipa multidisciplinar com base em problemas/desafios reais e complexos apresentados por empresas ou instituições e que exigem contribuições de alunos de diferentes cursos do IST/ULisboa.*

9.4.5. Syllabus:

The dissertation is initially defined by the supervisors or under the supervisor's guidance. The dissertation can take place at IST or outside IST (universities, research centers or companies, in Portugal or abroad). The following modalities are possible:

- 1. Scientific thesis: an in-depth and academically rigorous analysis of a scientific, technological or management challenge. May include experimental and/or computational work.*
- 2. Company project: individual project focused on a specific challenge posed by a host company that requires a*

solution or analysis targeted for short term implementation.

3. SCOPE project: multidisciplinary team work based on real and complex problems/challenges posed by companies or other institutions that require inputs from students from different courses of IST or the University of Lisbon.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A fornecer aos estudantes pelos Orientadores

Anexo II - Processamento e Recuperação de Informação

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Processamento e Recuperação de Informação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Information Processing and Retrieval

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SI

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:
6.0

9.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:
<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Rui Henriques (ist156846) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
<sem resposta>

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
A disciplina visa proporcionar uma introdução aos conceitos-chave, tecnologias, e mecanismos de processamento de dados utilizados nas áreas da Recuperação, Filtragem e Extração de Informação.

Os alunos da disciplina aprenderão os conceitos teóricos fundamentais nestas áreas, adquirindo as competências teóricas e práticas necessárias para:

- 1. Projetar soluções modernas para o processamento, gestão e interrogação de grandes volumes de informação;*
- 2. Classificar e agrupar automaticamente conjuntos de recursos (e.g., grandes conjuntos de documentos de texto) através de características descritivas;*
- 3. Conceber sistemas para a recuperação e filtragem da informação relevante existente em grandes coleções, com base em termos chave, com base em exemplos, ou com base em perfis dos utilizadores;*
- 4. Conceber sistemas para a extração de informação*
- 5. Avaliar comparativamente diferentes sistemas da Recuperação, Filtragem e Extração de Informação.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The course provides an introduction to the key-concepts and technologies used for data processing in the areas of Information Retrieval, Information filtering and Information Extraction.

Students of this course will learn the basic theoretical concepts and acquire the practical skills needed to:

- 1. Design modern solution for processing, managing and querying large volumes of information;*
- 2. Classify and group automatically sets of resources (e.g. large sets of textual documents);*
- 3. Design search and filtering mechanisms for large collections;*
- 4. Design systems to extract information from text and/or the Web;*
- 5. Evaluate empirically such systems.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à extração e recuperação de informação

Modelos para dados não estruturados

Processamento de Informação não estruturada e extração de informação a partir de texto

Avaliação em recuperação e extração de informação

Modelos de dados semi-estruturados

Processamento de informação semi-estruturada e extração de dados da Web

Análise de hiperligações e recuperação de informação na Web

Indexação e consulta de informação não estruturada

Pesquisa por itens similares e pesquisa por similaridade em dados multi-dimensionais

Sistemas de recomendação

Técnicas de processamento distribuído para IR e IE

Aplicações: Enterprise search e pesquisa de peritos, Bibliotecas digitais, Prospecção de opiniões em conteúdos online, publicidade online

9.4.5. Syllabus:

Introduction to Information Retrieval and Information Extraction

Non-structured data models

Evaluation of Information Retrieval Systems

Semi-structured data models and Web data extraction

Link analysis and Web information retrieval

Indexing and querying non-structured information**Similarity search****Recommendation Systems****Distributed processing for information retrieval and extraction****Applications: Enterprise search and expert search, Digital libraries, Opinion mining, Digital Advertising**

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

40% Projeto (P) com 2 entregas (P1, P2) + 60% Exame final (E)**Nota final: $0.2 \times P1 + 0.2 \times P2 + 0.6 \times E$** **Nota mínima: 9,5 valores para a média do projeto (P) e 9,5 valores para o exame (E)****Trabalhador-estudante (reconhecido): tem de desenvolver o projeto, pode optar o fazer individualmente**

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

40% Class Project (P) with two parts (P1, P2) + 60% Final Exam (E) ;**Final Grade: $0.2 \times P1 + 0.2 \times P2 + 0.6 \times E$** **Minimum Grade: 9,5 on (P) and 9,5 on (E)****Working-Students (must be formally recognised as such): must complete the project but may develop it individually.**

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Modern Information Retrieval, the concepts and technology behind search - 2nd edition, Ricardo Baeza-Yates and Berthier Ribeiro-Neto , 2011, Addison-Wesley Professional; Web Data Mining: Exploring Hyperlinks, Contents and Usage Data - 2nd edition , Bing Liu , 2011, Springer

Anexo II - Biologia Computacional

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biologia Computacional

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational Biology

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MTP

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Susana de Almeida Mendes Vinga Martins (ist14109) - 28T

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Ana Teresa Correia de Freitas (ist13136) - 21PL

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

A Biologia Computacional visa desenvolver métodos e algoritmos computacionais para processar dados biológicos e usar modelação matemática e estatística para gerar hipóteses testáveis relacionadas com elementos e processos biológicos. O objectivo desta UC é introduzir conceitos e técnicas que suportam o desenvolvimento e investigação nesta área, fortalecendo a capacidade de avaliar criticamente publicações científicas neste campo. Os trabalhos práticos durante o curso têm como objectivo fortalecer a capacidade de desenvolver software para aplicações bioinformáticas.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Computational Biology aims at developing computational methods and algorithms to process biological data and uses mathematical and statistical modelling to generate testable hypotheses about biological entities and processes. The goal of this course is to introduce the basic techniques that support the most recent developments on this field. Additionally, it enables the development of the ability to critically assess research publications in this field. Practical assignments during the course aim at developing the student's ability to develop software for bioinformatics.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à Biologia Computacional. Primers em biologia molecular e algoritmos. Alinhamento de sequências: pares e múltipla. Modelos probabilísticos: cadeiras de Markov e modelos de Markov ocultos. Bioestatística e métodos de aprendizagem supervisionada: análise e mineração de dados, modelos lineares generalizados (regressão linear múltipla, regressão logística), análise de sobrevivência (regressão de Cox); aplicações de otimização com regularização para dados ómicos (Lasso, Ridge, Elastic Net). Aprendizagem não supervisionada: análise de agrupamentos (k-médias, clustering hierárquico), Análise de Componentes Principais (PCA); aplicações à Filogenética Molecular e Transcriptómica (análise de microarranjos e RNA-seq). Análise integrativa de dados biológicos e clínicos, interacções genótipo-fenótipo. Seminário de bioética.

9.4.5. Syllabus:

Introduction to Computational Biology. Primers on molecular biology and algorithms. Pairwise and multiple sequence alignment. Probabilistic models: Markov Chains and Hidden Markov Models. Biostatistics and supervised learning methods: data mining analysis, Generalized Linear Models (multiple linear regression, logistic regression), survival analysis (Cox regression); applications to regularized optimization to omics data (Lasso, Ridge, Elastic Net). Unsupervised learning: Clustering Analysis (k-means, hierarchical), Principal Components Analysis (PCA); applications to Molecular Phylogenetics and Transcriptomics (microarray analysis and RNA-seq). Integrative data analysis in biological and clinical databases, genotype-phenotype interactions. Bioethics seminar.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Avaliação Prática (40%, relatórios laboratoriais) e Avaliação Teórica (60%, exame final).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Practical evaluation (40%, lab reports) and Theoretical evaluation (60%, final exam).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bioinformatics Algorithms: An Active Learning Approach, Phillip Compeau, Pavel Pevzner, 2018, Active Learning Publishers; Biological Sequence Analysis - Probabilistic models of proteins and nucleic acids, R. Durbin, S. Eddy, A. Krogh, G. Mitchison, 1998, Cambridge MIT Press; An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R, G. James, D. Witten, T. Hastie and R. Tibshirani, 2013, Springer; Selected Review Papers, Vários, ?

Anexo II - Realidade Virtual**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Realidade Virtual

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Virtual Reality

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

IG

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Joaquim Armando Pires Jorge (ist13909) - 28T

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Augusto Esteves (ist154298) - 21PL

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

Os alunos devem ser capazes de: Compreender os elementos, arquitetura, entrada e saída de dispositivos de sistemas de realidade virtual e aumentada. Desenvolver e avaliar aplicações interactivas 3D envolvendo saída estereoscópicas, hardware de realidade virtual e interfaces de utilizador 3D.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Students should be able to: Understand the elements, architecture, input and output devices of virtual and augmented reality systems. Be able to develop and evaluate 3D interactive applications involving stereoscopic output, virtual reality hardware and 3D user interfaces.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

*1 sistemas VR e História da VR. Recursos básicos dos sistemas VR. Arquitetura de sistemas VR
2 hardware VR Hardware de entrada VR: sistemas de rastreamento, sistemas de captura de movimento, luvas de dados. Hardware de saída do VR: displays visuais. Visão estereoscópica
3 Fundamentos do sistema visual humano. Sinais de profundidade. Estereopse. Disparidade e paralaxe
4 Representação Haptica e Multissensorial Sentido háptico. Dispositivos hápticos. Técnicas para representação háptica Desenvolvimento de software
5 VR Desafios no desenvolvimento de software VR. Windowing, visualização, entrada / saída e questões de rede. Desenvolvimento de software
6 VR Software AR. Parâmetros da câmara e calibração da câmara. Realidade aumentada baseada em marcadores. Reconhecimento de padrões. AR Toolkit
7 interfaces de usuário 3D Porque interfaces 3D. Principais tarefas em VE. Técnicas de interação para seleção, manipulação e navegação. Avaliação 3DUI
8 Presença conceito, medição e aplicações.*

9.4.5. Syllabus:

*1 VR systems & History of VR VR as a discipline. Basic features of VR systems. Architecture of VR systems.
2 VR hardware VR input hardware: tracking systems, motion capture systems, data gloves. VR output hardware: visual displays.
3 Stereoscopic Vision Fundamentals of the human visual system. Depth cues. Stereopsis. Retinal disparity and parallax.
4 Haptic rendering Haptic sense. Haptic devices. Techniques for haptic rendering
5 VR software development Challenges in VR software development. Windowing, viewing, input/output and networking issues.
6 VR software development AR software. Camera parameters and camera calibration. Marker-based augmented reality. Pattern recognition. AR Toolkit
7 3D user interfaces Why 3D user interfaces. Major user tasks in VE. Interaction techniques for selection, manipulation and navigation. 3DUI evaluation.
8 Presence Presence: concept, definition, measurement and applications.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Componente Teórica: Avaliação por Mini-Teste (30%) e Participação por intermédio de partilha de notícias, artigos, projectos kickstarter e soluções comerciais alusivos a VR/AR/XR (10%). Nota mínima da componente teórica: 3.75. Componente Laboratorial: entrega de um projecto final com 3 checkpoints ponderada pelas presenças efectivas. Nota mínima da componente laboratorial: 9.5. Nota final: média das componentes (não arredondadas) teórica e laboratorial.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical Component: Evaluation by Mini-Test (30%) and Participation through sharing news, articles, kickstarter projects and commercial solutions related to VR / AR / XR (10%). Minimum grade of the theoretical component: 3.75. Laboratory Component: submission of a final project with 3 checkpoints weighted by the actual attendance. Minimum grade for the laboratory component: 9.5. Final grade: average of theoretical and laboratory components (not rounded).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality, Jason Gerald, 2016, ACM Books

Anexo II - Computação Visual**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Computação Visual

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Visual Computing

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

IG

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Jacinto Carlos Marques Peixoto do Nascimento (ist33543) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Esta Unidade curricular (UC) tem como objectivo essencial fornecer os conceitos e fundamentos teóricos que

permitam a extracção informação contida em imagens ou em sequências de vídeo. Este objectivo é essencial, pois pretende-se desenvolver aplicações em realidade aumentada (RA), visualização de informação (VI) e interacção com o utilizado. Todas as aplicações mencionadas, têm como base, o conhecimento de conceitos fundamentais em processamento em imagem e visão. Para isso, nesta unidade curricular, introduzem-se os conceitos ... de suporte para a formação de imagens digitais. Aborda-se também a filtragem e o pré-processamento. Dá-se introdução conceitos que permitam a extracção de características de imagem. Mais especificamente, estudam-se operações morfológicas, análise de cor e textura e detecção de contornos de objectos presentes na imagem.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course aims to provide the concepts and theoretical foundations that allow the extraction of information contained in images or video sequences. This is essential not only because augmented reality (AR) emerges as a direct application, but also where user interaction can play a relevant role. The mentioned application is based on the knowledge of fundamental concepts in image and vision processing. Thus, in this course, the concepts of support for the formation of digital images are introduced. Filtering and preprocessing are also addressed. Concepts that allow the extraction of image features are introduced. More specifically, morphological operations, color and texture analysis and contour detection of objects present in the image are studied.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

PARTE 1:

1 - Motivação: definição de processamento de imagem e mutimedia.

2 - Fundamentos:

3 - Análise de imagens Binárias:

4 - Pré-processamento: Filtros de média, Gaussiano, mediana; Filtragem temporal com filtro de mediana; Algoritmo geral; Detecção de contornos numa imagem.

5 - Cor e textura em imagem

6 - Segmentação em imagem Métodos de clustering; K-médias; Representação de regiões.

7 - Análise de Movimento – Animação multimédia: Movimento 2D; Métodos de subtração de imagem Segmentação de vídeo; Interação Pessoa - Máquina.

PARTE 2:

8a - Segmentação interactiva em aplicações biomédicas.

8b - Realidade aumentada: geração de animações virtuais de modelos 2D, por exemplo, animação de características da face.

8c - Compressão e vídeo Sistemas de multimédia: (i) a redução da redundância espacial da imagem e, (ii) redução de redundância temporal no vídeo.

9.4.5. Syllabus:

PART 1:

1 - Motivation: definition of image processing and mutimedia.

2 - Basics:

3 - Binary Image Analysis:

4 - Preprocessing: Average filters, Gaussian, median; Temporal filtering with median filter; Contour detection in an image.

5 - Color and texture in image

6 - Image segmentation Clustering methods; K-means; Representation of regions.

7 - Motion Analysis - Multimedia Animation: 2D Motion; Image Subtraction Methods Video Segmentation; Person - Machine Interaction.

PART 2:

8a - Interactive segmentation in biomedical applications.

8b - Augmented Reality: Generate virtual animations from 2D models, for example, face feature animation.

8c - Compression and video Multimedia systems: (i) reducing spatial image redundancy and (ii) reducing temporal redundancy in video.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Teórica: peso de 25% (por exame, sem mínima no exame). Avaliação de dois trabalhos laboratoriais (peso 75%) Nota final: média das componentes (não arredondadas) teórica e laboratorial. Nota mínima 9.5

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical: 25% weight (per exam, no minimum grade required). Evaluation of two laboratory assignments (weight 75%). Minimum grade 9.5.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Computer Vision: Algorithms and Applications, Richard Szeliski, 2011, Springer; Computer Vision, L. Shapiro, G. Stockman, 2001, Prentice Hall, ISBN – 0-13-030796-3; Digital Image Processing (3 edition), R. Gonzalez, R. Woods, 2008, ISBN: 0-13-505267-X; Fundamentals of Computer Vision, Mubarak Shah, 1997, on-line publication

Anexo II - Computabilidade e Complexidade**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Computabilidade e Complexidade

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Computability and Complexity

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

LogComp

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

José Félix Costa (ist12623) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Caracterizar classes computacionais, identificar conjuntos completos, distinguir complexidade uniforme de não uniforme e executar reduções; estudar problemas em aberto em complexidade computacional.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Characterize computational classes, identify complete sets, distinguish between uniform and nonuniform complexity classes and perform reductions; study open problems in computational complexity.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Computação com recursos limitados no espaço e no tempo. Relações estruturais entre classes de complexidade. Reduções com recursos limitados de muitos para um (tempo polinomial, espaço logarítmico) e de Turing. Conjuntos NP-completos, PSPACE-completos e NL-completos. Conjuntos P-completos. Alternância. Classes de complexidade para a alternância. A hierarquia polinomial. Classes de complexidade não uniforme e circuitos booleanos. Máquinas de Turing probabilísticas. Classes PP, BPP, R e ZPP. Relativizações negativas e positivas. Isomorfismo e NP-completude: cilindros e conjuntos esparsos completos. Máquinas de Turing interativas. Jogos Artur contra Merlin e sistemas de prova.

9.4.5. Syllabus:

Time and space bounded computations. Structural relations between complexity classes. Bounded resources many-to-one (polynomial time, logarithmic space) and Turing reducibilities. NP-complete, PSPACE-complete and NL-complete sets. Alternation. Complexity classes for alternation. The polynomial time hierarchy. Probabilistic Turing machines. Classes PP, BPP, R and ZPP. PP-complete sets. P-complete sets. Polynomial time hierarchy. Nonuniform complexity classes and Boolean circuits. Negative and positive relativisations. Isomorphism and NP-completeness: cylinders and sparse complete sets. Interactive Turing machines: Arthur against Merlin games and proof-systems.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Testes ou exame (60 %), complementado com componentes de avaliação contínua (40 %).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Tests or exam (60%), complemented with continuous evaluation components (40%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Computational Complexity , Sanjeev Arora & Boaz Barak, 2009, Cambridge University Press ; Computability and complexity Theory, S. Homer and A. L. Selman, 2011, Springer; Computabilidade, Inferência Indutiva e Complexidade, José Félix Costa e Paula Gouveia, a ser submetido para publicação, 400 pp.

Anexo II - Teste e Validação de Software**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Teste e Validação de Software

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Software Testing and Validation

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MTP

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

João Carlos Serrenho Dias Pereira (ist13501) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

O tamanho e a complexidade de programas de software tem vindo a crescer, sendo por isso cada vez mais importante conseguir validar a correção dos programas. Um dos custos principais no desenvolvimento de software é a sua validação. Existem várias técnicas de validação, sendo a técnica de teste de software uma das técnicas mais utilizadas. A UC de Teste e Validação de Software (TVS) oferece formação avançada nas técnicas de teste de software, incluindo técnicas manuais, semi-automáticas e automáticas. A UC de TVS oferece também formação sobre técnicas adicionais de validação de software, incluindo a análise estática e a verificação de modelos. A UC proporciona também contacto com ferramentas académicas e industriais de validação de software.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

As the size and complexity of software programs have grown, so has the importance of validation program correctness. A major cost in software development is its validation. There are several validation techniques. Software testing technique is one of the most widely used techniques. The Test and Validation Software (TVS) course provides advanced training in software testing, including semi-automatic and automatic manual techniques. This course also offers additional training on software validation techniques, including static analysis and model checking. It also provides contact with industrial and academic software validation tools.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Motivação para testes e validação de software. Testes de caixa branca baseados em análise de código: análise baseada em fluxo de dados e fluxo de controlo. Testar código orientado a objetos: a aproximação baseada no modelo/testes de caixa preta: teste dos valores fronteira, teste de classes de equivalência, teste baseado em tabela de decisão, teste de código recursivo, teste de máquinas de estado finitas; testes ao nível de método e de classe. Gestão do processo de teste: testes unitários, testes de sub-sistema, testes de integração, testes de sistema e testes de regressão. Ferramentas para testes automáticos. Testes não-funcionais: Carga, desempenho e segurança, Análise estática de

código. Geração automática de testes: testes de mutação, testes concólicos, execução simbólica, verificação do modelo. Tópicos adicionais: “delta debugging”, instrumentalização de código e identificação de invariantes.

9.4.5. Syllabus:

Motivation for Software Testing and Validation. White box testing based on code analysis: data flow and control flow analysis. Testing Object-oriented code: model-driven approach/black-box testing: boundary value testing, equivalence class testing, decision-table based testing, recursion testing, finite state machine testing; method scope testing, class scope testing Managing of the testing process: unit scope, subsystem scope, integration scope, system scope and regression scope Automated testing tools Non-Functional Testing: security, load, performance Static Analysis of Software. Automatic Generation of Testing: Mutation testing; Concolic testing; Symbolic execution; Model checking software. Additional Topics: delta debugging, code instrumentation; invariant identification.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular *Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A parte teórica da disciplina é avaliada com um exame final que vale 50% da nota final. Depois temos um projecto feito durante a primeira parte da disciplina e que avalia o desenho e concretização de testes de software para um dado sistema (vale 25%). A componente final do método de avaliação corresponde à apresentação de um artigo (25%), nas últimas semanas de aulas, sobre a realização automática de testes. A nota da apresentação oral tem em conta a presença dos alunos nas várias aulas de apresentações de artigos. Cada aula de apresentação em que um aluno não participa implica uma penalização de 10%/A (A representa o número de aulas de apresentações) da nota da apresentação oral. Existe uma nota mínima de 9.5 no exame e de 9,5 na média da apresentação oral e do projecto. Os alunos trabalhadores-estudantes só precisam de comparecer na aula de apresentação do seu artigo sem terem qualquer penalização na nota da apresentação oral.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The evaluation method is composed of a practical evaluation and a written evaluation. The practical evaluation consists on one project (25%), made during the first part of the course, and one oral presentation of a scientific paper (25%), made in the second part of the course. The grade of the oral presentation of each student takes into account the number of times the student attended the classes where oral presentations were made. Each missed class implies a penalization in the oral presentation grade equal to 10%/A, where A is the number of classes with oral presentations. The written evaluation (50%) consists of an exam. Minimum grade of 9.5 values (out of 20) for the exam and for the average of the project and oral presentation.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Software Testing: A Craftsman's Approach, 4th edition. , Paul Jorgensen, 2013, Auerbach Publications; Testing Object-Oriented Systems: Models, Patterns, and Tools , Robert V. Binder, 2000, Addison-Wesley

Anexo II - Arquitetura Empresarial

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Arquitetura Empresarial

9.4.1.1. Title of curricular unit:***Enterprise Architecture*****9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****SI*****9.4.1.3. Duração:*****Semestral*****9.4.1.4. Horas de trabalho:*****168.0*****9.4.1.5. Horas de contacto:*****42.0*****9.4.1.6. ECTS:*****6.0*****9.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****9.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*****Pedro Manuel Moreira Vaz Antunes de Sousa (ist12951) - 21S*****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:*****André Vasconcelos (ist14250) - 21OT*****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- 1. Compreender o ciclo de vida da engenharia empresarial, incluindo a governação e os processos de transformação organizacionais.***
- 2. Compreender as teorias fundamentais subjacentes engenharia empresarial.***
- 3. Compreender e aplicar metodologias de levantamento, definição e implementação de Arquitetura Empresarial.***
- 4. Compreender e aplicar os princípios de arquitetura empresarial, nomeadamente ao nível estratégico, de negócio, organizacional, informacional, aplicacional, e tecnológico.***
- 5. Compreender, usar e aplicar as linguagens de modelação de arquitetura empresarial.***
- 6. Compreender e aplicar princípios e padrões de arquitetura empresarial.***
- 7. Compreender e aplicar as técnicas de avaliação e alinhamento empresarial.***
- 8. Aplicar a casos de estudos de organizações reais***

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

- 1. Understand the enterprise engineering lifecycle, including governance and organizational transformation processes.***
- 2. Understand the fundamental theories underlying enterprise engineering.***
- 3. Understand and apply survey methodologies, definition and implementation of Enterprise Architecture.***
- 4. Understand and apply the principles of enterprise architecture, namely at the strategic, business, organizational, informational, applicational, and technological levels.***
- 5. Understand, use, and apply enterprise architecture modeling languages.***
- 6. Understand and apply enterprise architecture principles and standards.***
- 7. Understand and apply enterprise assessment and alignment techniques.***
- 8. Apply to case studies in real organizations.***

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. A Arquitetura Empresarial e o seu Ciclo de Vida***
- 2. Contexto e Vistas***
- 3. Arquitetura de Negócio***
- 4. Desenho Organizacional***
- 5. Arquitetura de informação***

6. *Arquitetura de Sistemas de Informação*
7. *Arquitetura Tecnológica*
8. *Estratégia e Arquitetura Empresarial*
9. *Padrões e Princípios de Arquitetura Empresarial*
10. *Alinhamento Empresarial*

9.4.5. Syllabus:

1. *Enterprise Architecture and its Life Cycle*
2. *Context and Views*
3. *Business Architecture*
4. *Organizational Design*
5. *Information Architecture*
6. *Information Systems Architecture*
7. *Technological Architecture*
8. *Business Strategy and Architecture*
9. *Enterprise Architecture Standards and Principles*
10. *Business Alignment*

9.4.6. *Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

9.4.6. *Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.*

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação da unidade curricular de Arquitetura Empresarial tem duas componentes obrigatórias:

- *Teórica (60%): avaliada por 2 testes, escrito, individuais e sem consulta. Nota mínima: 9.5 valores.*
- *Laboratorial (40%): avaliada por projeto. Nota mínima 8.0 valores. O projeto está organizado em duas fases, com entregas correspondentes a uma fase intermédia e uma fase final. A nota do projeto é calculado com base em: 20% da nota da primeira entrega e 80% da nota da segunda entrega. A nota da segunda entrega inclui a nota da apresentação e discussão do projeto.*
- *Bónus (2 valores): A participação nas aulas e a realização de fichas de avaliação individuais semanais permite a atribuição de um bónus até 2 valores (até ao máximo total da avaliação da UC de 20 valores)*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The evaluation of the Enterprise Architecture course has two mandatory components:

- *Theoretical (60%): evaluated by 2 tests, written, individual and without consultation. Minimum grade: 9.5 values.*
- *Laboratory (40%): evaluated by project. Minimum grade 8.0 values. The project is organized in two phases, with deliveries corresponding to an intermediate phase and a final phase. The project grade is calculated based on: 20% of the first delivery grade and 80% of the second delivery grade. The second delivery note includes the project presentation and discussion note.*
- *Bonus (2 points): Participation in class and weekly individual assessment sheets allow a bonus of up to 2 points (up to a maximum of 20 UC evaluation)*

9.4.8. *Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

9.4.8. *Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.*

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Enterprise Architecture at Work: Modelling, Communication and Analysis (Enterprise Engineering Series) Third edition, M. Lankhorst et al., 2013, Springer - ISBN: 978-3-662-51786-4

Anexo II - Sistemas Robóticos em Manipulação

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Sistemas Robóticos em Manipulação

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Robotic Systems in Manipulation

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
CAII

9.4.1.3. Duração:
Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:
49.0

9.4.1.6. ECTS:
6.0

9.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:
<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Jorge Manuel Mateus Martins (ist14135) - 28T + 21 PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
<sem resposta>

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Os alunos serão expostos aos tópicos mais relevantes de robótica de manipulação na ótica da Engenharia Informática. Será adotada uma abordagem de alto nível, onde de início será apresentada a especificidade das arquiteturas de software/hardware de células de robótica de manipulação. A prática de programação de robôs manipuladores será uma constante ao longo da UC. A UC conclui com tópicos avançados de manipulação envolvendo realimentação de imagem e realimentação de força em várias situações práticas envolvendo interação com operadores em ambientes industriais, médicos e cirúrgicos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:
This course aims to expose students to the major related topics in robot manipulation, given from a computer science perspective. A high-level approach is adopted, where the student is first exposed to the software/hardware architectural specificity of a robot manipulator cell. Hands-on robot programming will be constant throughout the course. The course concludes with advanced topics in manipulation involving visual feedback and force feedback in various application scenarios such as industrial co-worker, medical and surgical, in human-friendly environments.

9.4.5. Conteúdos programáticos:
Introdução. Requisitos de arquiteturas robóticas: modularidade e hierarquia, arquiteturas de controlo robótico em camada, tolerância a falhas e redundância. Robot Operating System (ROS). Robôs manipuladores industriais - Arquitetura RAPID ABB e o robô industrial IRB-140. Robótica de manipulação de serviços - Arquitetura KUKA KRL e o robô colaborativo KUKA. Interação física humano-robô. Arquiteturas de co-manipulação e tele-manipulação. Programação de robôs por demonstração. Servocontrolo e seguimento por visão.

9.4.5. Syllabus:

Introduction. Requirements of Robot Architectures: modularity and hierarchy, layered robot control architectures, fault tolerance and redundancy. Robot Operating System (ROS). Industrial Manipulation Robots - ABB RAPID architecture and the IRB-140 Industrial Robot. Service Manipulation Robots - KUKA KRL architecture and the KUKA collaborative robot. Human-in-the-Loop: pHRI - physical Human Robot Interaction. Co-manipulation and Tele-manipulation architectures. Robot programming by demonstration. Visual Servoing and Visual Tracking.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas Teóricas e Aulas Laboratoriais. Avaliação por Exame Final (50%) e avaliação contínua por Trabalho Laboratorial com entrega de dois relatórios (50%). Nota mínima de 9.5 valores (em 20) em cada componente.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Evaluation by final exam (50%) and continuous evaluation through a Laboratory Project with the delivery of two reports (50%). Minimum mark of 9.5 (out of 20) in each component.

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Handbook of Robotics", Siciliano and Khatib, 2008, Eds., Springer; "Introduction to AI Robotics", R.R. Murphy, 2000, MIT Press; "Robotics - Modelling, Planning and Control", B. Siciliano, L. Sciacivico, L. Villani and G. Oriolo, 2009, Springer-Verlag; "Robotics, Vision and Control", Peter Corke, 2017, Springer Tracts in Advanced Robotics.

Anexo II - Competências Comunicacionais em Engenharia Informática e de Computadores II**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Competências Comunicacionais em Engenharia Informática e de Computadores II

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Communication Skills in Computer Science and Engineering II

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CT

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

9.4.1.5. Horas de contacto:**21.0****9.4.1.6. ECTS:****3.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****Sofia de Sá Moutinho Pereira (ist422624) - 21TP****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****<sem resposta>****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Definir comunicação empresarial; identificar os princípios da comunicação profissional; relacionar comunicação com profissionalismo; reconhecer o papel da linguagem técnica (jargão) na comunicação empresarial; indicar os riscos da utilização de jargão com audiência leiga; enunciar o papel da cultura cliente na comunicação empresarial; distinguir comportamentos profissionais quando em contacto com o cliente; descrever diferentes métodos de gestão de reclamações; descrever as especificidades da comunicação comercial; delinear, preparar e conduzir formações; nomear as características da comunicação interna em equipas de TI.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Define professional communication; identify the principles of professional communication; relate communication with professionalism; recognize the role of technical language (jargon) in business communication; specify the risks of using jargon with a lay audience; enunciate the role of the client culture in professional communication; apply professional behaviors when in contact with the client; describe different methods of managing complaints; recognize the specifics of commercial communication; outline, prepare and conduct trainings; specify the characteristics of internal communication in IT teams.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

***Comunicação Empresarial - Conceitos centrais; Comunicação e Profissionalismo
Utilização de linguagem técnica na comunicação: Contextos e soluções
Excelência no contacto com o cliente: Posturas e procedimentos
Gestão de reclamações
Comunicação comercial em TI: Boas práticas
Delinear, preparar e conduzir formações em Tecnologias de Informação
Comunicação interna em equipas de TI***

9.4.5. Syllabus:

***Professional Communication - Central concepts
Communication and Professionalism
Technical language in communication: Contexts and solutions
Excellence in customer service: Postures and procedures
Customer complaints management
IT commercial communication: Good practices
Outline, prepare and conduct information technology training
Internal communication in IT teams***

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points

(point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*60% Trabalhos práticos das temáticas (realizados em aula - Lite tasks - ou autonomamente - Full Tasks)
20% Leituras preparatórias e respectivos quizzes
20% Participação no fórum da Unidade curricular*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*60% Tasks related to the thematic (carried out in class - Lite tasks - or autonomously - Full Tasks)
20% Preparatory readings and respective quizzes
20% Participation in the course forum*

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Engineering communication: a practical guide to workplace communications for engineers: Ingre, David, and Robert Basil, 2016. Cengage Learning.

Engineering Communication and the Global Workplace: Kedrowicz, A. A., & Taylor, J. L., 2013. International Professional Communication Journal.

Engineering communication, Dulevičius, Jonas, and Liudvika Naginevičienė., 2005. Global J. of Engng. Educ 9.1.

Engineering communication: a practical guide to workplace communications for engineers: Ingre, David, and Robert Basil, 2016. Cengage Learning.

The MIT guide to science and engineering communication: Paradis, James G., Muriel L., 2002. MIT Press.

Automatic jargon identifier for scientists engaging with the public and science communication educators. Rakedzon, T., Segev, E., Chapnik, N., Yosef, R., & Baram-Tsabari, A., 2017. PloS one, 12(8).

Anexo II - Animação e Visualização Tridimensional

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Animação e Visualização Tridimensional

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Three-Dimensional Visualization and Animation

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

IG

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

João António Madeiras Pereira (ist12291) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Esta UC introduz e discute o estado de arte das técnicas de concepção e desenvolvimento de aplicações gráficas 3D, com preocupações ao nível do tempo-real, da interactividade e do realismo, através da utilização das APIs gráficas OpenGL e WebGL. Inclui o desenvolvimento de uma aplicação gráfica 3D imersiva num dispositivo móvel recorrendo a um par de óculos de Realidade Virtual de baixo-custo, os Google Carboard. A cadeira também aborda os avanços mais recentes na tecnologia de GPU e suas aplicações à simulação e jogos de computador. Após a frequência desta disciplina, os alunos devem saber descrever e justificar métodos, procedimentos e técnicas elementares utilizados em sistemas de Ambientes Virtuais Interactivos e Tempo-Real, identificando os termos, conceitos e princípios básicos subjacentes.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course introduces design and development techniques for 3D real-time interactive applications by using graphic APIs such as Modern OpenGL and WebGL. It includes the development of an immersive 3D game for mobile devices by using a low-cost VR glasses set. The course covers also the latest advances in GPU technology and their applications to simulation and computer games. Students should be able to describe and justify methods, procedures and example systems used in Real-Time Interactive Virtual Environments, by identifying the underlying terms, concepts and base principles.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Síntese de Imagem por Computador em Tempo-Real; Pipeline de Visualização 3D (OpenGL 3.X e WebGL); Shaders; programação com linguagem de shading GLSL; Formatos de descrição de cenas; Transformações Geométricas Avançadas; Aparência Visual: Iluminação avançada e mapeamento de Texturas (Bump Mapping e Environmental Mapping); Detecção de colisões; Efeitos visuais especiais: sombras planares, lens flare, stencil, impostores, sistemas de partículas; Estereoscopia, Técnicas de Aceleração para videojogos e simuladores.

9.4.5. Syllabus:

Real-Time Image Synthesis, 3D Viewing Pipeline (Modern OpenGL and WebGL), GLSL Shading language programming, Scenes description formats, 3D Geometric Transformations; Visual Appearance: advanced Lighting and Texturing (Bump mapping and Environmental mapping); Collision Detection, Special visual effects: lens flare, stencil, billboards, particle systems; Stereoscopic effect; Acceleration Techniques for games and simulators

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

3 Assignments Laboratoriais - 80%

2 mini-testes - 20%

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

three lab assignments - 80%

two minitests - 20%

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Interactive Computer Graphics: A Top-Down Approach with WebGL (7th Edition), 2015, Addison-Wesley, Edward Angel; Graphics Shaders: Theory and Practice, Second Edition“, Mike Bailey & Steve Cunningham, 2012; Interactive Computer Graphics: A Top-Down Approach with Shader-Based OpenGL”, 6th Edition, Edward Angel, 2012, Pearson / Addison-Wesley; “OpenGL Programming Guide: The Official Guide to Learning OpenGL, Version 4.3” (8th Edition) , Dave Shreiner, 2013, Pearson Education

Anexo II - Robótica Social e Interação Humanos Robôs**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Robótica Social e Interação Humanos Robôs

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Social Robotics and Human-Robot Interaction

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

IA

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Ana Paiva (ist12371) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Espera-se que, após a frequência da cadeira, os alunos sejam capazes de:

- 1. Desenvolver técnicas computacionais para dotar plataformas robóticas de competências sociais de forma a poderem interagir com humanos.**
- 2. Serem capazes de integrar os mecanismos aprendidos em cenários concretos que envolvem robôs sociais e desenvolver um estudo com utilizadores humanos para testar o impacto que as competências criadas pela tecnologia tem na interação com humanos.**

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

After attending the course, students should be able to:

- 1. Be able to develop computational mechanisms for building social intelligence in robots that will interact with humans**
- 2. Be able to integrate those mechanisms in concrete scenarios of social robots and develop an evaluation study to assess the impact of the developed technology.**

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Parte I. Introdução

- 1. Robótica social. Definições e características.**
- 2. Interação e "Embodiment"**
- 3. Desenho de robôs sociais: metodologias para o desenho de interação com robôs sociais**

Part II. Construção de IA social para robôs

- 4. Perceção de situações sociais. Perceção do utilizador, das suas acções, expressões e intenções.**
- 5. Arquitecturas computacionais para a construção de IA para robôs sociais. Ferramentas atuais disponíveis.**
- 6. Criação de comportamento verbal e não verbal em robôs sociais.**
- 7. Comportamento emocional em robôs sociais.**
- 8. Aprender do utilizador: técnicas para aprendizagem interactiva de tarefas.**
- 9. Colaboração entre humanos e robôs**

Part III. Estudos em Robótica Social

- 10. Desenho experimental para estudos em HRI**
- 11. Aspectos éticos em HRI**
- 12. Análise estatística de dados em estudos de HRI**
- 13. Aplicações de robótica social**

9.4.5. Syllabus:

Part I. Introduction & Design

- 1. Social robots. Definitions.**
- 2. Interaction and Embodiment.**
- 3. Designing social robots: methodologies for interaction design of social robots**

Part II. Building Social AI for Social Robots

- 4. Perception for social settings. Perceiving the user, expressions, actions and intentions.**
- 5. Architectures for social robots. Tools.**
- 6. Creating Verbal and non-verbal behaviour in social robots**
- 7. Creating emotional behaviour in social robots**
- 8. Learning from the user: Techniques for Interactive Task Learning**
- 9. Collaboration between humans and robots: models**

Part III. Studying Social Robots

- 10. Experimental Design for HRI studies**
- 11. Ethics aspects in HRI**
- 12. Data and statistical analysis using SPSS**
- 13. Applications of Social robots**

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação inclui duas componentes:

- . Uma componente teórica, avaliada através de um survey e de participação nas aulas, e que corresponde a 30% da nota final;*
- . Uma componente de projeto, em grupos de 2, e que corresponde a 70% da nota final.*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Grading includes two components:

- . A theoretical component (30%), assessed through an individual essay on a topics selected from a list of possible topics. Classroom participation also is assessed for the theoretical component;*
- . A project (70%), that must include: development of a scenario; development of social competencies for a robots; and a user study with appropriate data analysis. The evaluation of the project includes the creation of a paper and the presentation of the work publically in the final workshop of the course.*

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Social Robotics and Human-Robot Interaction, Paiva, A, 2020, Slides and Lecture notes; Human-Robot Interaction - An Introduction, Bartneck, C., Belpaeme, T., Eyssele, F., Kanda, T., Keijsers, M., & Sabanovic, S., 2019, Cambridge University Press

Anexo II - Processamento de Imagem e Visão**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Processamento de Imagem e Visão

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Image Processing and Vision

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SDC

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***José Alberto Rosado dos Santos Víctor (ist12760) - 28T*****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:*****João Paulo Salgado Arriscado Costeira (ist12390) - 21PL*****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Introdução à análise de imagem e percepção 3D com base em imagens. Modelação geométrica dos dispositivos de criação de imagens e dos processos computacionais visuais para extracção de informação: Filtragem, extracção de características, emparelhamento, análise de movimento e reconstrução tridimensional. Apresentação de técnicas básicas e referências para estudo futuro de reconhecimento de objectos em imagens.*****9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*****Introductory techniques for image analysis and 3D perception from images. Introduce geometric models for imaging devices and key visual processes to extract information from images: image filtering, feature extraction, matching, motion analysis and 3D reconstruction. Basic techniques and references for object recognition*****9.4.5. Conteúdos programáticos:*****0. Motivação******1. Modelo da Câmara******Aquisição de imagem, modelo projectivo e calibração de câmaras******2. Alinhamento de imagens******Transformações, correspondência e estimação robusta de transformações (RANSAC)******3. Visão Stereo e reconstrução 3D******Triangulação, matrizes essencial e fundamental do stereo, disparidade, reconstrução 3D******4. Processamento de Imagem******Relações topológicas, Operações e operadores sobre imagens, Filtragem linear e não-linear******5. Fluxo Óptico******Movimento da câmara, campo de movimento e cálculo do fluxo óptico******6. Pontos característicos******Conceito de "característica", transformada Hough, keypoints (SIFT)******7. Segmentação e reconheç de objectos******Introdução à sementação de imagem e rec. de objectos*****9.4.5. Syllabus:*****0. Motivation and Introduction******1. Camera Model******Image acquisition/formation, projective model, camera calibration******2. Image alignment******Image transformations, point correspondence and robust estimation (RANSAC)******3. Stereo Vision / 3D reconstruction******Geometry of triangulation, Essential and Fundamental Matrices, 3D reconstruction******4. Image Processing******Topological relations, Image operations, Linear/Non-linear filtering******5. Optical flow******Camera motion, motion field and optical flow computation******6. Image features******Concept of image features, Hough Transform, keypoints (SIFT)******7. Segmentation and object recognition******Introduction to image segmentation and object recognition concepts*****9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular*****Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*****9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% de avaliação contínua/50% de avaliação não contínua

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Computer Vision: Algorithms and Applications, , Richard Szeliski, 2011, Springer

Anexo II - Linguagens de Programação

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Linguagens de Programação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Programming Languages

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MTP

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

João Fernando Peixoto Ferreira (ist428178) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Compreender conceitos fundamentais em linguagens de programação. Adquirir e utilizar ferramentas para estudar rigorosamente programas de computador e para resolver problemas que envolvem linguagens de programação. Utilizar assistentes de prova interactivos. Desenhar e modelar linguagens de programação simples. Provar formalmente propriedades de programas e de linguagens de programação.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Develop an understanding of key programming language concepts. Acquire and use tools to rigorously study computer programs and to solve problems that involve programming languages. Use interactive proof assistants. Design and model (simple) programming languages. Formally prove properties of programs and programming languages.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Breve história das linguagens de programação. Estudo de um assistente de prova (e.g. Coq): programação funcional, tipos de dados estruturados, polimorfismo, funções de ordem superior, provas (por simplificação, reescrita, análise de casos, indução). Sintaxe de uma linguagem de programação: árvores sintáticas abstractas, variáveis, bindings, scopes. Semântica de uma linguagem de programação: semântica operacional, semântica via interpretadores, avaliação computacional vs relacional, semântica axiomática e lógica de Hoare, semântica operacional small-step. Tipos, Cálculo Lambda simplesmente tipado, tipagem e subtyping.

9.4.5. Syllabus:

Brief history of programming languages. Study of a proof assistant (e.g. Coq): basic functional programming, working with structured data, polymorphism, higher-order functions, proofs (by simplification, rewriting, case analysis, induction). Programming language syntax: abstract syntax trees, variables, bindings, scopes. Programming language semantics: operational semantics, semantics via interpreters, computational vs relational evaluation, axiomatic semantics and Hoare logic, small-step operational semantics. Types, the simply typed Lambda-Calculus, typechecking, and subtyping.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Projecto (50%) + Exame (50%)

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Project (50%) and Exam (50%)

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Logical Foundations and Programming Language Foundations, volumes 1 and 2 of the Software Foundations series, Benjamin C. Pierce et al., 2018, ; Types and Programming Languages, Benjamin C. Pierce, 2002, MIT Press; Essentials of Programming Languages, D. Friedman, M. Wand, and C. Haynes, 2008, MIT Press

Anexo II - Conceção Centrada no Utilizador**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Conceção Centrada no Utilizador

9.4.1.1. Title of curricular unit:

User Centered Design

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

IG

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

Devido a restrições na capacidade de ocupação dos laboratórios, está prevista a criação de turnos para aulas laboratoriais, cada um com uma fracção dos alunos inscritos. A carga letiva de cada um dos docentes envolvidos na unidade curricular poderá assim ser superior à indicada.

9.4.1.7. Observations:

Due to restrictions in the capacity of the laboratories, shifts for laboratorial classes, each one with a fraction of the enrolled students, are foreseen. The teaching load for each one of the teachers involved in the curricular unit may thus be higher than the one indicated.

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Duarte Nuno Jardim Nunes (ist132720) - 28T

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Augusto Emanuel Santos Esteves (ist154298) - 21PL

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

Esta unidade curricular introduz as principais práticas e métodos da investigação e avaliação centrada nos utilizadores. Através de um projecto prático em grupo, com enunciado em aberto, os alunos são expostos a problemas de complexidade crescente em que podem exercitar os métodos e técnicas descritos. Os objectivos de aprendizagem são: i) recolher e analisar informação sobre os diferentes participantes num sistema; ii) escolher as técnicas de investigação para conceber e projectar sistemas e serviços interactivos; iii) sintetizar de forma rastreável os resultados da investigação em conceitos e ideias inovadoras; iv) trabalhar em equipa gerindo várias perspectivas e talentos; v) comunicar e negociar com os diferentes participantes o design e as alternativas para as diferentes soluções

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course introduces the main methods and techniques of user-centered research and evaluation. Through an open-ended practical group project, students are exposed to problems of increasing complexity in which they can practice the methods and techniques described. The learning objectives are: i) collect and analyze information about the different participants in a system; ii) choose research techniques to design and develop interactive systems and services; (iii) trackably synthesize research findings into innovative concepts and ideas; iv) work as a team managing various perspectives and talents; v) communicate and negotiate with different participants the design and alternatives for the different solutions.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução: perspectiva história da importância da concepção centrada no utilizador.

Métodos e técnicas de análise dos utilizadores: métodos etnográficos, inquérito e design contextual, diagramas de afinidade e modelos.

Métodos e técnicas de síntese de resultados por arquétipos e estereótipos: personas e cenários vs. atores/papeis e casos de uso.

Métodos e técnicas de desenvolvimento e avaliação de protótipos: storyboarding e protótipos de baixa, média e alta fidelidade. Técnicas e ferramentas de avaliação de campo: avaliação heurística, think aloud, ferramentas e plataformas.

9.4.5. Syllabus:

Introduction: historical perspective of the importance of user-centered design and evaluation.

Methods and techniques for analysing users: ethnographic methods, survey and contextual design, affinity diagrams and models.

Methods and techniques for synthesizing results by archetypes and stereotypes: personas and scenarios vs. actors / roles and use cases.

Methods and techniques for prototype development and evaluation: storyboarding and low, medium and high fidelity prototypes. Field assessment techniques and tools: heuristic assessment, think aloud, tools and platforms.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Projeto (60%, nota mínima de 9.5 valores)

Labs (40%, nota mínima de 9.5)

A unidade curricular será lecionada em modo studio. Exposição teórica será curta e dada quando necessária. Durante as aulas, os alunos realizarão tarefas de investigação, construção, reflexão e crítica. Os alunos irão trabalhar em projetos de grupo durante o semestre.

Será dada ênfase na qualidade das ideias dos alunos e a sua capacidade de tornar conceitos de design em protótipos reais.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Project (60%, minimum grade of 9.5)

Labs (40%, minimum grade of 9.5)

The course will be taught using a studio-learning approach. Lectures will be short and given only when necessary. Students will conduct research, design, development, making, and reflection tasks throughout the semester. Students will work in group projects.

Emphasis is placed on the quality of the students' ideas and their ability to give form to their design concepts.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Contextual Design: Defining Customer-Centered Systems, Beyer, H. & Holtzblatt, K. , 1998, Morgan Kaufmann: San Francisco, CA. ISBN 1-55860-411-1; Rapid Contextual Design: A How-To-Guide to Key Techniques for User-Centered Design, Holtzblatt, K., Wendell, J. B., & Wood, S. , 2005, Elsevier, Inc.: San Francisco, CA. ISBN 0-12-354051-8; The UX Book: Process and Guidelines for Ensuring a Quality User Experience, Rex Hartson and Pardha Pyla , 2012, ; Observing the User Experience, Goodman, E., Kuniavsky, M., & Moed, A. , 2012, ; Contextual Design Evolved, Holtzblatt & Beyer, ?, ; Innovating for People, LUMA Institute, ?,

Anexo II - Visualização de Informação**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Visualização de Informação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Information Visualization

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

IG

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Daniel Jorge Viegas Gonçalves (ist13898) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

O objectivo é dar aos alunos os conhecimentos da área de visualização de informação que lhes permitam conceber e executar visualizações de grande impacto como veículo privilegiado para transmitir informação quantitativa e qualitativa. Será introduzida a área de Visualização de Informação após o que será ensinada uma metodologia para a análise de domínio e conceção de visualizações eficazes. Conhecida esta, serão discutidos os vários tipos de variáveis, dados (tabulares, redes, texto, etc.) e padrões a visualizar. Em seguida serão descritos os vários factores fisiológicos e psicológicos relevantes para a criação de uma boa visualização. Estudaremos os tipos de visualização de informação mais comuns e adequados para vários tipos de informação (grafos, séries temporais, etc.) e as técnicas de iteração possíveis. Estudaremos ainda quais as abordagens mais correctas para avaliar aplicações de Visualização de Informação.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main goal is to provide students with knowledge in the área of Information Visualization, that allows them to design and develop high-impact visualizations of data and information, to effectively transmit qualitative and quantitative data. The area of Information Visualization will be introduced, after which we'll teach a methodology for analyzing problema domains and conceiving effective visualizations. Afterwards, we'll discuss the different kinds of variables, datasets (tabular, networks, text, etc.) and patterns to visualize. Next, we'll describe the different relevant physiological and psychological factors (memory, visual processing, etc.) relevant for the creation of good visualizations. We'll study the most common kinds of visualizations adequate for different information types (graphs, time series, etc.) and interaction techniques. Finally we'll address issues related with the evaluation of InfoVis.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução*
- 2. Metodologia de Desenho*

3. **Datasets e variáveis**
4. **Factores Humanos na Visualização de Informação**
5. **Tipos e Técnicas de Visualização**
6. **Integração, Visualizações dinâmicas e animações**
7. **Complexidade**
8. **Legibilidade e Fidelidade nas Visualizações**
9. **Avaliação de Soluções de Visualização de Informação**
10. **Aplicações**

9.4.5. Syllabus:

1. **Introduction**
2. **Design Methodology**
3. **Datasets and variables**
4. **Human Factors in InfoVis**
5. **Visualization Types and Techniques**
6. **Integration, Dynamic visualizations and animations**
7. **Dealing with complexity**
8. **Legibility and fidelity of visualizations**
9. **Evaluation of InfoVis Solutions**
10. **Applications**

9.4.6. **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. **Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Projeto: 70%
Exame: 30%

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Project: 70%
Final Exam: 30%

9.4.8. **Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. **Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Visualization Design and Analysis: Abstractions, Principles, and Methods, Tamara Munzner, 2014, AK Peters ;
Interactive Data Visualization: Foundations, Techniques, and Applications, Second Edition, Matthew O. Ward, Georges Grinstein, Daniel Keim, 2015, AK Peters / CRC Press*

Anexo II - Administração e Gestão de Infraestruturas e Serviços de It

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Administração e Gestão de Infraestruturas e Serviços de It

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Management and Administration of It Infrastructures and Services

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ASO

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

José Carlos Martins Delgado (ist11899) - 28T

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Rui António Dos Santos Cruz (ist40132) - 21PL

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

Os estudantes devem ser capazes de: Compreender de forma abrangente o espectro completo de atividades modernas de IT (conceção, desenho, configuração, instalação, administração e gestão); Compreender a evolução tecnológica das infraestruturas de IT, quer locais, quer em nuvem; Dominar os princípios subjacentes à virtualização das infraestruturas de IT; Fazer a interligação entre as técnicas de desenvolvimento de software e os mecanismos de aprovisionamento de recursos e instalação de software nessas infraestruturas; Conhecer os conceitos de negócio, modelos e estratégias dos serviços de IT, bem como aplicar as boas práticas de administração e gestão de infraestruturas de IT; Compreender o papel de ambientes de gestão e controlo de serviços informáticos na gestão de infraestruturas informáticas de grande escala; Minimizar o impacte das soluções de infraestruturas de IT no ambiente e no consumo de recursos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Students should be able to: Understand with a comprehensive approach the full spectrum of modern IT operations (conception, design, configuration, deployment, administration and management); Understand the technological evolution of IT infrastructures, on-premises and cloud-based; Master the principles underlying the virtualization of IT infrastructures; Bridge software development techniques and the provisioning and deployment mechanisms of those IT infrastructures; Know the business concepts, models, and strategies of IT services, and how to apply the best practices of administration and management of IT infrastructures; Understand the role of IT service control and management frameworks in the management of large scale IT infrastructures; Minimize the impact of IT infrastructures on the environment and on resource depletion.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução e enquadramento: Evolução das infraestruturas de IT e seus serviços; Recursos e serviços de IT; Ciclo de vida de IT. Infraestruturas e instalações de IT: Infraestruturas físicas e instalações; Redes de centros de dados; Arquiteturas e tecnologias de armazenamento; Resiliência dos centros de dados. Plataformas de serviços de IT: Arquitetura de centros de dados convencionais; Infraestruturas de computação em nuvem; Virtualização em IT; IT definido por software. Desenvolvimento, instalação e configuração: DevOps; Modelos de aplicações; Cadeia de ferramentas de DevOps; Aprovisionamento de serviços e orquestração de contentores. Administração de IT: Administração; automação; Monitorização distribuída; Análise de redes e serviços. Gestão de IT: Standards de gestão e de governação; Boas práticas de gestão (ITIL); Gestão de serviços de IT; Faturação, imputação e liquidação; Gestão

de continuidade; Gestão de disponibilidade e capacidade; Garantia de serviços e gestão de qualidade.

9.4.5. Syllabus:

Introduction and Background: Evolution of IT infrastructure and services; IT resources and services; IT lifecycle. IT Infrastructures and Facilities: Physical infrastructures and premises; Datacenter networking; Storage architectures and technologies; Datacenter resiliency. IT Service Platforms: Conventional datacenter architecture; Cloud computing infrastructures; IT virtualization; Software-defined IT. Development, deployment and configuration: DevOps; Applications models; DevOps toolchain; Service provisioning and container orchestration. IT Administration: Administration; Automation; Distributed monitoring; Network and service analytics. IT Management: Management and governance standards; Management best practices (ITIL); IT service management; Billing, charging and settlements; Continuity management; Availability and capacity management; Service Assurance and Quality Management.

9.4.6. *Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

9.4.6. *Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.*

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

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

A avaliação tem duas componentes:

- Análise/Design: Projeto ou Estudo Temático (50%) - Avaliado com base na qualidade, abrangência, profundidade e valor de síntese, no contexto do tema do trabalho atribuído, com apresentação e discussão oral. Nota mínima: 9,5 valores;

- Implementação: Experiências/Implementações em Laboratório (50%) – Avaliada com base no domínio e segurança dos tópicos trabalhados, e na concretização funcional das soluções propostas. Nota mínima: 9,5 valores.

9.4.7. *Teaching methodologies (including evaluation):*

The assessment of this course has the following components:

• Analysis/Design: Project or Thematic Study (50%) – Assessment based on the quality, breadth, depth and value of the topics tackled, in the context of the assigned theme, with oral presentation and discussion. Minimum grade: 9.5 in 20;

• Implementation: Laboratory Experiments/Deployments (50%) – Assessment based on the domain and security of the topics worked, and on the functional realization of the proposed solutions. Minimum grade: 9.5 in 20.

The final grade is the weighted average of the assessment components.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. *Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.*

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. *Bibliografia de consulta/existência obrigatória:*

Cloud Infrastructure and Services: Concepts and Technologies Essential for Transforming to IT as a Service, EMC Education Services, 2020, 1ª Edição, ISBN: 978-1118787236_Wiley; Cloud Native Transformation: Practical Patterns for Innovation, Pini Reznik, Jamie Dobson, Michelle Gienow, 2019, 1ª Edição, ISBN: 978-1492048909_O'Reilly Media; Infrastructure as Code: A Comprehensive Guide to Managing Infrastructure as Code, Austin Young, 2019, 1ª Edição, ISBN: 978-1688449510; Itil Foundation: Itil4, The Stationery Office, 2020, 4ª Edição, ISBN: 978-0113316076

Anexo II - Algoritmos para Lógica Computacional

9.4.1.1. *Designação da unidade curricular:*

Algoritmos para Lógica Computacional

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Algorithms for Computational Logic

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MTP

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Vasco Miguel Gomes Nunes Manquinho (ist14221) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

A Lógica é um dos pilares da Ciência da Computação (Computer Science, CS), encontrando aplicação em todas as áreas de CS. Exemplos concretos incluem as bases de dados, os sistemas de informação inteligentes, a inteligência artificial, mas também a especificação, validação e verificação de software, hardware e redes. O objectivo desta unidade curricular é proporcionar formação avançada em abordagens para resolver problemas computacionais relacionados com Lógica. Os estudantes ficam capacitados para analisar, modelar e resolver problemas computacionalmente difíceis usando Lógica. Adicionalmente, obtém formação nos aspectos de engenharia essenciais na construção de software para problemas de Lógica: funcionamento e implementação de um sistema dedutivo e técnicas algorítmicas e estruturas de dados fundamentais para a implementação de ferramentas baseadas em Lógica.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Logic is one of the pillars of Computer Science (CS), finding application in all areas of CS. Concrete examples include databases, intelligent information systems, artificial intelligence, but also specification, validation and verification of software, hardware and networks. The main goal of this course is to provide advanced training in approaches for solving logic-based computational problems. Students will be able to analyze, model and solve computationally hard problems using logic. Moreover, students will be able to understand the essential engineering aspects in building software for logic problems: implementation of deductive systems, algorithms and data structures fundamental in the implementation of Logic-based tools.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Problemas de decisão em lógica proposicional (Boolean Satisfiability, SAT). Exemplos de modelação com lógica proposicional. Algoritmos para SAT. Problemas de decisão em lógica de primeira ordem. O problema de Satisfação Módulo Teorias (Satisfiability Modulo Theories, SMT). Conversão para SAT. Algoritmos para SMT. A Programação por Restrições (Constraint Programming, CP): Algoritmos e exemplos de modelação. Conversão de e para lógica proposicional. Programação por Conjuntos de Resposta (Answer Set Programming, ASP): algoritmos e exemplos de modelação. Relação com a lógica proposicional. Problemas de função e enumeração para SAT, SMT, ASP e CP, incluindo problemas de optimização e problemas relacionados com conjuntos sobre-especificados de restrições. Problemas de decisão, de função e de enumeração com variáveis proposicionais quantificadas. Exemplos de aplicação.

9.4.5. Syllabus:

Decision problems in propositional logic (Boolean Satisfiability, SAT). Examples of modelling using propositional logic. Algorithms for SAT. Decision problems in first-order logic. The Satisfiability Modulo Theories (SMT) problem. Problem encodings for SAT. Algorithms for SMT. Constraint Programming (CP): algorithms and modeling examples. Encodings for propositional logic. Answer Set Programming (ASP): algorithms and modeling examples. Relationship with propositional logic. Function and enumeration problems for SAT, SMT, ASP and CP: including optimization problems and over specified sets of constraints. Decision, function and enumeration problems with quantified propositional variables. Application examples.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Existe uma componente laboratorial (L) e uma componente teórica (T). A componente L corresponde à média dos projectos. A componente T corresponde a um exame. A nota final é a média de L e T, i.e. $(T+P)/2$. Ambas as componentes L e T têm a nota mínima de 8 valores.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

There is a practical (P) and and theoretical (T) component. The P is the average of the diferent projects and T is an exam. The total grade is the average of T and P, i.e. $(T+P)/2$. The minimal requirements are $T \geq 8$ and $P \geq 8$.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Handbook of Satisfiability, A. Biere, M. Heule, H. van Maaren and T. Walsh, 2009, IOS Press

Handbook of Constraint Programming: F. Rossi, Peter Van Beek, and Toby Walsh 2006 Elsevier

Handbook of Knowledge Representation: F. Van Harmelen, Vladimir Lifschitz, and Bruce Porter 2008 Elsevier

Anexo II - Atividades Extracurriculares II

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Atividades Extracurriculares II

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Extracurricular Activities II

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

OL

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

0.0

9.4.1.6. ECTS:

3.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Daniel Jorge Viegas Gonçalves (ist13898)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Estimular os estudantes a adquirirem, de forma diversificada e complementar, conhecimentos e competências comportamentais, sociais, culturais, científicas, tecnológicas e profissionais, através da realização de atividades extracurriculares. Atualmente além de um percurso curricular que fornece provas de conhecimentos científicos/tecnológicos bem consolidados, os empregadores valorizam o percurso extracurricular dos alunos nas suas diversas vertentes.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To stimulate students to acquire, in a diversified and complementary way, behavioral, social, cultural, scientific, technological and professional knowledge and skills through extracurricular activities. Currently, in addition to scientific/technological knowledge, employers value the extracurricular course of students in its various aspects.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

No quadro desta unidade curricular serão creditadas actividades realizadas pelos estudantes, individualmente ou em grupo, que tenham um cariz essencialmente extra-curricular.

1) As atividades extracurriculares devem ser creditadas por pedido dos alunos em uma ou duas unidades curriculares denominadas Atividades Extracurriculares I e II (AE I e AE II) com 3 ECTS cada, oferecidas a todo o universo de alunos dos 2º. Ciclos (mestrado) do IST. Em cada uma destas UC de 3 ECTS os alunos devem realizar uma (ou mais) atividade(s) extracurriculares com esforço total de pelo menos 84 horas.

2) Os coordenadores de cada curso deverão reservar espaço na sua grelha de 2º. Ciclo para que os alunos, se assim o entenderem, possam escolher AE I/AEII

9.4.5. Syllabus:

In this curricular unit activities carried out by students, individually or in groups, which have an essentially extra-curricular nature, will be credited.

1) The extracurricular activities must be credited by request of the students in one or two curricular units called Extracurricular Activities I and II (AE I and AE II) with 3 ECTS each, offered to the whole universe of students of the 2nd cycle. In each of these 3 ECTS courses, students must perform one (or more) extracurricular activity(s) with a total effort of at least 84 hours.

2) Coordinators of each course must reserve space on their 2nd cycle grid so that students, if they wish, can choose AE I/AE II

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A publicar na página da Unidade Curricular

Anexo II - Desempenho e Dimensionamento de Redes e Sistemas

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Desempenho e Dimensionamento de Redes e Sistemas

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Performance Evaluation and Dimensioning of Networks and Systems

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Comp

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Rui Jorge Morais Tomaz Valadas (ist126537) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Abordar a problemática da gestão de recursos em redes e sistemas computacionais, introduzir as principais técnicas de análise de desempenho e de dimensionamento (modelação estocástica, simulação de eventos discretos e otimização) e a sua utilização no contexto das redes e sistemas. Os alunos devem adquirir as seguintes competências: (i) ser capaz de avaliar o desempenho de redes e serviços; (ii) ser capaz de dimensionar de forma eficiente redes e serviços utilizando técnicas de otimização; (iii) perceber o compromisso desempenho/custo na gestão de recursos das redes e serviços; (iv) ser capaz de aplicar a teoria das filas de espera na análise de desempenho de redes e perceber as suas limitações; (v) ser capaz de manipular adequadamente simuladores de redes e serviços. A disciplina visa formar "performance and planning engineers".

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To address the problem of resource management in computer networks and systems, introduce the main techniques of performance analysis and dimensioning (stochastic modelling, discrete event simulation and optimization) and their use in the context of networks and systems. Students must acquire the following skills: (i) be able to evaluate the performance of networks and services; (ii) be able to efficiently dimension networks and services using optimization techniques; (iii) understand the performance/cost tradeoff in the resource management of networks and services; (iv) be able to apply queuing theory in network performance analysis and understand its limitations; (v) be able to properly handle network and service simulators. The course aims at training performance and planning engineers.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1 – Modelação estocástica e sistemas de filas de espera: cadeias de Markov em tempo discreto e contínuo, processos de renovação e de Poisson, lei de Little, propriedade PASTA, filas Markovianas, fila M/G/1, modelos de tráfego.

2 – Simulação de eventos discretos: técnicas de programação, geração de distribuições e processos estocásticos, análise estatística dos resultados das simulações.

3 – Agregados de servidores: políticas de distribuição de tarefas, dimensionamento.

4 – Avaliação de desempenho em redes: modelos para acesso múltiplo, escalonamento de pacotes, encaminhamento em redes com comutação de pacotes e de circuitos, controlo de congestionamento, e garantias de serviço; princípios económicos da gestão de tráfego.

5 – Otimização: modelos de programação matemática para otimização de redes e sistemas envolvendo encaminhamento, dimensionamento, proteção de tráfego, localização servidores, deteção de nós críticos; algoritmos heurísticos.

9.4.5. Syllabus:

1 - Stochastic modelling and queuing systems: discrete and continuous-time Markov chains, renewal and Poisson processes, Little's law, PASTA property, Markovian queues, M/G/1 queue, traffic models.

2 - Simulation of discrete events: programming techniques, generation of distributions and stochastic processes, statistical analysis of simulation results.

3 - Server farms: task assignment policies, dimensioning.

4 - Network performance evaluation: models for multiple access, packet scheduling, routing in packet and circuit-switched networks, congestion control, and service guarantees; economic principles of traffic management.

5 - Optimization: mathematical programming models for network and system optimization involving routing, dimensioning, traffic protection, server location, and critical node detection; heuristic algorithms.

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

Os conteúdos programáticos abrangem as principais técnicas de análise de desempenho e dimensionamento de redes e sistemas, com raiz na modelação estocástica, na simulação de eventos discretos e na otimização. São fornecidas as bases teóricas e, como parte da componente laboratorial, os alunos são ensinados a programar/utilizar ferramentas computacionais que permitem lidar com casos de interesse prático.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The course contents cover the main techniques of performance analysis and dimensioning of networks and systems, rooted in stochastic modeling, discrete event simulation, and optimization. We provide the theoretical foundations and, as part of the laboratory component, students are taught to program/use computational tools that allow them to deal with cases of practical interest.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A exposição da matéria teórica é complementada com a realização de trabalhos laboratoriais recorrendo ao R (ou ferramenta equivalente). Os trabalhos laboratoriais estão estreitamente ligados à matéria teórica e baseiam-se em simulação de eventos discretos e em algoritmos numéricos, incluindo algoritmos e heurísticas de otimização. A avaliação é 50% contínua e 50% por exame. A avaliação contínua corresponde aos trabalhos laboratoriais e a mini-testes.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching of the theoretical subjects is complemented with the realization of laboratory work using R (or an equivalent tool). Laboratory work is closely linked to theoretical material and is based on discrete event simulation and numerical algorithms, including optimization algorithms and heuristics. The evaluation is 50% continuous and 50% per exam. Continuous assessment corresponds to laboratory work and quizzes.

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, aliando a teoria à prática. Procura-se que os alunos não só aprendam os modelos teóricos, como ganhem uma consciência forte da suas limitações e domínios de aplicabilidade, e tomem contacto com as alternativas computacionais disponíveis para a resolução de problemas mais complexos.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methods were designed so that students can develop comprehensive knowledge, combining theory with practice. It is sought that students not only learn the theoretical models, but gain a strong awareness of their limitations and domains of applicability, and get in touch with the computational alternatives available to solve more complex problems.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Data Networks, 2nd edition, Dimitri Bertsekas, Robert Gallager, 1992, Prentice-Hall; Routing, Flow, and Capacity Design in Communication and Computer Networks, M. Pióro, D. Medhi, 2004, Morgan Kaufmann; Performance Modeling and Design of Computer Systems, Mor Harchol-Balter, 2013, Cambridge University Press; Simulation Modeling and Analysis, 5th edition, Averill M. Law, 2014, McGraw-Hill Education

Anexo II - Criptografia e Protocolos de Segurança**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Criptografia e Protocolos de Segurança

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Cryptography and Security Protocols

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

LogCom

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Paulo Alexandre Carreira Mateus (ist13783) - 28T + 21PL

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Conhecer os sistemas e protocolos criptográficos em uso, desenvolver protocolos para resolução de problemas específicos e perspetivar desenvolvimentos futuros.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Know modern cryptographic systems and protocols, develop protocols to solve specific problems and envisage future developments.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Sistemas criptográficos de chave privada. Cifras sequenciais. Criptoanálise linear, diferencial e algébrica. Cifras por blocos: DES e AES. Segurança perfeita e computacional. Códigos de autenticação. Sistemas de chave pública e complexidade. RSA. Factorização e primalidade. Criptoanálise quântica: Shor. Sistemas criptográficos elípticos. Criptografia pós-quântica: McEliece, reticulados, outros candidatos. Segurança CPA, CCA, CCA2.

Protocolos de chave pública. Esquemas de Assinatura. Funções de dispersão. Esquemas de distribuição de chaves de Diffie-Hellman. Esquema de partilha de segredos de Shamir. Sistemas de prova com conhecimento nulo. Esquemas de Fiat-Shamir. Protocolos de comprometimento. Transferência com esquecimento. Computação segura e aplicações. Distribuição quântica de chaves e criptografia quântica. Composicionalidade de protocolos e modelos de funcionalidades criptográficas.

9.4.5. Syllabus:

Symmetric key cryptosystems. Stream ciphers. Linear, differential and algebraic cryptanalysis. Block ciphers: DES and AES. Perfect and computational security. Authentication codes. Public-key cryptosystems and complexity. RSA. Factorization and primality. Quantum cryptanalysis: Shor. Elliptic-curve cryptosystems. Post-Quantum cryptography: McEliece, lattices, other candidates. Security models CPA, CCA, CCA2.

Public-key Protocols. Signatures schemes. Cryptographic hash functions. Diffie-Hellman key distribution. Shamir's secret sharing scheme. Zero-knowledge proof systems. Fiat-Shamir. Commitment protocols. Oblivious transfer. Secure computation and applications. Quantum key distribution and quantum cryptography. Composability of protocols and cryptographic functionalities.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame 50% e Projeto 50% (avaliado oralmente).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Exam (50%) and Computational project (50%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Cryptography: Theory and Practice, D. Stinson, 1995, CRC Press; Lecture Notes in Cryptography, P. Mateus, 2019, DM IST; A graduate course in Applied Cryptography, D. Boneh and V. Shoup, 2020, Stanford

9.5. Fichas curriculares de docente

Anexo III - Valentina Nisi**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Valentina Nisi

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Mónica Duarte Correia de Oliveira**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Mónica Duarte Correia de Oliveira

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Luís Manuel Silveira Russo**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Luís Manuel Silveira Russo

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Diogo Manuel Ribeiro Ferreira**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Diogo Manuel Ribeiro Ferreira

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - André Filipe Torres Martins**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

André Filipe Torres Martins

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)