

ACEF/2021/0206772 — 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/1819/0206772

1.2. Decisão do Conselho de Administração.
Acreditar

1.3. Data da decisão.
2020-01-23

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._rest-METI-2021.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 câmaras e microfones em diversas salas de aula (teóricas/práticas/laboratórios) por forma a permitir a leção 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 (theoretical / practical / laboratories) to allow for the teaching in hybrid mode (face-to-face and remote).

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 de Telecomunicações e Informática

1.3. Study programme.

Telecommunications and Informatics Engineering

1.4. Grau.**Mestre****1.5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (PDF, máx. 500kB).**[1.5._METI_Alt_18-19.pdf](#)**1.6. Área científica predominante do ciclo de estudos.****Engenharia de Telecomunicações e Informática****1.6. Main scientific area of the study programme.****Telecommunications and Informatics 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.****20****1.10.1. Número máximo de admissões pretendido (se diferente do número anterior) e respetiva justificação.**

130 - número de vagas actuais do Mestrado em Engenharia de Telecomunicações e Informática colocadas a concurso é de 20. Com um número máximo de admissões de 130 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.

130 - The present number of admissions in the Master degree of Telecommunications and Informatics Engineering is 20. With a new maximum number of admissions of 130 we have more opportunities to admit international students and a possible increase of vacancies in the application process, in case of a positive decision of the school management board.

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 (excetua-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:

.

1.12.1. If other, specify:

.

1.13. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

IST, TagusPark

Av. Prof. Dr. Cavaco Silva 13, Porto Salvo

Portugal

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.

Sem observações.

1.15. Observations.

Without observations.

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

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

Common Branch

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
Telecomunicações/Telecommunications	Tele	0	0	Oferta de 45 ECTS
Arquitetura e Sistemas Operativos/Architecture and Operating Systems	ASO	0	0	Oferta de 90 ECTS
Sistemas de Informação/Information Systems	SI	0	0	Oferta de 45 ECTS
Computadores/Computers	Comp	0	0	Oferta de 97,5 ECTS
Engenharia e Gestão de Organizações/ Engineering and Management of Organizations	EGO	0	0	Oferta de 12 ECTS
Engenharia e Gestão de Sistemas/ Systems Engineering and Management	EGS	0	0	Oferta de 6 ECTS
Competências Transversais/ Crosscutting Skills	CT	0	0	Oferta de 3 ECTS
As seguintes áreas científicas desta tabela: Tele; ASO; SI; Comp; EGO; EGS; CT; OP; OL/The following scientific areas of this chart: *	OP	7.5	0	* Tele; ASO; SI; Comp; EGO; EGS; CT; OP; OL
Todas as áreas científicas do IST-ULisboa/All scientific areas of IST -ULisboa	OL	3	0	Oferta de 12 ECTS
Computação Gráfica e Multimédia/Graphic Computing and Multimedia	CGM	0	0	Oferta de 7,5 ECTS
Electrónica/Electronics	Eletr	0	0	Oferta de 7,5 ECTS
Lógica e Computação/Logic and Computing	LogComp	0	0	Oferta de 7,5 ECTS
Metodologia e Tecnologia da Programação/Methodology and Programming Theory	MTP	0	0	Oferta de 7,5 ECTS
Todas as áreas científicas do IST/All scientific areas of IST *	Diss	42	0	Projeto ou Diss Mestrado p.s. desenvolvidos no âmbito de qq 1 das ACs IST domínios rel.c/objet curso
-	-		67.5	** Nº de créditos das ACs optativas, necessários para a obtenção do grau ou diploma
(15 Items)		52.5	67.5	

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.

Ao nível da aprendizagem várias estratégias têm sido exploradas e implementadas de forma a aumentar o papel ativo dos estudantes, nomeadamente: 1) utilização de ferramentas digitais que permitem um feedback quase instantâneo do acompanhamento das matérias por parte dos alunos (e.g. Kahoot!); 2) utilização da plataforma MOOC.Técnico (mooc.tecnico.ulisboa.pt) para aprendizagem à distância e também para avaliação total ou parcial de unidades curriculares (UC); 3) utilização de técnicas de “flipped-classroom” com envolvimento dos estudantes na sala de aula em processos de avaliação mútua e feed-back; 4) integração de estudantes no âmbito de projetos e de realização de dissertações de mestrado em equipas dos institutos de investigação e/ou empresas, muitas vezes inseridos em projetos nacionais ou internacionais; 5) projetos multidisciplinares desenvolvidos pelos estudantes de vários cursos, como exemplo, a construção de um carro elétrico;

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.

In terms of learning, 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;

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 ação 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 analyzed 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 efetuadas reuniões de coordenação dos vários cursos, de forma a calendarizar o trabalho exigido aos estudantes ao longo dos semestres letivos e dos períodos de avaliação, pretendendo-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 letivo/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.

Sem observações.

2.4 Observations.

Without observations.

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.

Ricardo Chaves**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
Ana Gualdina Almeida Matos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		INFORMATICA	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
Luís Miguel Teixeira D'Avila Pinto da Silveira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Joana Serra da Luz Mendonça	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia e Gestão Industrial	100	Ficha submetida
Paulo Alexandre Carreira Mateus	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	Ficha submetida
Paolo Romano	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA INFORMÁTICA	100	Ficha submetida
António Miguel Areias Dias Amaral	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
Rui Manuel Rodrigues Rocha	Professor Associado 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		Computer Science	100	Ficha submetida
Rui António Dos Santos Cruz	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA INFORMÁTICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Susana Isabel Carvalho Relvas	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
Diogo Alexandre Breites de Campos Proença	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática e de Computadores	100	Ficha submetida
Fernando Manuel Bernardo Pereira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Rodrigo Seromenho Miragaia Rodrigues	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		COMPUTER SCIENCE	100	Ficha submetida
João José de Oliveira Pires	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Francisco André Corrêa Alegria	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	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

Nuno Miguel Carvalho dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Miguel Nuno Dias Alves Pupo Correia	Professor Associado ou equivalente	Doutor	INFORMATICA	100	Ficha submetida
Helena Sofia Andrade Nunes Pereira Pinto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Fernando Henrique Côrte-Real Mira da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Sofia De Sá Moutinho Pereira	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Mestre	Psicologia Educacional	100	Ficha submetida
Helena Isabel De Jesus Galhardas	Professor Associado ou equivalente	Doutor	INFORMATICA	100	Ficha submetida
Alberto Manuel Ramos da Cunha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
João Coelho Garcia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	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
José Eduardo Charters Ribeiro da Cunha Sanguino	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	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
Pedro Miguel dos Santos Alves Madeira Adão	Professor Associado ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Miguel Ângelo Marques de Matos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
Ricardo Jorge Fernandes Chaves	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Secure Comput on Reconfigurable Systems	100	Ficha submetida
João Paulo Baptista de Carvalho	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
João Carlos Da Cruz Lourenço	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia e Gestão Industrial	100	Ficha submetida
Rui Fuentecilla Maia Ferreira Neves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Carlos António Bana e Costa	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA DE SISTEMAS	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Moreira Vaz Antunes de Sousa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
				4100	

<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.

41

3.4.1.2. Número total de ETI.

41

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:	41	100

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):	40	97.560975609756

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	40	97.560975609756	41
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	41

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	40	97.560975609756	41
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	2.4390243902439	41

4. Pessoal Não Docente

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

Os seguintes factos dificultam a identificação dos funcionários não docentes (FND) afetos à lecionação do METI:

- a organização do IST prevê a afetação dos FND a departamentos e não a cursos;
- muitos dos funcionários fornecem apoio a um conjunto de cursos e não a um em particular;
- as tarefas de apoio direto ao METI constituem apenas uma parcela do conjunto das suas atividades.

Uma vez que o funcionamento deste ciclo de estudos depende em larga escala dos serviços do DEI, apresenta-se abaixo uma lista contendo unicamente os funcionários deste departamento que se dedicam parcialmente ao METI:

Coordenação de serviços académicos – 1
Serviço de apoio aos alunos – 3
Apoio às aulas – 2
Sala de estudo – 2
Gestão de Espaços – 2
Apoio administrativo DEI/Coordenação de Curso – 7
Bolsiros RNL/LTI (alunos IST) – 6

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

The following facts make it more difficult to identify non-academic staff (NAS):

- the IST organization provides for the allocation of NAS to the departments, rather than to courses;
- most of the NAS provides support to a broad range of courses rather than for one in particular;
- the specific tasks related to METI are fraction of all their assigned activities.

Despite the above and since the non-academic administration of METI depends to a large extent on the DEI services, a list containing only the employees of this department, partially assigned (TP) to METI, is presented below.

Coordination of the academic services – 1
Student support service – 3
Class support – 2
Study room – 2
Management of Spaces – 2
Administrative support DEI / Course Coordination – 7
Grant holders from RNL / LTI (IST students) – 6

4.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação 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

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

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

9th year-2
12th year - 5
Licenciatura - 3

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.

63

5.1.2. Caracterização por género

5.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

Género / Gender	%
Masculino / Male	27

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	32
2º ano curricular	31
	63

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	20	20	20
N.º de candidatos / No. of candidates	8	7	13
N.º de colocados / No. of accepted candidates	4	5	9
N.º de inscritos 1º ano 1ª vez / No. of first time enrolled	36	21	29
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.

Na Tabela 5.2 os valores a 0 significam "dados não disponíveis".

Dado o contexto pandémico do ano 2020, o início do ano letivo 2020/2021 para os novos alunos no ES ficou adiado e, por esse motivo, não existe informação para o indicador de procura N.º de inscritos 1º ano 1ª vez do CE para 2020/2021 à data de recolha de informação, tendo-se por isso considerado o ano corrente o ano letivo 2019/2020.

5.3. Eventual additional information characterising the students.

In Table 5.2, entries with 0 mean "data not available".

Given the pandemic context of the year 2020, the beginning of the 2020/2021 school year for new students in ES has been postponed and, for this reason, there is no information for the demand indicator No. of enrolled 1st year 1st time of CE for 2020/2021 on the date the information was collected. Thus, the current year was considered as the academic year 2019/2020.

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	20	19	14

N.º graduados em N anos / No. of graduates in N years*	19	12	10
N.º graduados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	1	5	4
N.º graduados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	0	1	0
N.º graduados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	0	1	0

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).

Não aplicável.

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).

Not applicable.

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

Sucesso escolar nas diferentes áreas científicas:

92% - Engenharia da comutação

98% - Telecomunicações

Embora existam outras áreas científicas, não tem representação estatística para serem apresentados valores, correspondendo no total a menos de 10% da oferta letiva.

Os resultados sugerem uma taxa de sucesso escolar é superior a 90% (avaliados/aprovados) é bastante elevada em particular nas áreas de foco do METI.

6.1.3. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and the respective curricular units.

Academic success in the different scientific areas:

92% - Computer science

98% - Telecommunications

Although there are other scientific areas, there is no statistical representation to present values, corresponding in total to less than 10% of the academic offer.

The results suggest a academic success rate of over 90% (assessed / approved) rather high, particularly in the two main scientific areas of METI.

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).

Os dados da direção geral de estatísticas da educação e da ciência (DGEEC) relativos aos diplomados inscritos em centros de emprego permitem verificar que o METI não apresenta diplomados recentes em situação de desemprego.

Os dados mais recentes do Observatório de Empregabilidade do IST permitem verificar a ausência de diplomados inquiridos em situação de desemprego. Verifica-se ainda que há uma percentagem elevada de inserção profissional até 6 meses após a conclusão do curso. Estes dois indicadores permitem sugerir que o METI apresenta um bom e rápido acesso ao mercado de trabalho.

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).

Data from the General Directorate of Education and Science Statistics (DGEEC) for graduates enrolled in employment centers show that METI does not have recent graduates who are unemployed.

The most recent data from the IST Employability Observatory show that there are no interviewed graduates who are unemployed. It is also verified that there is a high percentage of professional insertion up to 6 months after the conclusion of the course. These two indicators suggest that METI has good and quick access to the labor market.

6.1.4.2. Reflexão sobre os dados de empregabilidade.

Os alunos graduados no METI têm uma empregabilidade de 100%, refletindo a relevância do curso no tecido empresarial.

6.1.4.2. Reflection on the employability data.

METI graduate students have 100% employability, reflecting the relevance of the course in the business sector.

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
CEG-IST	Very Good	Instituto Superior Técnico	3	NA
IN+	Excellent	Instituto Superior Técnico	2	NA
INESC-ID	Excellent	Instituto Superior Técnico	22	NA
IT	Very Good	Instituto Superior Técnico	10	NA

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/58f487c7-5221-4871-ca30-5fd11383366d>

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/58f487c7-5221-4871-ca30-5fd11383366d>

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.

O METI tem estado na origem de várias startup tecnológicas, por exemplo, a Followprice (<https://followprice.co/>), a Thought Creator (www.thought-creator.com), a iSimplex (www.isimplex.com/), a Digisfera (www.digisfera.com) e a TalkDesk (www.talkdesk.com). A Digisfera operou durante alguns anos e foi depois adquirida pela Google. A Talkdesk tem uma implantação global e é uma das startup tecnológicas do país com maior sucesso, tendo nascido da iniciativa de dois diplomados do METI, a Cristina Fonseca e o Tiago Paiva.

Além disto, os centros de investigação associados ao METI participam num grande número de projetos de I&D e atividades de prestação de serviços, consultoria e transferência de tecnologia.

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.

METI has been the source of several technological startup, for example, Followprice (<https://followprice.co/>), Thought Creator (www.thought-creator.com), iSimplex (www.isimplex.com/), Digisfera (www.digisfera.com) and TalkDesk (www.talkdesk.com). The Digisfera operated for some years and was later acquired by Google. Talkdesk has a global presence and is one of the most successful technology startup in the country. It originated from the initiative of two METI graduates, Cristina Fonseca and Tiago Paiva.

Additionally, the research centers associated with METI actively participate in a large number of R&D projects and services, consultancy and technology transfer activities.

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.

Num do 2 ciclo, as várias UCs têm um cariz avançado, incluindo os mais recentes desenvolvimentos nas suas áreas. Para isto contribui a atividade de investigação dos vários docentes no seio dos seus projetos. A grande maioria dos docentes do METI estão integrados no INESC-ID ou no IT, estando em curso mais de 100 projetos nacionais (7M€) e 40

européus (2,8M€). Têm também lugar várias parcerias com empresas e institutos públicos, numa vertente de transferência de tecnologia. Esta atividade tem impacto direto não só na atualização do conhecimento, mas também no envolvimento dos alunos, quer em teses orientadas no seu âmbito quer através de bolsas, etc.

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.

In a 2nd cycle, the several UCs are advanced by nature, including the latest developments in their fields. To this contributes the research activities of the teaching body. The majority of METI faculty are integrated with either INESC-ID or IT. Currently, more than 100 national projects (7M €) and 40 European (2.8M €) projects are underway. There are also several partnerships with companies and public institutes, with technology transfer. This activity has a direct impact not only on the updating of knowledge but also on the involvement of students, either in supervised thesis within the projects' scope and through scholarships, etc.

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	10
Alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Students in international mobility programmes (in)	3
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)	3
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).

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 engenharia 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 (rede com mais de 40 parceiros na europa; rede focada no lobby com a Comissão Europeia; membro do advisory board) e HERITAGE (18 parceiros europeus e da Índia, que visa estimular a cooperação entre as duas regiões). Destacam-se também projetos ICM, projetos Erasmus Plus KA2 com diferentes latitudes do mundo e estudantes recebidos através de Erasmus Mundus Joint Master/PhD Degrees.

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

ST 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. Member of the the follow-up committee), CEASER (network with over 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, Uzbekistan, etc) and incoming students through Erasmus Mundis Joing Master/PhD degrees.

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

6.4. Eventual additional information on results.

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_meti_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.

<sem resposta>

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.

<no answer>

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.

<sem resposta>

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

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

- *A relevância para o mercado, dada a importância atual das Redes de Computadores e da Internet;*
- *A abrangência da formação, que cobre o espectro que vai da Eletrotécnica/Telecomunicações à Informática;*
- *A forte componente prática do ensino, apoiada em trabalhos laboratoriais e projetos, realizados em laboratórios bem equipados;*
- *Forte procura do mercado pelos alunos do METI;*
- *A capacitação dos alunos para o trabalho individual e em equipa, para a adaptação a novas situações e para a aprendizagem ao longo da vida;*
- *Facilidade em acomodar iniciativas de carácter empresarial por parte dos alunos e possibilidade de teses em ambiente empresarial.*

8.1.1. Strengths

- *The relevance to the industry, given the growing importance of communication networks and the Internet;*
- *The scope and breadth of the acquired skills ranging from Electrical/Telecommunications Engineering to Computer Science and Engineering;*
- *Strong practical and applied component in the learning process, supported by laboratory works and projects, carried out in well-equipped facilities;*
- *METI students have a high market demand;*
- *Awareness of the students for the importance of both individual and team work, and for the adaptation to new situations and for life-long learning;*
- *Ease of accommodating business initiatives by the students and possibility of thesis in business environment.*

8.1.2. Pontos fracos

- *Falta de técnicos laboratoriais com experiência que apoiem o funcionamento das atividades de docência.*

8.1.2. Weaknesses

- *Lack of experienced laboratory technicians to assist in the laboratory maintenance.*

8.1.3. Oportunidades

- *Crescente necessidade de Engenheiros com competências combinadas em Eletrotécnica / Telecomunicações e Informática;*
- *Grande apetência do mercado para a inovação no contexto da Internet e das Comunicações e Serviços Móveis.*
- *O processo de reflexão sobre modelo de ensino e práticas pedagógicas no IST, suscetível de produzir alterações substanciais no processo formativo;*
- *A iniciativa Massive Open Online Courses (MOOCs) (<https://tecnico.ulisboa.pt/pt/ensino/cursos/cursos-online/>) e a existência de anfiteatro do IST/Taguspark preparado para a gravação de aulas, que facilitará a utilização de aulas gravadas e de ferramentas de ensino on-line no processo formativo;*

- *Ligação ao tecido empresarial, em especial nas áreas da formação;*
- *Possibilidade dos alunos desenvolverem trabalhos de índole avançada, em particular durante as suas dissertações, tendo um elevado potencial de desenvolvimento e inovação, em particular quando realizadas em ambiente empresarial.*

8.1.3. Opportunities

- *Growing need for engineers with skills and combined competence in Electrical/Telecommunications Engineering and Computer Science and Informatics Engineering;*
- *Growing interest in the industry for innovation in the context of the Internet and Mobile Communications and Applications;*
- *The process of rethinking the teaching model and pedagogical practices in IST, capable of producing substantial changes in the learning process;*
- *The initiative Massive Open Online Courses (MOOCs) (<https://tecnico.ulisboa.pt/pt/ensino/cursos/cursos-online/>) and the existence of an amphitheater at IST/Taguspark equipped to record classes, which may promote the use of recorded classes and on-line teaching tools in the learning process;*
- *Interaction with companies working in the fields of the course;*
- *Possibility for students to develop research work, particularly during their dissertations, with a high potential for development and innovation, especially when carried out on a company.*

8.1.4. Constrangimentos

- *Localização do curso no campus do Taguspark, de difícil acesso;*
- *Forte atração do mercado que leva os alunos a darem baixa prioridade à finalização do curso;*
- *A limitação do número de disciplinas mais específicas do METI, tendo em conta um número mais reduzido de alunos (consequência do METI ser um curso pequeno), uma vez que o aumento da oferta pode fragmentar excessivamente as inscrições a cada UCs.*

8.1.4. Threats

- *Location of the course on the Taguspark campus, difficult to reach;*
- *High market demand that leads students to give low priority to the course completion;*
- *The limitation in the offer of more specific METI disciplines, taking into account a smaller number of students (consequence of METI being a small course), since the offer increase may excessively fragment the amount of students per UC*

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2.1. Ação de melhoria

- *Publicitar a relevância e foco do curso;*
- *Cativar alunos que não concluíram o METI, em particular aos que apenas falta concluir a dissertação, a concluir o curso;*
- *Reforçar o peso do desempenho pedagógico na progressão dos docentes nas respetivas carreiras;*
- *Contratação de técnicos laboratoriais para apoio ao funcionamento das atividades laboratoriais das disciplinas.*

8.2.1. Improvement measure

- *Publicize the relevance and focus of this course;*
- *Encourage students who did not complete the METI, in particular those who just need to complete the dissertation, to conclude the degree;*
- *Reinforce the weight of the pedagogical activities in the career advancement of the lectures;*
- *Recruitment of laboratory technicians to assist in the maintenance of the laboratory activities, needed in the disciplines.*

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

- *Todas as ações têm uma prioridade elevada, e devem ser desenvolvidas continuamente ao longo do próximo período de avaliação.*

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

- *All these actions have high priority and must be continuously developed over the next evaluation period.*

8.1.3. Indicadores de implementação

- *Diminuição do número de alunos que não termina o curso e por outro lado a conclusão do curso dos alunos já no mercado de trabalho;*

- *Existência de técnicos de laboratório a darem apoio na manutenção dos laboratórios e equipamento associado.*

8.1.3. Implementation indicator(s)

- *Reduce the number of students who have not finished the course and, on the other hand, the completion of the course of the students already in the job market;*
- *Existence of laboratory technicians to support the maintenance of laboratories and associated equipment.*

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 actualização 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 iii) projeto CAPSTONE, potenciando a interdisciplinaridade.*
 - *Reconhecimento curricular de atividades extracurriculares;*
 - *Introdução da formação em Humanidades, 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 Livres-Todas as áreas científicas do IST / Free Options-All scientific areas of IST *	OL	0	24	*O elenco de UCs opcionais e Minors é fixado anualmente pelos Órgãos competentes do IST.
Todas as áreas científicas no âmbito de Engenharia de Telecomunicações e Informática / ACETI All scientific areas within ETI **		42	0	** A Dissertação é desenvolvida no âmbito de Área Científica de acordo com os objetivos do 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
Computadores / Computers	Comp	0	0	Oferta de 54 ECTS
Telecomunicações / Telecommunications	Tele	0	0	Oferta de 18 ECTS

Lógica e Computação / Logic and Computing	LogComp	0	0	Oferta de 6 ECTS
Eletrónica / Electronics	Eletr	0	0	Oferta de 6 ECTS
Sistemas de Informação / Information Systems	SI	0	0	Oferta de 24 ECTS
Arquitetura e Sistemas Operativos / Architecture and Operating Systems	ASO	0	0	Oferta de 48 ECTS
Metodologia e Tecnologia da Programação / Methodology and Technology of Programming	MTP	0	0	Oferta de 12 ECTS
Interação e Gráficos / Interaction and Graphics	IG	0	0	Oferta de 6 ECTS
-	-	0	48	(*) Número de créditos das ACs optativas necessários para a obtenção do grau ou diploma.
(9 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 Minor de acordo c/ determinado na lista Minors public./ano IST
(1 Item)		0	18	

9.3. Plano de estudos

9.3. Plano de estudos - Tronco Comum - 1º Ano - 1º e 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: *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)
Competências Comunicacionais em Engenharia de Telecomunicações e Informática I / Communication Skills in Computer Science and Engineering I	CT	Semestral	84	TP - 21.00	3	
Competências Comunicacionais em Engenharia de Telecomunicações e Informática II / Communication Skills in Computer Science and Engineering II	CT	Semestral	84	TP - 21.00	3	
Opções - Telecomunicações / Options - Telecommunications	Comp/Tele /LogComp/Eletr	Semestral	336	n.a	12	
Opções - Informática / Options - Computer Science	SI/ASO/MTP/IG	Semestral	336	n.a	12	
Opções - Especialização / Options - Specialization	Comp/Tele /LogComp/Eletr /SI/ASO /MTP/CGM	Semestral	168	n.a	6	
Opção Livre 1 ou Minor 1 / Free Option 1 or Minor 1	OL	Semestral	168	n.a	6	i) 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	i) *...ou, escolher 18 ECTS de qualquer unidade curricular de 2º ou 3º ciclo do IST
Opção Livre 3 ou Minor 3 / Free Option 3 or Minor 3	OL	Semestral	168	n.a.	6	i) Idem.
Atividades Extracurriculares I / Extracurricular Activities I	OL	Semestral	84	n.a.	3	ii) 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	ii) 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, deve realizar 30 ECTS.

(11 Items)

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

9.3.2. Curricular year/semester/trimester: *2nd 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)
--	---------------------------------------	------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------	--------------------------------

Projeto Integrador de 2º Ciclo em Engª de Telecomunicações e Informática/2nd Cycle Integrated Project in Telecommunications and Computer Engineering*	ACETI	Semestral	336	OT - 28.00	12	* Projeto tem precedência sobre a Dissertação de Mestrado. - 1º Semestre
Dissertação de Mestrado em Engenharia de Telecomunicações e Informática/ Master Dissertation in Telecommunications and Computer Engineering	ACETI	Semestral	840	OT - 28.00	30	2º Semestre
Opções - Especialização / Options - Specialization	Comp/Tele /LogComp/Eletr /SI/ASO/MTP/IG	Semestral	504	n.a	18	
-	-	-	0	0	0	(*) O aluno, por semestre, deve realizar 30 ECTS.

(4 Items)

9.3. Plano de estudos - Opções em Telecomunicações - 1º Ano - 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável): *Opções em Telecomunicações*

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

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

9.3.2. Curricular year/semester/trimester: *1st Year - 1º 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)
Computação Inteligente para a Internet das Coisas / Computational Intelligence for the Internet of Things	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	a) Escolher no mínimo 12 ECTS.
Comunicação Multimédia / Multimedia Communication	Tele	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	a)
Criptografia e Protocolos de Segurança / Cryptography and Security Protocols	LogComp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	a)
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	a)
Engenharia de Tráfego / Traffic Engineering	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	a)
Redes de Comunicações Móveis / Mobile Communications Network	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	a)
Redes de Sensores / Sensor Networks	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	a)
Redes Programáveis / Programmable Networks	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	a)
Redes Óticas / Optical Networks	Tele	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	a)
Redes Veiculares / Vehicular Networks	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	a)
Segurança e Arquiteturas Avançadas de Redes / Advanced Network Security and Architectures	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	a)
Sensores e Atuadores / Sensors and Actuators	Eletr	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	a)

Sistemas de Posicionamento e Telecomunicações por Satélite / Telecommunications and Positioning Satellite Systems	Tele	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	a)
Sistemas Embebidos Embedded Systems	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	a)

(14 Items)

9.3. Plano de estudos - Opções em Informática - 1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável): *Opções em Informática*

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable): *Options - Computer Science*

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 de Dados e Sistemas de Informação / Data and Information Systems Management	SI	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21 -00	6	a) Escolher no mínimo 12 ECTS.
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	a)
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	a)
Ciência de Dados / Data Science	SI	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21 -00	6	a)
Ciber Segurança Forense / Forensics Cyber-Security	ASO	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21 -00	6	a)
Ciência das Redes Complexas / Network Science	MTP	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21 -00	6	a)
Computação em Nuvem e Virtualização / Cloud Computing and Virtualization	ASO	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21 -00	6	a)
Computação Móvel e Ubíqua / Mobile and Ubiquitous Computing	ASO	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21 -00	6	a)
Estúdio de Design de Interação / Interaction Design Studio	IG	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21 -00	6	a)
Desenvolvimento de Aplicações Distribuídas / Design and Implementation of Distributed Applications	ASO	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21 -00	6	a)
Engenharia de Sistemas de Larga Escala / Large Scale Systems Engineering	ASO	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21 -00	6	a)
Engenharia e Tecnologia de Processos de Negócio / Business Process Engineering and Technology	SI	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21 -00	6	a)
Processamento e Recuperação de Informação / Information Processing and Retrieval	SI	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21 -00	6	a)
Segurança em Software / Software Security	MTP	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21 -00	6	a)

Sistemas de Elevada Confiabilidade / Highly Dependable Systems ASO Semestral 168 T - 28.00; PL - 21 -00 6 a)
(15 Items)

9.3. Plano de estudos - Opções - Especialização em Sistemas de Telecomunicações - 1º Ano - 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Opções - Especialização em Sistemas de Telecomunicações

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Options - Specialization in Systems of Telecommunications

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)
Sistemas de Posicionamento e Telecomunicações por Satélite / Telecommunications and Positioning Satellite Systems	Tele	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b) Escolher no mínimo 24 ECTS
Segurança e Arquiteturas Avançadas de Redes / Advanced Network Security and Architectures	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
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	b)
Redes de Comunicações Móveis / Mobile Communications Networks	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
Engenharia de Tráfego / Traffic Engineering	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
Comunicação Multimédia / Multimedia Communication	Tele	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
Redes Veiculares / Vehicular Networks	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
Redes Óticas / Optical Networks	Tele	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)

(8 Items)

9.3. Plano de estudos - Opções - Especialização em Sistemas Distribuídos e Aplicações para a Internet - 1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Opções - Especialização em Sistemas Distribuídos e Aplicações para a Internet

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Options - Specialization in Distributed Systems and Applications for the Internet

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	b) Escolher no mínimo 24 ECTS
Computação em Nuvem e Virtualização / Cloud Computing and Virtualization	ASO	Semestral	168	T - 28.00 ; PL - 21.00	6	b)
Sistemas de Elevada Confiabilidade / Highly Dependable Systems	ASO	Semestral	168	T - 28.00 ; PL - 21.00	6	b)
Computação Móvel e Ubíqua / Mobile and Ubiquitous Computing	ASO	Semestral	168	T - 28.00 ; PL - 21.00	6	b)
Redes Programáveis / Programmable Networks	Comp	Semestral	168	T - 28.00 ; PL - 21.00	6	b)
Comunicação Multimédia / Multimedia Communication	Tele	Semestral	168	T - 28.00 ; PL - 21.00	6	b)

(6 Items)

9.3. Plano de estudos - Opções - Especialização em Gestão de Redes e Sistemas - 1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Opções - Especialização em Gestão de Redes e Sistemas

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Options - Specialization in Network and Systems 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	b) Escolher no mínimo 24 ECTS
Administração de Dados e Sistemas de Informação / Data and Information Systems Management	SI	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
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	b)
Engenharia de Sistemas de Larga Escala / Large Scale Systems Engineering	ASO	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
Engenharia e Tecnologia de Processos de Negócio / Business Process Engineering and Technology	SI	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
Ciência das Redes Complexas / Network Science	MTP	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)

Engenharia de Tráfego / Traffic Engineering Comp Semestral 168 T - 28.00; PL - 21.00 6 b)

(7 Items)

9.3. Plano de estudos - Opções - Especialização em Segurança da Internet - 1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Opções - Especialização em Segurança da Internet

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Options - Specialization in Internet 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)
Criptografia e Protocolos de Segurança / Cryptography and Security Protocols	LogComp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b) Escolher no mínimo 24 ECTS
Segurança e Arquiteturas Avançadas de Redes / Advanced Network Security and Architectures	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
Sistemas de Elevada Confiabilidade / Highly Dependable Systems	ASO	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
Segurança em Software / Software Security	MTP	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
Ciber Segurança Forense / Forensics Cyber-Security	ASO	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)

(5 Items)

9.3. Plano de estudos - Opções - Especialização em Internet das Coisas - 1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Opções - Especialização em Internet das Coisas

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Options - Specialization in Internet of Things

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)
--	---------------------------------------	------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------	--------------------------------

Computação Inteligente para a Internet das Coisas / Computational Intelligence for the Internet of Things	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b) Escolher no mínimo 24 ECTS
Estúdio de Design de Interação / Interaction Design Studio	IG	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
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	b)
Computação Móvel e Ubíqua / Mobile and Ubiquitous Computing	ASO	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
Sensores e Atuadores / Sensors and Actuators	Eletr	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
Redes de Sensores / Sensor Networks	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
Sistemas Embebidos / Embedded Systems	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)

(7 Items)

9.3. Plano de estudos - Opções - Especialização em Ciência de Dados para a Web - 1º Ano / 1º e 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
Opções - Especialização em Ciência de Dados para a Web

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
Options - Specialization in Data Science for the Web

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)
Ciência de Dados / Data Science	SI	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
Computação Inteligente para a Internet das Coisas / Computational Intelligence for the Internet of Things	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
Administração de Dados e Sistemas de Informação / Data and Information Systems Management	SI	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
Ciência das Redes Complexas / Network Science	MTP	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
Engenharia de Tráfego / Traffic Engineering	Comp	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)
Processamento e Recuperação de Informação / Information Processing and Retrieval	SI	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	b)

(6 Items)

9.3. Plano de estudos - Minor - 1º Ano / 1º e 2º 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 / 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)
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 - 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:***LogComp***9.4.1.3. Duração:***Semestral***9.4.1.4. Horas de trabalho:***168.0***9.4.1.5. Horas de contacto:***49***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):***ist13783, Paulo Alexandre Carreira Mateus, 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):

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

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 and 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:

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), 28 T, 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 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 Otimização de Consultas: Algoritmos de Execução para operadores relacionais; Transformação de expressões relacionais usando regras de equivalência; Otimização 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, Raghu 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 - Dissertação de Mestrado em Engenharia de Telecomunicações e Informática

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dissertação de Mestrado em Engenharia de Telecomunicações e Informática

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Master Dissertation in Telecommunications and Computer Engineering

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ACETI

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):

Ricardo Jorge Fernandes Chaves (ist143817), 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):

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):

Avaliação do desempenho do aluno, avaliação do documento de dissertação e apresentação/discussão pública frente a um júri de acordo com as normas da legislação portuguesa.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Assessment of the student performance, evaluation of the dissertation document and public presentation and discussion by a jury according to the rulings of the portuguese legislation.

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 - Redes Veiculares

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Redes Veiculares

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Vehicular Networks

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):

Teresa Maria Sá Ferreira Vazão Vasques - T - 28.00; PL - 21.00

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):

No final do curso, os alunos devem:

- Ter um conhecimento mais amplo dos problemas de mobilidade e da contribuição das redes de veículos para a sua solução.***
- Compreender os principais princípios das redes veiculares, suas áreas de aplicação, arquiteturas, tecnologias e protocolos, bem como sua inserção na Internet do futuro.***
- Ser capazes de identificar um problema de mobilidade, projetar e desenvolver uma solução em ambiente de simulação ou em protótipo real usando conceitos de rede veicular.***

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

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

- *have a broader knowledge of mobility problems and the contribution of vehicular networks to solve them.*
- *Understand the main principles of vehicular networks, their application areas, architectures, technologies, and protocols, as well as their insertion on the Internet of the future.*
- *Identify a mobility problem, design, and develop a solution either in a simulation environment or in a real prototype using vehicular network concepts.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1) *Introdução: desafios de mobilidade e impacto social; evolução tecnológica e oportunidades de mobilidade; sistemas cooperativos autónomos; redes sem fios e cenários físicos.*
- 2) *Princípios de arquitetura: arquitetura de rede: desafios da comunicação V2X; stack de protocolos e integração na Internet.*
- 3) *Camada de aplicação: aplicações cooperativas; tipos e casos de uso; requisitos de rede*
- 4) *Camada de serviço: serviços periódicos e baseados em eventos; topologia e endereçamento baseado em localização*
- 5) *Camada de Transporte Rede: modos de comunicação; encaminhamento em MANET; serviços de localização e encaminhamento geográfico; transporte e controlo de congestão; suporte IP. IPv6 e MIP*
- 6) *Camada de acesso: acesso ao meio; IEEE 802.11p e 5G*
- 7) *Segurança e gestão; segurança e PKI; tendências e aspetos em aberto*

9.4.5. Syllabus:

- 1) *Introduction: mobility challenges and societal impact; technology evolution and mobility opportunities; the world of cooperative, connected and autonomous machines; wireless networks and physical scenarios*
- 2) *Architectural principles: network architecture; challenges of V2X communications; protocol stack and integration with Internet stack*
- 3) *Application layer: cooperative applications; application types and use cases; networking issues*
- 4) *Service layer: periodical and event-based services; topology maintenance and location-based identification*
- 5) *Transport & Network layer: modes of communication; MANET routing; location services and geographical routing; transport and congestion control; IP networking support: IPv6 and MIP.*
- 6) *Access layer: medium access & broadcast storm; IEEE 802.11p and 5G*
- 7) *Security & management; security and PKI; open issues and trends*

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):

100% avaliação 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:

VANET – Vehicular Applications and Internetworking Technologies, Hannes Hartenstein e Kenneth Laberteaux (Editors), 2010, Wiley

Anexo II - Computação Inteligente para a Internet das Coisas**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Computação Inteligente para a Internet das Coisas

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational Intelligence for the Internet of Things

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):

ist14039, João Paulo Baptista de Carvalho, 28 T, 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):

Ensinar as diferentes técnicas associadas à área da Inteligência Computacional (Redes Neurais; Computação Evolucionária; Inteligência em Enxames; Conjuntos e Sistemas Difusos; Sistemas Híbridos; etc.) tendo como finalidade a sua aplicação na resolução de problemas complexos normalmente encontrados durante o desenvolvimento de sistemas para a Internet das Coisas

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To teach the different computational techniques associated with the area of Computational Intelligence (Neural Networks, Evolutionary Computation, Swarm Intelligence, Fuzzy Sets, Hybrid Systems) while focusing on their application to solving complex problems commonly found when developing Internet of Things systems.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução à Internet das Coisas (Internet of Things – IoT)*
- 2. O que é a “Inteligência Computacional”?*
- 3. Dados na IoT*
- 4. Classes típicas de problemas envolvendo dados na IoT*
- 5. Fundamentos para resolução de problemas envolvendo dados*
- 6. Clustering*
- 7. Introdução às Redes Neurais (NN)*
- 8. Introdução aos Algoritmos Evolucionários (EA)*
- 9. Introdução à Inteligência Inspirada em Enxames (SI)*
- 10. Introdução aos Conjuntos e Sistemas Difusos*

11. Introdução aos Sistemas Híbridos**12. Aplicações de Inteligência Computacional para sistemas da Internet das Coisas****9.4.5. Syllabus:**

- 1. Introduction to the Internet of Things – IoT**
- 2. What is "Computational Intelligence"**
- 3. Data in the IoT**
- 4. Typical classes of IoT problems involving data**
- 5. Fundamentals for approaching problems involving data**
- 6. Clustering**
- 7. Introduction to Neural Networks (NN)**
- 8. Introduction Evolutionary Algorithms (EA)**
- 9. Introduction to Swarm Intelligence (SI)**
- 10. Introduction to Fuzzy Sets and Systems**
- 11. Introduction to Hybrid Systems**
- 12. CI applications for IoT 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):
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:
Fundamentals of Computational Intelligence: Neural Networks, Fuzzy Systems, and Evolutionary Computation , J. Keller, D. Liu, D. Fogel, 2016, Wiley; Computational Intelligence: An Introduction 2nd Edition, Engelbrecht, A., 2007, Wiley; The Internet of things, An Overview, K. Rose, S. Eldridge, L. Chapin,, 2015, The Internet Society (ISOC),

Anexo II - Segurança e Arquiteturas Avançadas de Redes

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Segurança e Arquiteturas Avançadas de Redes

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Advanced Network Security and Architectures

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), 28 T, 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):
Compreender os princípios e técnicas para o projeto e gestão de infraestruturas de rede seguras em ambientes heterogéneos. Estudar aprofundadamente as tecnologias de encaminhamento entre redes heterogéneas. Estudar aprofundadamente os procedimentos técnicos e administrativos necessários para garantir a segurança de redes heterogéneas.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Understand the principles and techniques for designing and managing secure network infrastructures in heterogeneous environments. Thoroughly study routing technologies between heterogeneous networks. Thoroughly study the technical and administrative procedures necessary to ensure the security of heterogeneous networks.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - Encaminhamento avançado: IS-IS versus OSPF, encaminhamento inter-área, OSPF sobre MPLS, sumarização de rotas, DUAL e EIGRP, grupos BGP, manipulação de rotas no BGP, MP-BGP, Rapid STP, MSTP, protocolos de redundância (HSRP, VRRP, GLBP).**
- 2 - Interligação de redes heterogéneas: túneis IP e GRE, NHRP, mecanismos de transição entre IPv4 e IPv6.**
- 3 - Segurança da infraestrutura das redes: estruturas de redes seguras, DMZ, segurança de equipamentos, AAA, segurança dos protocolos de encaminhamento, segurança de email, servidores Web, DHCP, e DNS, firewalls, IPS e IDS.**
- 4 - Redes Privadas Virtuais Seguras (VPNs): VPNs IPsec, VPNs baseadas em MPLS e em MP-BGP, proteção de backbones MPLS-VPN.**
- 5 - Gestão de redes segura: tipos e ferramentas de testes de redes, políticas de segurança.**

9.4.5. Syllabus:

- 1 - Advanced Routing: IS-IS versus OSPF, inter-area routing, OSPF over MPLS, route summarization, DUAL and EIGRP, BGP groups, BGP route handling, MP-BGP, Rapid STP, MSTP, redundancy protocols (HSRP, VRRP, GLBP).**
- 2 - Interconnection of heterogeneous networks: IP and GRE tunnels, NHRP, transition mechanisms between IPv4 and IPv6.**
- 3 - Network infrastructure security: secure network structures, DMZ, equipment security, AAA, routing protocol security, security of email, Web servers, DHCP, and DNS, firewalls, IPS and IDS.**
- 4 - Secure Virtual Private Networks (VPNs): IPsec VPNs, MPLS and MP-BGP based VPNs, MPLS-VPN backbone protection.**
- 5 - Secure network management: network testing types and tools, security policies.**

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:
Network Security: Private Communication in a Public World, 2nd edition, Charlie Kaufman, Radia Perlman, Mike Speciner, 2002, Prentice-Hall; Firewalls and Internet Security: Repelling the Wily Hacker, 2nd edition, William R. Cheswick, Steven M. Bellovin, Aviel D. Rubin, 2003, Addison-Wesley; OSPF and IS-IS: from Link State Routing Principles to Technologies, Rui Valadas, 2018, CRC Press; MPLS and VPN Architectures, Volume II, Ivan Pepelnjak, Jim Guichard, 2003, Cisco Press; IPv6 Fundamentals: A Straightforward Approach to Understanding IPv6, 2nd Edition, Rick Graziani, 2017, Cisco Press

Anexo II - Redes de Sensores

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Redes de Sensores

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Sensor Networks

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):

ist11993, Rui Manuel Rodrigues Rocha, 28 T, 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):

Desenvolver conhecimentos na área das redes de sensores e actuadores e IoT para vários tipos de aplicações, bem como fazer uma iniciação à investigação em três aspectos fundamentais: sensores inteligentes, sistemas embebidos de tempo-real e comunicações M2M. Assim, pretende-se que os alunos adquiram competências que lhes permitam analisar, especificar e conceber redes de sensores e actuadores nos seus aspectos fundamentais: Transdução, Computação e Comunicações. A aproximação será modular com concretização na forma de seminários, seguido de discussão e aplicação.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To develop knowledge in the area of sensor and actuator networks and IoT for various types of applications, as well as to make an initiation to research in three fundamental aspects: intelligent sensors, real-time embedded systems and M2M communications. Thus, it is intended that students acquire skills to analyze, specify and design sensor and actuator networks in their fundamental aspects: Transduction, Computing and Communications. The approach will be modular with realization in the form of seminars, followed by discussion and application.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Introdução e aplicações características.*
- *Arquitetura de rede, plataformas e tecnologias emergentes.*
- *Tipos de transdutores (sensores e actuadores) com ênfase nos transdutores inteligentes.*
- *Recolha de sinais e seu processamento.*
- *SO de tempo-real com restrições de consumo energético, linguagens de programação especializadas.*
- *Interfaces físicas.*
- *Controlo de acesso ao meio.*
- *Comunicação distribuída em redes sem fios.*
- *Encaminhamento em redes ad-hoc com milhares de nós, encaminhamento geográfico.*
- *Processamento e agregação da informação.*
- *Sincronização inter-nodal, cobertura e localização.*
- *Seguimento e processamento de sinal cooperativo.*
- *Normalização.*

9.4.5. Syllabus:

- *Introduction and characteristic applications.*
- *Network architecture, platforms and emerging technologies.*
- *Types of transducers (sensors and actuators) with emphasis on intelligent transducers.*
- *Signal collection and processing.*
- *Real-time OS with power consumption restrictions, specialized programming languages.*
- *Physical interfaces.*
- *Media Access control.*
- *Distributed communications in wireless networks.*
- *Routing in ad-hoc networks with thousands of nodes, geographic routing.*
- *Information processing and aggregation.*
- *Inter-nodal synchronization, coverage and location.*
- *Tracking and processing of cooperative signals.*
- *Standardization.*

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:

Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks, Holger Karl, Andreas Willig , 2005, John Wiley & Sons ; Wireless Sensor and Actuator Networks: Technologies, Analysis and Design . , Roberto Verdone, Davide Dardari, Gianluca Mazzini, Andrea Conti, 2008 , Academic Press - Elsevier Ltd

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:

6.0

9.4.1.7. Observações:

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 arquitecturas de software destes sistemas.

Em particular estudar as arquitecturas 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).

9.4.1.7. Observations:

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 arquitecturas de software destes sistemas.

Em particular estudar as arquitecturas 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).

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

Alberto Manuel Ramos da Cunha (ist11959), 28 T, 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):

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 arquitecturas de software destes sistemas.

Em particular estudar as arquitecturas 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 - 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 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***

**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), 28 T

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

Valentina Nisi (ist428788), 21 PL

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 conceitualizar 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. *Ecrãs 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 (40%, minimum grade of 9.5)*
- Labs (40%, minimum grade of 9.5)*
- Reading reflections (20%)*

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:

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 - Sensores e Actuadores

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sensores e Actuadores

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Sensors and Actuators

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Eletr

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 André Corrêa Alegria, 28 T, 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):

Seleccionar sensores e actuadores utilizados na medição e actuação por via eléctrica de diversas grandezas físicas não eléctricas com base no conhecimento dos princípios de transdução, suas especificações e circuitos electrónicos necessários.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Selection of sensors and actuators for electrical measurement and actuation of non-electrical quantities based on their transduction principles, specifications and required electronic circuits.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1) Introdução aos sensores e actuadores (definição, classificação e especificações).

2) Micro e nano tecnologia.

3) Transdutores baseados no campo eléctrico, no campo magnético, em fenómenos mecânicos, em fenómenos térmicos, na radiação eletromagnética e em fenómenos químicos.

4) Redes de sensores e actuadores.

5) Resumo da medição de deslocamento, temperatura e força.

6) Sistemas sensoriais para robótica e navegação.

9.4.5. Syllabus:

1) Introduction to sensors and actuators (definition, classification, specifications).

2) Micro and nano technology.

3) Transducers based on the electric field, on the magnetic field, on mechanical phenomena, on thermal phenomena, in the electromagnetic radiation and on chemical phenomena.

4) Networks of sensors and actuators.

5) Summary of displacement, temperature and force measurement.

6) Sensing systems for robotics and navigation.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos 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.

9.4.6. 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:
Sensors and Actuators, Francisco Alegria,, 2019 ,

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

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), 28 T, 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):
Perceber os desafios e problemas subjacentes à concepção e desenvolvimento de software de suporte (middleware e sistema operativo) e aplicações em ambientes 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 - 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****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 Ângelo Marques de Matos, 28 T, 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):**

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 exploram 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, 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*0,5+AP*0,1+PROJ*0,4

onde:

(EX) exame (obrigatório, nota mínima: 8)

(AP) apresentação de artigo científico

(PROJ) projeto em grupo de três alunos (obrigatório, nota mínima: 8). Na época especial haverá somente exame (EX) e um projeto adaptado (PROJ) com pesos de 55% e 45%, respetivamente.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Final grade = EX*0,5+AP*0,1+PROJ*0,4

where:

(EX) exam (mandatory, minimum grade: 8)

(AP) presentation of a scientific article-

(PROJ) project executed by a group of three students (mandatory, minimum grade: 8) In "época especial" there will be only one exam (EX) and an adapted project (PROJ), with weights 55% and 45%, 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:

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 - Comunicação Multimédia

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Comunicação Multimédia

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Multimedia Communication

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

9.4.1.3. Duração:
Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:
49

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):
ist12263, Fernando Manuel Bernardo Pereira, 28 T, 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):
A UC de Comunicação Multimédia parte do reconhecimento de que o mundo se transformou devido à proliferação de sistemas de comunicação multimédia e concentra-se nos principais sistemas de comunicação multimédia bem como numa das principais tecnologias associadas ou seja a codificação de fonte. Neste contexto, esta UC tem o objectivo de

estudar e discutir os principais conceitos, ferramentas, sistemas e serviços associados às tecnologias de representação multimédia, nomeadamente imagem, vídeo e áudio.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The Multimedia Communication course acknowledges that the world has been transformed due to multimedia communications and concentrates on the most important multimedia communication systems as well as on the main enabling technology, this means source coding. This course addresses the key concepts, tools, systems and services in multimedia information representation, notably for image, video and audio.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução à comunicação multimédia.**
- 2. Conceitos de representação multimédia.**
- 3. Sistemas visual e auditivo humanos.**
- 4. Qualidade e avaliação de qualidade.**
- 5. Representação de imagem digital: conceitos, ferramentas e normas.**
- 6. Representação de vídeo digital: conceitos, ferramentas e normas.**
- 7. Representação de áudio digital: conceitos, ferramentas e normas.**
- 8. Multiplexagem e sincronização de informação multimédia.**
- 9. Principais sistemas de comunicação multimédia, nomeadamente comunicações pessoais, TV digital, armazenamento e sistemas 3D: requisitos, arquitecturas e soluções.**
- 10. Tendências futuras dos sistemas e serviços multimédia com ênfase nas tecnologias de representação.**

9.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction to multimedia communication.**
- 2. Multimedia representation concepts.**
- 3. Human visual and auditory systems.**
- 4. Quality and quality assessment.**
- 5. Digital image representation: concepts, tools and standards.**
- 6. Digital video representation: concepts, tools and standards.**
- 7. Digital audio representation: concepts, tools and standards.**
- 8. Multiplexing and synchronization of multimedia information.**
- 9. Main multimedia communication systems, notably videotelephony, videoconference, digital TV, storage, 3D systems: requirements, architectures and tools.**
- 10. Future trends on multimedia systems and services with emphasis on multimedia representation**

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 metodologia de ensino combinará as componentes teórica e prática de forma a que os conceitos e as tecnologias façam sentido no seu conjunto. Para além disso, será estimulada a componente comunicacional, quer oral quer escrita, através de um projecto que decorrerá ao longo do semestre.

O método de avaliação inclui três componentes:

- Exame final realizado após o final das aulas (com peso de 50%);***
- Projecto ao longo do semestre sobre um tema à escolha, incluindo um artigo de divulgação científica, a correspondente página Web e um vídeo de 3 minutos (com peso de 35%)***
- Avaliação contínua através de perguntas feitas nas aulas teóricas (com peso de 15%)***

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:

Comunicações Audiovisuais: Tecnologias, Normas e Aplicações, F. Pereira , 2009, IST Press

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

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, 28 T

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

João Coelho Garcia, 21 PL

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 respectivas 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 faltas. 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 - Engenharia de Tráfego**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Engenharia de Tráfego

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Traffic Engineering

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):

Fernando Mira da Silva (ist12048), 28 T, 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):

Desenvolver competências relativas à recolha, análise, modelação e manipulação de tráfego em redes. Utilizar métodos estatísticos avançados para a caracterização e classificação de tráfego e deteção de anomalias. Abordar tecnologias de controlo e gestão de tráfego relevantes em operadores de telecomunicações.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Develop competences on collecting, analysis, modeling and management of traffic in data networks. Learn to use advanced statistical methods to identify and classify network data traffic and anomaly detection. Learn technologies of traffic control and management widely used by telecommunication operators.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1 - Modelos de tráfego: modelos de Poisson, ON-OFF, MMPP, auto-similar.

2 - Encaminhamento de tráfego em MPLS. VPN-MPLS. Engenharia de Tráfego em MPLS. Noção de encaminhamento por segmentos.

3 - Introdução às redes programáveis. Noção de sistemas operativos de rede e controlo centralizado de redes. Tópicos em virtualização de funções de rede.

4 - Métodos estatísticos e de aprendizagem automática para análise de tráfego. Aprendizagem supervisionada: KNN, naive bayes, neural networks. Aprendizagem não supervisionada. Técnicas de agrupamento: k-means. Noções de generalização e regularização. Aplicação à identificação de fluxos e à deteção de intrusões.

9.4.5. Syllabus:

- 1 - Traffic models: Poisson models, MMPP, ON-OFF, auto similarity, MMPP, Modelos de tráfego: modelos de Poisson, ON-OFF, MMPP, auto-similar.**
- 2 - Routing in MPLS. VPN-MPLS. Traffic engineering with MPLS. Notion of segment routing.**
- 3 - Introduction to programmable networks. Notion of network operating system and centralized control in networks. Topics on network function virtualization.**
- 4 - Statistical and machine learning methods for traffic analysis: regression and classification. Supervised learning: KNN, naive bayes, neural networks. Unsupervised learning. Clustering techniques: k-means. Notion of generalization and regularization. Application to flow identification and intrusion detection.**

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:
MPLS-Enabled Applications, 3rd Ed, Ina Minei and Julian Lucek, 2011, Wiley; MPLS in the SDN Era: Interoperable Scenarios to Make Networks Scale to New Services, Antonio Sanchez Monge and Krzysztof Grzegorz Szarkowicz, 2015, O'Reilly

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:
TA - 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):

Ricardo Jorge Fernandes Chaves (ist143817)

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 atividades 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 do 2º. Ciclo (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-à 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 - 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), 28 T, 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):

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 - 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:

TA - 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):

Ricardo Jorge Fernandes Chaves (ist143817)

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 - 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), 28 T, 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):
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 - 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), 28 T

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

*Miguel Nuno Dias Alves Pupo Correia (ist130598), 10,5 PL
Pedro Miguel dos Santos Alves, Madeira Adão (ist14151), 10,5 PL*

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 - Competências Comunicacionais em Engenharia de Telecomunicações e Informática II**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Competências Comunicacionais em Engenharia de Telecomunicações e Informática II

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Communication Skills in Telecommunications and Informatics 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), 21 TP

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 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:

**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 - 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:

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), 28 T, 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):
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 - Projecto Integrador de 2º Ciclo em Engenharia de Telecomunicações e Informática

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Projecto Integrador de 2º Ciclo em Engenharia de Telecomunicações e Informática**

**9.4.1.1. Title of curricular unit:
2nd Cycle Integrated Project in Telecommunications and Computer Engineering**

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

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):
Ricardo Jorge Fernandes Chaves (ist143817), 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 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 na licenciatura no desenvolvimento de um projeto científico, tecnológico ou de gestão.*
- *estender os seus conhecimentos a áreas não cobertas na licenciatura.*
- *pesquisar, obter, compilar e resumir informações (científicas, técnicas, legislação, entrevistas, inquéritos) relevantes para o projeto.*
- *planejar 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 project 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, 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 technical report.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

O projeto é definido inicialmente pelos orientadores ou sob orientação dos mesmos. Pode ser realizado individualmente ou em grupo, 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. It can be carried out individually or in groups, 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 submetida para avaliação um relatório e feita uma discussão por júri constituído por (no mínimo) de 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 discussion by a jury of at least two professores.

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 professores, 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 - 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 Engineering and 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):

Pedro Manuel Moreira Vaz Antunes de Sousa (ist12951), 28 T

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

André Vasconcelos (ist14250), 10,5 PL

José Borbinha (ist13085), 10,5 PL

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 autmation 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%**
2. **Projeto Group. Pontuação mínima: 10,0 pontos em 20,0. Peso: 40% •**
3. **Contribuições individuais: Nenhum score 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 score: 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 - 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

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), 28 T, 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):

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 renascimento 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 - Redes Óticas**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Redes Óticas***9.4.1.1. Title of curricular unit:***Optical Networks***9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***Tele***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):***IST1 2027, João José de Oliveira Pires, 28 T, 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):***Estudar as tecnologias usadas nas redes ópticas. Analisar os conceitos, arquiteturas e normas aplicadas às redes ópticas. Introduzir as metodologias apropriadas para dimensionar e planear redes ópticas***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***Study the technologies used in optical networks. Analyze the concepts, architectures and standards applied to optical networks. Introduce the methodologies appropriate to design optical networks.***9.4.5. Conteúdos programáticos:***1.Introdução às redes ópticas**Conceitos e tipos de redes**Aspectos de transmissão e multiplexagem**Evolução das tecnologias e redes ópticas**2.Tecnologia**Fibras ópticas: características e aplicações**Dispositivos passivos e optoelectrónicos**3.Transmissão óptica**Princípios da transmissão digital**Modulação directa e externa**Detecção directa e coerente**Análise de desempenho**4.Fundamentos de redes**Topologias físicas e lógicas**Matrizes de tráfego e modelos de tráfego dinâmico*

Redes de transporte e de serviços
Planos e tipos de redes de comutação
5. Redes de transporte
Redes ópticas opacas
Tecnologias DWDM e elementos de redes ópticas
Redes de transporte ópticas (OTN)
6. Planeamento de redes
Planeamento de topologia e de capacidade
Algoritmos de encaminhamento e de atribuição de comprimentos de onda
Esquemas de protecção a nível óptico

9.4.5. Syllabus:

1. Introduction to optical networks
Concepts and network types
Transmission aspects and multiplexing
Technology evolution and optical networks
2. Technology
Optical fibres: characterization and applications
Passive and optoelectronic devices
3. Optical Transmission
Digital transmission principles
Direct and external modulation
Direct and coherent detection
Performance analysis
4. Fundamentals of networks
Physical and logical topologies
Traffic matrices and dynamic traffic models
Transport and services networks
Network planes and types of switching networks
5. Transport networks
Opaque transport networks
DWDM technologies and networks elements
Optical transport networks (OTN)
6. Network design
Topology and capacity planning
Routing and wavelength assignment algorithms
Protection schemes at the optical level

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:

Optical Networks: A Practical Perspective, 3rd edition., Rajiv Ramaswami, Kumar N. Sivarajan, Galen H. Sasaki, 2010, Morgan Kaufmann; - Optical Network Design and Planning, J. Simmons, 2014, Springer; Sistemas de Comunicação Óptica, João Pires, 2003, IST - Slides da disciplina elaborados pelo docente

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

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), 28 T

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

Rui Miguel Carrasqueiro Henriques (ist156846), 21 PL

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.*

Ortogonalmente, 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. *Deteção 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: espácio-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-drif.*
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 - Competências Comunicacionais em Engenharia de Telecomunicações e Informática I

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Competências Comunicacionais em Engenharia de Telecomunicações e Informática I

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Communication Skills in Telecommunications and Informatics 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), 21 TP

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 intrapessoal; Descrever a importância da comunicação intrapessoal; 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 intrapessoal 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 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:**
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 - Sistemas de Posicionamento e Telecomunicações por Satélite

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas de Posicionamento e Telecomunicações por Satélite

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Telecommunications and Positioning Satellite Systems

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Tele

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 Eduardo Charters Ribeiro da Cunha Sanguino (ist12960), 28 T, 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):

Esta unidade curricular pretende introduzir os princípios básicos de funcionamento quer dos sistemas de navegação por satélite, quer dos sistemas de telecomunicações por satélite. Os alunos irão familiarizar-se com as principais características e modo de funcionamento dos actuais sistemas de navegação e telecomunicações por satélite. Em concreto, serão adquiridas competências ao nível da caracterização das órbitas dos satélites, da determinação da posição dos satélites, da análise da geometria relativa emissor-receptor, do efeito de Doppler, do cálculo das ligações, da atenuação atmosférica, das temperaturas de ruído, das relações sinal-ruído. Competências adicionais serão adquiridas ao nível da comparação entre diferentes constelações de satélites, da análise da diluição de precisão, da resolução da equação de navegação, do processamento das pseudo-distâncias e das medições de fase, e da integração de receptores GPS em aplicações de posicionamento e navegação.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course aims to introduce the basic principles of operation of both satellite navigation systems and satellite telecommunications systems. Students will become familiar with the main features and operation of today's satellite navigation and telecommunications systems. Skills will be acquired in satellite orbit characterization, satellite position determination, satellite-receiver relative geometry analysis, Doppler effect, link budget calculation, atmospheric attenuation, noise temperatures, signal-to-noise ratios. Additional skills will be gained in comparing different satellite constellations, precision dilution analysis, navigation equation resolution, pseudo-range processing and phase measurements, and the integration of GPS receivers into positioning and navigation applications.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução aos Sistemas de Telecomunicações e Navegação por Satélite.*
- 2. Sistemas de Coordenadas de Referência.*
- 3. Órbitas e Constelações: Órbitas dos satélites; Efemérides e elementos keplerianos; Perturbações às órbitas; Geometria relativa emissor-receptor; Dinâmica emissor-receptor, efeito Doppler; Constelações de satélites e áreas de cobertura.*
- 4. Cálculo das Ligações por Satélite: Percursos ascendente e descendente; Potência isotrópica equivalente radiada; Figuras de mérito e temperaturas equivalentes de ruído; Influência da atmosfera; Ritmos de transmissão e larguras de banda; Desempenho das ligações.*
- 5. Posicionamento e Navegação por Satélite: Mensagens de navegação, efemérides dos satélites; Observáveis (pseudo-distâncias, desvios de fase e desvios de frequência da portadora); Estimação da posição do receptor – equação de navegação; Diluição da precisão; Modelos de posicionamento e navegação; Fontes de erro.*
- 6. Aplicações e Perspectivas Futuras.*

9.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction to Telecommunications and Navigation Satellite Systems.*
- 2. Reference Coordinate Systems.*
- 3. Orbits and Constellations: Satellite orbits; Ephemerides and Keplerian elements; Disturbances in orbits; Satellite-receiver relative geometry; Transmitter-receiver dynamics, Doppler effect; Satellite constellations and coverage areas.*
- 4. Calculation of Satellite Link Budgets: Uplink and downlink; Equivalent isotropically radiated power; Figure of merit and equivalent noise temperatures; Influence of the atmosphere; Transmission rates and bandwidths; Link performance.*
- 5. Satellite Positioning and Navigation: Navigation messages, satellite ephemerides; Observable (pseudorange and carrier phase); Estimation of receiver position - navigation equation; Precision dilution; Positioning and navigation models; Error budget.*
- 6. Future Applications and Perspectives*

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:

GNSS - Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo & more, B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger and E. Wasle, 2008, Springer; Satellite Communications Systems: Systems, Techniques and Technology, 5th ed., G. Maral, M. Bousquet, 2010, John Wiley & Sons; Navstar GPS Space Segment/Navigation User Interfaces, Interface Specification IS-GPS-200, Revision E, Global Positioning System Wing (GPSW) Systems Engineering & Integration, 2019, ; Understanding GPS: Principles and applications, E. Kaplan and C. Hegarty, Ed., 2017, Boston, MA:Artech House

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), 28 T, 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):*****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) **Deteção 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 - Redes de Comunicações Móveis

9.4.1.1. *Designação da unidade curricular:*

Redes de Comunicações Móveis

9.4.1.1. *Title of curricular unit:*

Mobile Communications Networks

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):
ist11993, Rui Manuel Rodrigues Rocha, 28 T, 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):
Permitir aos alunos a aquisição dum conjunto de conhecimentos fundamentais sobre redes e sistemas de comunicações sem fios, designadamente:
i) estudar os principais sistemas de comunicação móvel e sem fios para redes públicas e privadas;
ii) caracterizar os aspectos essenciais das comunicações móveis e de internet das coisas, bem como analisar as arquiteturas e protocolos associados;
iii) saber conceber soluções ao nível das arquiteturas e protocolos bem como soluções de suporte às aplicações sobre redes de comunicações móveis e de internet das coisas.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Students should acquire a set of fundamental knowledge about wireless networks and systems, namely:
i) study the main mobile and wireless communication systems for public and private networks;
ii) characterize the essential aspects of mobile communications and internet of things (IoT) as well as analyze the associated architectures and protocols;
iii) know how to design architectural and protocol solutions as well as support solutions for applications over mobile communications networks and IoT.

9.4.5. Conteúdos programáticos:
Introdução às redes sem fios.
Principais técnicas de modulação e transmissão.
Protocolos de acesso ao meio.
Sistemas celulares: GSM, GPRS, UMTS LTE e LTE-A.
Redes metropolitanas, locais e pessoais sem fios: 802.16 (WiMAX), 802.11 (WiFi) e 802.15.1 (Bluetooth).
Introdução às redes sem fios de baixo consumo: BLE, 802.15.4 e LPWAN; Introdução à Internet das Coisas.
Redes em malha (WMN). Introdução às redes móveis via satélite (DTN).
Protocolos para sistemas móveis e sem fios: IPv4/IPv6 móvel, TCP e variantes para redes móveis.

9.4.5. Syllabus:
Introduction to wireless networks.
Main modulation and transmission techniques.
Media access protocols.
Cellular systems: GSM, GPRS, UMTS LTE and LTE-A.

Metropolitan, local, and personal wireless networks: 802.16 (WiMAX), 802.11 (WiFi), and 802.15.1 (Bluetooth).
introduction to low-power wireless networks: BLE, 802.15.4 and LPWAN; Introduction to IoT. Mesh Networks (WMN). Introduction to mobile satellite networks (DTN).
Protocols for mobile and wireless systems: Mobile IPv4 / IPv6, mobile aware TCP and variants protocols.

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:
Wireless Communication Networks and Systems, Cory Beard and William Stallings , 2015, Pearson; Principles of Wireless Access and Localization , Kaveh Pahlavan and Prashant Krishnamurthy , 2013, J. Wiley & Sons Ltd ; Internet of Things – Architectures, Protocols and Standards, Simone Cirani, Gianluigi Ferrari, Marco Picone, Luva Veltri, 2019, Wiley

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:**

Dado que esta UC é dada uniformemente e simultaneamente aos três cursos -- Mestrado Bolonha em Engenharia Informática e de Computadores - Alameda, Mestrado Bolonha em Engenharia Informática e de Computadores - Taguspark, Mestrado Bolonha em Engenharia de Telecomunicações e Informática - os dados abaixo representam a totalidade do corpo docente e aulas dadas por cada docente a toda a UC.

9.4.1.7. Observations:

Dado que esta UC é dada uniformemente e simultaneamente aos três cursos -- Mestrado Bolonha em Engenharia Informática e de Computadores - Alameda, Mestrado Bolonha em Engenharia Informática e de Computadores - Taguspark, Mestrado Bolonha em Engenharia de Telecomunicações e Informática - os dados abaixo representam a totalidade do corpo docente e aulas dadas por cada docente a toda a UC.

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

Nuno Miguel Carvalho Santos (ist14261), 28 T, 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):

O objectivo do curso é o estudo das técnicas e metodologias forenses aplicadas a provas digital. Durante o curso 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 sistemas 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 de 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 from 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 of 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

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 incorporates: Exam 60% + Laboratory work (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 - 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), 28 T

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

Rui António Dos Santos Cruz (ist40132), 21 PL

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 - Redes Programáveis

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Redes Programáveis

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Programmable Networks

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

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):

ist12048, Fernando Mira da Silva, 28 T, 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):

Entender os conceitos básicos de redes programáveis, softwarização de redes e virtualização de redes. Aprender os princípios de Redes Definidas por Software, Virtualização de Funções de Rede e Orquestração. Saber aplicar os princípios de softwarização de redes à gestão de redes.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To understand the basic concepts and technologies of Programmable Networks, Network Softwarization and Network Virtualization. To learn the principles of Software Defined Networks, Network Function Virtualization and Orchestration. To be able to apply the principles of network softwarization to network management.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- Princípios de Softwarização de Redes;*
- Tecnologias de virtualização de redes em Linux;*
- Princípios de SDN: plano de controlo, plano de dados e controlador;*
- Controladores de SDN;*
- Protocolos de SDN: OpenFlow;*
- Introdução à linguagem de programação P4;*

- *Switches por software: Open vSwitch;*
- *Princípios de Virtualização de Funções de Rede (VFR);*
- *Criação de Serviços e Encadeamento de Serviços de Rede;*
- *Arquiteturas NFV: o modelo ETSI;*
- *Gestão e Orquestração de Funções de Rede: Open Source Mano;*
- *Gestão de infraestruturas de NFV.*

9.4.5. Syllabus:

- *Principles of Network Softwarization;*
- *Technologies of network virtualization in Linux;*
- *Notion of Network Operating System;*
- *SDN principles: control plane, data plane and controller;*
- *SDN controllers;*
- *SDN protocols: OpenFlow;*
- *Introduction to the P4 programming language;*
- *Software switches: Open vSwitch;*
- *Principles of Network Function Virtualization;*
- *Service Creation and Service Function Chaining;*
- *ETSI NFV framework;*
- *MANO: Management and Orchestration. Open Source Mano for NFV;*
- *Management of NFV infrastructures.*

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:

Software Defined Networks, Ken Gray, Thomas Nadeau, 2016, O'Reilly; Software Defined Networks. A Comprehensive Approach, Paul Goransson, Chuck Black, 2016, Elsevier; Network Function Virtualization, Ken Gray, Thomas Nadeau, 2016, Morgan Kaufmann

Anexo II - Sistemas Embebidos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Embebidos

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Embedded 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 Manuel Rodrigues Rocha(ist11993), 28 T, 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):

Desenvolver conhecimentos na área das arquiteturas, sistemas operativos e tecnologias de sistemas embebidos capazes de interagir com o mundo físico. Assim, pretende-se familiarizar os estudantes com uma perspectiva integrada de arquiteturas de sistemas baseados em microprocessadores, suas interfaces e sistemas operativos, com ênfase especial nos sistemas de tempo-real.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To develop knowledge in the area of architectures, operating systems and embedded system technologies capable of interacting with the physical world. Thus, it is intended to familiarize students with an integrated perspective of microprocessor-based systems architectures, their interfaces and operating systems, with special emphasis on real-time systems.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

**- Noções básicas de Computação Embebida:
Caracterização de Sistemas Embebidos e em Tempo Real;
Falácias e armadilhas, Desafios.**
- Arquiteturas típicas de CPUs ISA.
**- Arquitetura de Sistemas:
Memória, Bus, I/O;
Gestão de energia.**
- Plataformas e ferramentas de desenvolvimento, Teste.
**- Multiprogramação e SO:
Multitarefa;
Estruturas de Sistemas Operacionais;
Calendarização;
Sincronização e IPC;
Mecanismos, primitivos típicos, exemplos.**
**- FreeRTOS:
Gestão de tarefas;
Sincronização e IPC;
Interrupções e Gestores de Dispositivos;**

Exemplos de primitivas;
Exemplos de casos de uso;
- Problemas em tempo real:
Calendarização
Inversão de prioridades
- Metodologias de desenho:
Níveis de abstracção, especificações, abordagens de projecto, integração

9.4.5. Syllabus:

- Basics of Embedded Computing:
Embedded & Real-time Systems characterization;
Fallacies and Pitfalls, Challenges.
- Typical CPUs ISA architectures.
- System's Architecture:
Memory, Bus, I/O;
Power management.
- Development Platforms & tools, Test.
- Multiprogramming and OS:
Multitasking;
Operating Systems structures;
Scheduling;
Synchronization and IPC;
Mechanisms, typical primitives, examples.
- FreeRTOS:
Task management;
Synch. & IPC;
Interrupts and Device Handlers;
Examples of primitives;
Use cases examples;
- Real-time issues:
Scheduling
Priority inversion
- Design methodologies:
Abstraction levels, specs, design approaches, integration

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:

Computers as Components: Principles of Embedded Computing Systems Design, Wolf, Marilyn, 2017, Morgan Kaufmann Publishers

9.5. Fichas curriculares de docente

Anexo III - Rui Miguel Carrasqueiro Henriques**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Rui Miguel Carrasqueiro Henriques

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

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 - Francisco João Duarte Cordeiro Correia dos Santos**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Francisco João Duarte Cordeiro Correia dos Santos

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - José Luís Brinquete Borbinha**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

José Luís Brinquete Borbinha

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - André Ferreira Ferrão Couto e Vasconcelos**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

André Ferreira Ferrão Couto e Vasconcelos

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Claudia Martins Antunes**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Claudia Martins Antunes

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)