

NCE/21/2100143 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:
Universidade De Coimbra

1.1.a. Outras Instituições de Ensino Superior (em associação) (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 27/2021 de 16 de abril):

1.1.b. Outras Instituições de Ensino Superior (estrangeiras, em associação) (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 27/2021 de 16 de abril):
<sem resposta>

1.1.c. Outras Instituições (em cooperação) (Lei n.º 62/2007, de 10 de setembro ou Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto):
NA

1.2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):
Faculdade De Ciências E Tecnologia (UC)

1.2.a. Identificação da(s) unidade(s) orgânica(s) da(s) entidade(s) parceira(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação). (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 27/2021 de 16 de abril):

1.2.b. Identificação da(s) unidade(s) orgânica(s) da(s) entidade(s) parceira(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação com IES estrangeiras). (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 27/2021 de 16 de abril):

<sem resposta>

1.2.c. Identificação da(s) unidade(s) orgânica(s) da(s) entidade(s) parceira(s) (faculdade, escola, instituto, empresas, etc.) (proposta em cooperação). (Lei n.º 62/2007, de 10 de setembro ou Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto):

<sem resposta>

1.3. Designação do ciclo de estudos:
Doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e de Sistemas Inteligentes

1.3. Study programme:
PhD in Electrical Engineering and Intelligent Systems

1.4. Grau:
Doutor

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:
Engenharia Eletrotécnica e de Sistemas Inteligentes

1.5. Main scientific area of the study programme:
Electrical Engineering and Intelligent Systems

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

523

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

<sem resposta>

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

520

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

210

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

7 semestres

1.8. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, as written in the DL no. 65/2018):

7 semesters

1.9. Número máximo de admissões proposto:

25

1.10. Condições específicas de ingresso (art.º 3 DL-74/2006, na redação dada pelo DL-65/2018).

Habilitações de acesso:

1) Podem candidatar-se ao ingresso no Doutoramento em Engenharia Electrotécnica e de Sistemas Inteligentes:

a) Os titulares do grau de mestre ou equivalente legal em Engenharia Electrotécnica, Engenharia de Computadores, Engenharia Electrónica, Engenharia de Telecomunicações, Engenharia Informática, Engenharia Física, Engenharia Biomédica ou qualquer outra área afim;

b) Os titulares do grau de licenciado em Engenharia Electrotécnica, Engenharia de Computadores, Engenharia Electrónica, Engenharia de Telecomunicações, Engenharia Informática, Engenharia Física, Engenharia Biomédica ou qualquer outra área afim, com pelo menos 5 anos de formação académica no Ensino Superior;

c) Em casos devidamente justificados, os detentores de um currículo escolar, científico ou profissional especialmente relevante para a frequência deste ciclo de estudos e que, como tal, seja reconhecido pelo Conselho Científico da FCTUC.

1.10. Specific entry requirements (article 3, DL no. 74/2006, as written in the DL no. 65/2018).

Access qualifications:

1) Admission to the PhD in Electrical Engineering and Intelligent Systems is open to:

a) Holders of a master's degree or legal equivalent in Electrical Engineering, Computer Engineering, Electronic Engineering, Telecommunications Engineering, Informatics Engineering, Physical Engineering, Biomedical Engineering or any other related area,;

b) Holders of a bachelor's degree in Electrical Engineering, Computer Engineering, Electronic Engineering, Telecommunications Engineering, Informatics Engineering, Physical Engineering, Biomedical Engineering or any other related area, with at least 5 years of academic training in Higher Education, in full-time;

c) In duly justified cases, holders of an academic, scientific or professional curriculum that is especially relevant to the frequency of this study cycle, recognized by the Scientific Council of FCTUC.

1.11. Regime de funcionamento.

Outros

1.11.1. Se outro, especifique:

Presencial e "Blended"

1.11.1. If other, specify:

Face to face and Blended

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

1.12. Premises where the study programme will be lectured:

Department of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Science and Technology, University of Coimbra

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

[1.13._Sec_1.13_Regulamento_805_A_2020_24_09_RAUC_creditacoes_compressed.pdf](#)

1.14. Observações:

Informação na página web do ciclo de estudos, existência de parte escolar e dissertação ou estágio; existência de associação na leção do ciclo de estudos com outra UO e IES portuguesa e estrangeira, nomeadamente ERASMUS MUNDUS. O Doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e de Sistemas Inteligentes (DEESI) visa preparar investigadores com elevada competência científica, segundo parâmetros de qualidade internacional, capacidade a exercerem autonomamente funções de investigação e liderança em processos de inovação nas temáticas de ensino e investigação do DEEC da UC, automação e robótica, sistemas inteligentes, computadores, telecomunicações, energia e eletrónica, entre outras. O DEESI é suportado por uma infraestrutura de investigação científica de excelência a nível internacional, que se concretiza nos Instituto de Sistemas e Robótica (ISR-Coimbra), Instituto de Telecomunicações (IT-Coimbra), Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores de Coimbra (INESC Coimbra), e Centro de Engenharia Mecânica, Materiais e Processos da UC (CEMMPRE) reconhecidos pela FCT. O DEESI tem duração de 3.5 anos organizado em 7 semestres que correspondem a 210 ECTS. O ciclo de estudos integra um Curso de Doutoramento 36 ECTS e uma Tese/Dissertação 174 ECTS.

No 1º ano, o Curso de Doutoramento organiza-se com 2 UCs opcionais, em regime semestral, na área da engenharia eletrotécnica e de sistemas inteligentes: a unidade curricular I (6 ECTS) e unidade curricular II (6 ECTS) que asseguram a formação em 2 UCs escolhidas pelo aluno a partir de diversas UCs opcionais definidas anualmente pela CC do DEEC, as quais devem ter aprovação numa escala quantitativa de 0 a 20; 1 UC Projeto de Tese (PT) destinado à preparação de proposta escrita sobre o trabalho de Tese com defesa pública (24 ECTS) e atribuição de nota qualitativa aprovado ou reprovado. É possível inscrição em 2 UCs adicionais da UC, não contabilizadas para os limites de ECTS e sem custos. Outro requisito reside na elaboração e defesa pública de uma Dissertação/Tese original 174 ECTS com duração de 6 semestres.

Projecto de Tese (24 ECTS) corresponde a um documento escrito, o qual será avaliado em sessão pública, por um júri constituído por três docentes.

Após aprovação do candidato no PT, irá dedicar-se ao trabalho de investigação orientado por um Professor da FCTUC. A escolha do orientador é feita livremente pelo candidato.

Tese/Dissertação a elaboração da Tese, 3 anos, corresponde a um total de 174 ECTS. A inscrição na Tese está condicionada à aprovação na UC de PT. O candidato deverá desenvolver um trabalho de investigação conducente à elaboração de uma Tese, avaliada por um júri designado sob proposta da CC. O trabalho desenvolvido na Tese, deverá ser validado pela CC, através da sua publicação em revistas e conferências da especialidade. O trabalho de Tese efetua-se sob a orientação de um professor ou investigador da UC, ou Instituição de Ensino Superior ou Investigação, Nacional ou estrangeira

1.14. Observations:

Information on the study cycle's website, existence of a school part and dissertation or internship; existence of association in the teaching of the study cycle with other Portuguese and foreign OU and HEIs, namely ERASMUS MUNDUS. The Doctorate in Electrotechnical and Intelligent Systems Engineering (DEESI) aims to prepare researchers with high scientific competence, according to international quality parameters, the ability to autonomously exercise research and leadership roles in innovation processes in the teaching and research themes of the UC DEEC, automation and robotics, intelligent systems, computers, telecommunications, energy and electronics, among others. DEESI is supported by a scientific research infrastructure of excellence at an international level, which takes place in the Institute of Systems and Robotics (ISR-Coimbra), Institute of Telecommunications (IT-Coimbra), Institute of Systems and Computer Engineering of Coimbra (INESC Coimbra), and the Center for Mechanical Engineering, Materials and Processes at UC (CEMMPRE) recognized by the FCT. The DEESI duration of 3.5 years organized in 7 semesters corresponding to 210 ECTS. The cycle of studies includes a Doctoral Course 36 ECTS and a Thesis/Dissertation 174 ECTS.

In the 1st year, the Doctoral Course is organized with 2 optional CUs, on a semester basis, in the area of electrical engineering and intelligent systems: curricular unit I (6 ECTS) and curricular unit II (6 ECTS) that ensure training in 2 CUs chosen by the student from several optional CUs defined annually by the CC of DEEC, approved on a quantitative scale from 0 to 20; 1 Thesis Project UCs, for the preparation of a written proposal on the Thesis work, public defense (24 ECTS) with attribution of a pass or fail qualitative grade; Enrollment in these UCs does not count towards the ECTS limits and does not imply any costs, the student can select any UCs of the UC. Another requirement resides in the elaboration and public defense of an original Dissertation/Thesis 174 ECTS, duration is 6 semesters. Thesis Project 24 ECTS) corresponds to a written document. The PT will be evaluated in a public session, by a jury made up of three

teachers.

After the candidate's approval at PT, he will dedicate himself to research work guided by a Professor at FCTUC. The choice of the advisor is made freely by the candidate.

Thesis/Dissertation The elaboration of the Thesis, 3 years, corresponds to a total of 174 ECTS. Enrollment in the Thesis is subject to approval at the UC of PT. The candidate must develop a research work leading to the elaboration of a Thesis, evaluated by a jury appointed under the proposal of the CC. The work developed in the Thesis should be validated by the CC, through its publication in specialist journals and conferences. The thesis work is carried out under the guidance of a professor or researcher at the UC, or Institution of Higher Education or Research, national or foreign.

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Conselho Científico da FCTUC

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da FCTUC

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

[2.1.2._CCientifico_Ata.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico da FCTUC

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da FCTUC

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

[2.1.2._CPedagogico_Ata.pdf](#)

Mapa I - Senado da UC

2.1.1. Órgão ouvido:

Senado da UC

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

[2.1.2._Senado_DEESI.pdf](#)

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

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

Visa proporcionar formação científica avançada na área da Eng. Eletrotécnica e de Sistemas Inteligentes. Destina-se a estudantes nacionais e estrangeiros, pretendendo prepará-los para a realização de investigação científica de elevada qualidade de forma autónoma nos mais diversos contextos reforçando a capacidade tecnológica nacional e contribuindo para a sua integração em redes internacionais de conhecimento. Fundamenta-se na experiência adquirida do Programa de DEEC criado em 2007. Os Sistemas Inteligentes são pervasivos nas áreas que compõem o universo científico da Eng. Eletrotécnica, automação, robótica, eletrónica, telecomunicações, computadores e a energia o que levou à criação de um ciclo de estudos estruturado na área de Eng. Eletrotécnica e de Sistemas Inteligentes. A realização de projetos de investigação de elevado potencial científico neste domínio envolvendo os diferentes institutos de investigação, reconhecidos pela FCT, e parceiros industriais.

3.1. The study programme's generic objectives:

This PhD aims to provide advanced scientific training in the area of Electrical Engineering and Intelligent Systems (EEIS). It is intended for national and foreign students. The objective is to foster innovation capacities and prepare them for the autonomous realization of scientific research, strengthening national technological capacity and contributing to their integration in international knowledge networks. The proposal is based on the experience of the DEEC Phd created in 2007. Intelligent Systems are present in the various areas of Electrical Eng. such as: robotics, automation, electronic, telecommunications, information technology and energy, this led to the creation of a study cycle in EEIS. The PhD is supported by the existence of research projects with high scientific potential in this area that cover the

various themes involving the different research institutes of the department recognized by the FCT or industrial

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

Preparar os doutorandos EESI para o exercício de funções em sectores de elevada competência científica e tecnológica no ensino superior em laboratórios e institutos de investigação, empresas industriais e de serviços e na rede pública. O objetivo é fomentar nos doutorandos a capacidade de inovação, investigação e atualização permanente numa perspetiva de internacionalização e reforço da capacidade tecnológica nacional. O trabalho de investigação dos alunos está interligado com as atividades das Unidades de I&D associadas reconhecidas pela FCT nomeadamente ISR-Coimbra IT-Coimbra INESC Coimbra ou CEMMPRE e em projetos de I&D contratados através da UC. O objetivo é: Compreender e integrar as bases conceptuais e metodológicas da investigação em Enga Electrotécnica e Sistemas Inteligentes

Formular questões de investigação relevantes face a um novo problema de investigação na área da sua Tese

Avaliar os méritos e as lacunas das soluções encontradas

Expor e discutir oralmente e por escrito

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

To train EESI PhD students to work in sectors of high scientific and technological competence in higher education laboratories and research institutes, public service companies and in the network. The objective is to foster the capacity for innovation and permanent updating from a perspective of internationalization and reinforcement of the national technological capacity. The students' research work is interconnected with activities of the R&D Units recognized by the FCT, namely ISR-Coimbra IT-Coimbra INESC Coimbra or CEMMPRE and in R&D projects contracted through the UC. The goal is:

Understand and integrate as conceptual and methodological bases for research in Electrical Engineering and Intelligent Systems

The research questions formulated face a new research problem in the area of your Thesis

Assess the merits and shortcomings of the solutions found

Expose and discuss orally and in writing

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

O Doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e de Sistemas inteligentes é o elemento central para a formação de 3º ciclo do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. Pretende projetar a excelência da investigação científica desenvolvida no Instituto de Sistemas e Robótica (ISR-Coimbra), Instituto de Telecomunicações (IT-Coimbra), Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores de Coimbra (INESC Coimbra), e Centro de Engenharia Mecânica, Materiais e Processos da Universidade de Coimbra (CEMMPRE), oferecendo formação de nível de doutoramento (3º ciclo) num contexto de investigação científica de nível internacional, frequentemente enquadrada em projetos internacionais financiados. O Doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e de Sistemas Inteligentes consubstancia a estratégia institucional que interliga um departamento (Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) e os seus centros de investigação associados (ISR-Coimbra, IT-Coimbra, INESC Coimbra e CEMMPRE) de forma umbilical, e que tem proporcionado excelentes resultados, quer no plano de formação avançada, quer na produção de conhecimento, quer ainda na geração de projetos empresariais que têm resultado no registo de patentes e em empresas de alta tecnologia, devidamente alavancadas pela incubadora do Instituto Pedro Nunes, internacionalmente reconhecido como um dos melhores do mundo. De realçar ainda que esta estreita ligação entre o ensino de competências avançadas e o tecido criativo na forma de investigação científica e tecnológica da UC, e os seus laboratórios associados, tem resultado em avaliações de nível excelente por parte da FCT, na criação de laboratórios associados avaliados com nota máxima, no financiamento de projetos pelo programa H2020, e de variadíssimos projetos com a indústria e serviços.

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

The PhD in Electrical Engineering and Intelligent Systems is the core of the 3rd cycle studies supported by the Department of Electrical and Computer Engineering. It intends to project the excellence of scientific research carried out at the Institute of Systems and Robotics (ISR-Coimbra), Institute of Telecommunications (IT-Coimbra), Institute of Systems and Computer Engineering of Coimbra (INESC Coimbra), and Center for Mechanical Engineering, Materials and Processes of the University of Coimbra (CEMMPRE), offering doctoral level training (3rd cycle) in a context of international scientific research, often framed in internationally funded projects. The PhD in Electrical Engineering and Intelligent Systems embodies the institutional strategy that interconnects a department (Department of Electrical and Computer Engineering) and its associated research centers (ISR-Coimbra, IT-Coimbra, INESC Coimbra and CEMMPRE) in an umbilical way, which has provided excellent results, both in terms of advanced training, in the production of knowledge, and in the generation of business projects that have resulted in the registration of patents and in high-tech companies, duly leveraged by the startups incubator Instituto Pedro Nunes, internationally recognized as one of the best in the world. It should also be noted that this close connection between the teaching of advanced skills and the creative fabric in the form of scientific and technological research at the UC, and its associated laboratories, has resulted in excellent evaluations from FCT, in the creation of associated laboratories evaluated with maximum ratings, in the financing of projects by the H2020 program, and of a wide range of projects with industry and services.

4. Desenvolvimento curricular

4.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)

4.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável) * / Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura * Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization

<sem resposta>

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

Mapa II - -

4.2.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

-

4.2.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

-

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos** / Minimum Optional ECTS**	Observações / Observations
Engenharia Eletrotécnica e de Sistemas Inteligentes / Electrical Engineering and Intelligent Systems	EESI/EEIS	198	12	ECTS opcionais a realizar em unidades curriculares definidas anualmente
(1 Item)		198	12	

4.3 Plano de estudos

Mapa III - - - Exemplos de unidades curriculares optativas / Examples of optional course units

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

-

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

-

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

Exemplos de unidades curriculares optativas / Examples of optional course units

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional	Observações / Observations
Tópicos Avançados de Investigação Operacional	EESI / EEIS	Semestral	162	S-10; OT-15;	6	1	
Tópicos Avançados de Estimção e Otimização	EESI / EEIS	Semestral	162	T-14; OT-14;	6	1	
Controlo e Inteligência Computacional	EESI / EEIS	Semestral	162	S-8; OT-20;	6	1	
Sistemas de Visão Cognitiva	EESI / EEIS	Semestral	162	S-10; OT-15;	6	1	
Metodologias de Robótica Móvel	EESI / EEIS	Semestral	162	S-10; OT-15;	6	1	
Bioeletrónica e Biosensores	EESI / EEIS	Semestral	162	S-10; OT-18;	6	1	
Sistemas Ciberfísicos: Conceitos Avançados e Desafios de Investigação	EESI / EEIS	Semestral	162	S-10; OT-18;	6	1	
Arquiteturas Avançadas de Computação na Periferia para Internet das Coisas	EESI / EEIS	Semestral	162	S-10; OT-18;	6	1	
Sistemas Eletrónico-Magnéticos Tolerantes a Falhas	EESI / EEIS	Semestral	162	S-10; OT-18;	6	1	
Tópicos Avançados de Sistemas de Energia Elétrica	EESI / EEIS	Semestral	162	S-10; OT-18;	6	1	
Tópicos Avançados em Redes de Comunicação	EESI / EEIS	Semestral	162	S-10; OT-18;	6	1	
Tópicos Emergentes em Sistemas de Comunicação Ótica e Rádio	EESI / EEIS	Semestral	162	S-10; OT-18;	6	1	

(12 Items)

Mapa III - - 1ºano / 1ºSem / 1st year / 1st semester

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

-

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

-

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1ºano / 1ºSem / 1st year / 1st semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional	Observações / Observations
Opcional/ Optional	EESI	Semestral	162	O--;	6	1	
Projeto de Tese / Thesis Project	EESI	Semestral	648	OT-30;	24		

(2 Items)

Mapa III - - 1ºano / 2ºSem / 1st year / 2nd semester

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

-

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1ºano / 2ºSem / 1st year / 2nd semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional	Observações / Observations
Opcional/ Optional	EESI / EEIS	Semestral	162	O--;	6	1	
Tese / Thesis (2 Items)	EESI / EEIS	Plurianual	648	OT-30;	24		

Mapa III - - - 2ºano / 2nd year

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

-

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

-

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
2ºano / 2nd year

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional	Observações / Observations
Tese / Thesis (1 Item)	EESI / EEIS	Plurianual	1620	OT-120;	60		

Mapa III - - - 3ºano / 3rd year

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

-

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

-

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
3ºano / 3rd year

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Opcional	Observações / Observations
Tese / Thesis (1 Item)	EESI / EEIS	Plurianual	1620	OT-120;	60		

Mapa III - - 4ºano / 1ºSem / 4th year / 1st semester

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

-

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

-

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

4ºano / 1ºSem / 4th year / 1st semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Opcional	Observações / Observations
Tese / Thesis (1 Item)	EESI / EEIS	Plurianual	810	OT-60;	30	

4.4. Unidades Curriculares**Mapa IV - Tópicos Avançados de Investigação Operacional**

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tópicos Avançados de Investigação Operacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Advanced Topics in Operational Research

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EESI

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

S:10; OT: 15

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Carlos Alberto Henggeler de Carvalho Antunes; S:6; OT:7,5

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

Telmo Miguel Pires Pinto, S:4; OT:7,5

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

Dotar os alunos de competências metodológicas avançadas na área de investigação operacional / otimização, com ênfase nas abordagens meta-heurísticas para tratar problemas de otimização complexos. Perante problemas complexos de natureza combinatória, não linear, e/ou com múltiplas funções objectivo, os alunos devem desenvolver competências para a construção de modelos matemáticos, de identificação e implementação computacional das abordagens algorítmicas adequadas tendo em conta as características do modelo, incluindo a respectiva dimensão, e o esforço computacional exigido para obter soluções. A apresentação de exemplos ilustrativos de problemas de engenharia que têm sido tratados com estas técnicas complementar as competências de análise crítica das soluções obtidas e dos compromissos entre a qualidade das soluções e o esforço computacional.

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

Provide the students advanced methodological competences in operational research / optimization, with focus on meta-heuristic approaches to deal with complex optimization problems. In face of complex problems of combinatorial nature, non-linear, and/or with multiple objective functions, the students should develop the competences for the development of mathematical models, identification and computational implementation of the adequate algorithmic approaches taking into account the model characteristics, including its dimension, and the computaional effort required to obtain solutions. The presentation of illustrative examples of engineering problems to be dealt with these techniques will complement the competences of critical analysis of the solutions obtained and the trade-offs between solution quality and computaional effort

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Meta-heurísticas em problemas complexos de otimização combinatória e não linear. Pesquisa tabu. Recuo simulado (simulated annealing). Algoritmos genéticos/evolutivos. Otimização com enxames de partículas. Evolução diferencial. Aplicações em problemas de engenharia.

4.4.5. Syllabus:

Meta-heuristics in complex combinatorial and nonlinear optimization problems. Tabu search. Simulated annealing. Genetic/evolutionary algorithms. Particle swarm optimization. Differential evolution. Applications in engineering problems.

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

Os conteúdos programáticos visam fornecer competências globais sobre abordagens meta-heurísticas que permitirão aos alunos tratar problemas complexos, em particular combinatorios e /ou não lineares, em vários domínios da engenharia. A unidade curricular será orientada para actividades de investigação, envolvendo a utilização criativa das abordagens algorítmicas em problemas desejavelmente ligados ao tema em que os estudantes pretendem realizar a tese.

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

The syllabus aims at offering the students global competences on meta-heuristic approaches that enable them to deal with complex problems, in particular of combinatorial and/or nonlinear nature, in several engineering domains. The curricular unit will be oriented towards research activities, involving the creative use of those algorithmic approaches in problems that are expectedly associated with the theme of the thesis.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Realização de seminários e sessões de orientação tutorial sobre os conteúdos programáticos acima mencionados. Estas sessões serão, uma vez adquiridas as competências básicas, orientadas em função do trabalho específico a desenvolver por cada aluno, que se procurará ter potencial interesse para a tese de doutoramento.

Elementos de avaliação: relatório detalhado descrevendo as implementações computacionais dos algoritmos e a respectiva análise comparativa, bem como um artigo científico desejavelmente a ser submetido a uma conferência internacional ou revista de boa qualidade.

Métodos de avaliação - trabalho de investigação

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Seminars and tutorial guidance sessions on the syllabus topics presented above.

Once the basic competences are acquired, these sessions will be oriented according to the specific work to be developed by each student, which will be defined to be potentially useful for the PhD thesis.

Evaluation elements: detailed report describing the computational implementations of the algorithms and the corresponding comparative analysis, as well as a scientific paper desirably to be submitted to an international scientific conference or journal.

Assessment method - Research work

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os seminários e sessões de orientação tutorial permitirão orientar os alunos para a concepção de abordagens algorítmicas com uma componente inovadora e realização de implementações computacionais específicas para os problemas que lhes serão colocados (desejavelmente relacionados com as respectivas teses). A unidade curricular será assim orientada numa perspectiva de investigação aplicada potencialmente útil para a tese.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The seminars and tutorial guidance sessions will enable to guide the students in the design of the algorithmic approaches with an innovation component and the computational implementations specific for problems to be proposed (desirably within the scope of the PhD thesis). Therefore, the curricular unit will be oriented towards an applied research perspective, which is potentially useful for the PhD thesis.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Z. Michalewicz, D. B. Fogel. "How to Solve It: Modern Heuristics", Springer, 2004.
- E. Talbi. "Metaheuristics - from design to implementation", Wiley, 2009.
- R. Takahashi, A. G. Cunha, C. H. Antunes (Coord.). "Manual de Computação Evolutiva e Metaheurística", Imprensa da Universidade de Coimbra, 2012.
- A. Duarte, M. Laguna, R. Marti. "Metaheuristics for Business Analytics, A Decision Modeling Approach", EURO Advanced Tutorials on Operational Research, Springer, 2018.
- H. Malik et al. "Metaheuristic and evolutionary computation: algorithms and applications", Springer, 2021.

Outra bibliografia será definida nas sessões tutoriais de acordo com o problema a resolver e as técnicas algorítmicas a aplicar.

Other bibliography will be defined in the tutorial sessions according to the problems to be tackled and the algorithmic techniques to be applied.

Mapa IV - Tópicos Avançados de Estimação e Otimização

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Tópicos Avançados de Estimação e Otimização

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Advanced Topics of Estimation and Optimization

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

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T: 14; OT: 14

4.4.1.6. Créditos ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:
<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):**Nuno Miguel Mendonça da Silva Gonçalves****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**Álgebra, Cálculo, Probabilidades e Estatística, Programação de Computadores (C e Matlab)****As competências a adquirir nesta unidade curricular referem-se ao conhecimento de métodos para estimação, classificação e aprendizagem, quer numa perspetiva teórica e formal, quer numa perspetiva prática e de desenvolvimento computacional. Os objetivos do curso são de âmbito geral com aplicação em todos os domínios de engenharia e ciências computacionais em que seja necessário fazer inferência a partir de dados. As competências a adquirir nesta unidade curricular também incluem o conhecimento e domínio de técnicas clássicas e convencionais, assim como o estudo inicial dos métodos mais modernos baseados em aprendizagem máquina.****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):****Algebra, Calculus, Probabilities and Statistics, Computer Programming (C and Matlab)****The skills to be acquired in this curricular unit refer to the knowledge of methods for estimation, classification, and learning, both from a theoretical and formal perspective, or from a practical perspective and from a computational development perspective. The objectives of the course are generally applied in all fields of engineering and computational sciences where it is necessary to make inference from data. The skills to be acquired in this curricular unit also include the knowledge and mastery of classical and conventional techniques, as well as the initial study of the most modern methods based on machine learning.****4.4.5. Conteúdos programáticos:****1. Problemas de estimação em engenharia e ciência da computação.****2. Estimação paramétrica. Os mínimos quadrados. Est. robusta. RANSAC, LMedS. Bootstrap e Monte Carlo. Máxima verosimilhança. O limiar Crámer-Rao.****3. Métodos de sub-espço e MQ totais. Valores singulares, componentes principais, PI Moore-Penrose, inversa generalizada, condicionamento e regularização.****4. Métodos de gradiente descendente. Método de Newton. MQ não lineares (Gauss-Newton, Levenberg-Marquardt).****5. Otimização convexa. Conjuntos e funções convexas. Problema dual. Aproximação e ajustamento. Algoritmos de minimização sem restrições e com restrições de igualdade.****6. Teoria Decisão de Bayes. Verosimilhança e prob. a priori; funções custo, decisões ótimas; priors conjugados.****Método de MAP e de variância mínima. Inferência com dados em falta (algoritmo EM).****7. Estimação de proc. estocásticos. Filtragem não linear. Filtro de partículas e de Kalman.****4.4.5. Syllabus:****1. Estimation problems in engineering and computer science.****2. Parametric estimation. Least Squares. Robust est. RANSAC, LMedS. Bootstrap and Monte Carlo. Maximum likelihood. The Crámer-Rao lower bound.****3. Sub-space methods and Total LS. Singular values, principal components, Moor-Penrose PI, generalized inverse, conditioning and regularization.****4. Gradient descent methods. Newton Method. Non linear LS (Gauss-Newton, Levenberg-Marquardt).****5. Convex Optimization. Convex sets and functions. Dual problem. Approximation and fitting. Unconstrained minimization and Equality constrained minimization.****6. Bayes Decision Theory. Likelihood and a priori prob.; cost functions, optimal decision, conjugate priors. MAP method and of minimum variance. Inference with missing data (EM algorithm).****7. Stochastic proc. est. Non-linear filtering. Particles and Kalman filters.****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:****A disciplina pretende ser transversal a diferentes áreas de Engenharia Electrotécnica e Computadores (e não só) dotando o/a aluno/a com conhecimentos fundamentais sobre técnicas de estimação de parâmetros e optimização. Os conteúdos são abordados com profundidade e formalismo matemático rigoroso. Sempre que possível são dados exemplos práticos de aplicação de forma a ajudar à interiorização dos conceitos. Uma das componentes principais do esforço relaciona-se com um trabalho práticos que os/as alunos/as devem realizar ao longo da disciplina e que possa ser aplicado aos seus temas de Doutoramento, caso já existam.****4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:****The course aims to be transversal to different sub-fields of engineering providing the students with fundamental knowledge about estimation and optimization techniques. The different topics are studied in detail using a**

mathematically rigorous formalism. Application examples are often provided to better illustrate the concepts and motivate the student. One of the main components of the students effort is related to a practical work they have to develop during the course and that can be applied to their PhD themes, if it already exists.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

anhamento dos trabalhos finais.

A avaliação consiste na elaboração e apresentação de um projeto final relacionado com um tema individual a acordar com os docentes. Espera-se do trabalho (a apresentar em formato publicável) a análise de um conjunto de dados para aplicação direta de uma ou mais técnicas de estimação, classificação e aprendizagem.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

the weekly lessons are organized as follows:

1. Theoretical exposition and discussion:

a. 1 hour of preparation through previous readings of bibliographic material previously available;

b. 2 to 3 hours of study to consolidate knowledge;

2. Monitoring of the final projects.

The evaluation consists in the elaboration and presentation of a final project related to an individual theme to accord with the teachers. It is expected that the project (in a publishable format) analyses a set of data to direct application of one or more techniques for estimation, classification and learning.

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

Dada a variedade e extensão das técnicas de estimação paramétrica e não paramétrica, classificação e aprendizagem, as aulas de discussão teórica pretendem dotar o aluno de uma visão rigorosa sobre os fundamentos científicos das metodologias usadas nos problemas de estimação e otimização, bem como uma visão prática sobre os detalhes de implementação das técnicas computacionais estudadas. A discussão de exemplos em áreas transversais da engenharia e ciências da computação permite a versatilidade inerente à implementação destas técnicas.

Entende-se que a metodologia de avaliação mais adequada compreende a realização de um projeto (sugere-se aos alunos a escrita de um artigo científico para eventual submissão a uma revista científica), uma vez que permite o contacto com um problema específico e atual de estimação, classificação e/ou aprendizagem, obrigando à pesquisa de técnicas recentes e adequadas à solução do problema. A escolha do tema é feita em reunião entre os docentes e o aluno.

Métodos de avaliação - Projecto

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

Given the variety and extension of the computational techniques for parametric and non-parametric estimation, classification and learning, the theoretical discussion lessons give the student a rigorous perspective about the scientific fundamentals of the methodologies used in the estimation and optimization problems, and a practical vision over the implementation details of the computational techniques studied. Examples in transversal areas of engineering and computer science allow the student to learn the versatility of the implementation of the techniques.

The evaluation methodology adopted is the realization of a project (it is suggested the writing of an article to potential submission to a journal), since it allows the student to contact with a specific and real problem of estimation, classification and/or learning, leading it to search for recent and adequate techniques to the problem. The choice of the project theme is made in a meeting between the teachers and the student.

Assessment method - Project

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Parameter Estimation and Inverse Problems (3rd edition), R. Aster, B. Borchers and C. Thurber. Academic Press, 2018.

2. Pattern Classification. R. Duda, P. Hart and D. Stork. Wiley-Interscience; 2nd ed. (Nov 2012) . [Estimação não paramétrica]

3. Probability, Random Variables and Stochastic Processes, A. Papoulis and S. Pillai. McGrawHill (4th ed. 2002). [Probabilidades e Estatística]

4. Robust Estimation and Testing. R. Staudte and S. Sheather. John Wiley & Sons (1990).

5. Tracking and Data Association: Y. Bar-Shalom, T. Fortmann 0000 Academic Press

6. Convex Optimization. Stephen Boyd and Lieven Vandenberghe, University of California, Los Angeles. Cambridge University Press, 2004

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Controlo e Inteligência Computacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Control and Computational Intelligence

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EESI

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

S: 8h; OT: 20h

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Rui Alexandre de Matos Araújo

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

Rui Pedro Duarte Cortesão e Urbano José Carreira Nunes

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

Após a frequência desta disciplina, os alunos deverão ter adquirido conhecimentos teóricos e práticos necessários para análise e projeto de sistemas de controlo por computador e de inteligência computacional aplicada em controlo. Aquisição de competências, em ambiente de investigação, tais como de análise e síntese, aprendizagem autónoma, adaptabilidade a novos contextos, aplicar na prática os conhecimentos teóricos.

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

After attending this curricular unit, the students should have acquired theoretical and practical knowledge required for analysis and design of computer controlled systems, and computational intelligence applied in control. Acquisition of skills, in research environment, such as analysis and synthesis, independent learning, adaptability to new contexts, applying in practice the theoretical knowledge.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*- Modulo I: Controlo por computador em espaço de estados com observadores de estado (e.g. observador de Kalman). Controlo ótimo em tempo discreto em espaço de estados.
-- Modulo II: Introdução ao controlo não linear: 1) conceitos; 2) simulação e controlo de sistemas não lineares; 3) análise de estabilidade.
-- Modulo III: Metodologias de inteligência computacional e aprendizagem máquina aplicadas em controlo.
-- Aplicações em sistemas robóticos e mecatrónicos.*

4.4.5. Syllabus:

*-- Module I: Computer-controlled systems in state-space with state observers (e.g. Kalman Observers). Discrete-time optimal control in state-space.
-- Module II: Introduction to nonlinear control: concepts, simulation and control of nonlinear systems, stability analysis.*

- *Module III: Computational intelligence and machine learning methodologies applied in control.*
- *Applications in robotic and mechatronic systems.*

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
O conteúdo programático desta unidade curricular incide no estudo, análise e projeto, de sistemas de controlo por computador e de inteligência computacional aplicada em controlo, o que é completamente consistente com os objetivos da unidade curricular. Pretende-se que o aluno realize um trabalho de simulação ou de implementação prática de controlo em dispositivo robótico/mecatrónico. Com a realização deste trabalho, em ambiente de investigação, espera-se também que o aluno potencie algumas competências a desenvolver, genéricas.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**
The syllabus of this curricular unit is focused on the study, analysis and design, of computer controlled systems, and of computational intelligence applied in control, which is completely consistent with the objectives of the course unit. It is intended that the student perform a simulation work or practical implementation of a controller for a robotic / mechatronic system. With the realization of this work, in a research environment, it is also expected that the student will reinforce some generic competencies to be developed.
- 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**
Será usada uma combinação dos seguintes métodos: aulas de orientação tutorial; aulas de seminário; orientação de trabalho prático de simulação e/ou de implementação real. Avaliação: trabalho prático com elaboração de relatório e apresentação final (100%).
- 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**
A combination of the following methods will be employed: tutorial guidance classes; seminary classes; orientation of practical works on simulation and / or real implementation. Assessment: practical work with elaboration of a technical report and final presentation (100%).
- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
Com as matérias abordadas nas aulas de orientação tutorial e de seminário, bem como com os trabalhos práticos propostos aos alunos, procura-se familiarizar os alunos com as metodologias e a aplicação dos conceitos fundamentais relativos ao controlo por computador e inteligência computacional. O desenvolvimento dos trabalhos práticos, em ambiente de investigação, proporciona condições para que os alunos adquiram também competências em investigação, na aplicação prática de conhecimentos teóricos e na resolução de problemas.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**
With the knowledge and comprehension of the matters addressed in the tutorial and seminary classes, and with the development of the practical work, the students are familiarized with the methodologies and the application of key concepts related to the analysis and design of computer-controlled systems and computational intelligence. With the development of practical work, in a research environment, conditions are provided for students to acquire skills in research, in practical application of theoretical knowledge, and problem solving.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**
- *Astrom, K., Wittenmark, B. (1997), Computer Controlled Systems: Theory and Design, Prentice-Hall.*
 - *Hassibi, B., Sayed, A.H., Kailath, T. (1999), Indefinite-Quadratic Estimation and Control - A Unified Approach to H2 and H ∞ Theories, SIAM.*
 - *Simon, D. (2006), Optimal State Estimation: Kalman, H ∞ and Nonlinear Approaches, Wiley.*
 - *Khalil, H. (2015), Nonlinear Control, Pearson.*
 - *Khalil, H. (2002), Nonlinear Systems, 3rd Edition, Pearson.*
 - *Haddad W.M., Chellaboina V. (2008), Nonlinear Dynamical Systems and Control: A Lyapunov-Based Approach, Princeton University Press.*
 - *Wang, L.-X. (1997), A Course in Fuzzy Systems and Control, Prentice-Hall.*
 - *Haykin, S. (2009), Neural Networks and Learning Machines, 3rd Edition, Pearson.*
 - *Babuska, R. (1998), Fuzzy Modeling for Control, Kluwer.*
 - *Shin, Y.C., Xu C. (2009), Intelligent Systems, Modeling, Optimization, and Control, CRC Press.*
 - *Feng, G. (2010), Analysis and Synthesis of Fuzzy Control Systems: a Model-Based Approach. CRC press.*

Mapa IV - Sistemas de Visão Cognitiva

- 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**
Sistemas de Visão Cognitiva

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Cognitive Vision Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EESI

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

S-10, OT-15

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Helder de Jesus Araújo (S-5, OT-7,5)

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

Jorge Batista, (S-5, OT-7,5)

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

Os objectivos desta unidade curricular incluem a extracção de informação de imagens e vídeos 2D e 3D e outro tipo de modalidades sensoriais. A extracção de informação far-se-á usando vários tipos de técnicas e tendo em atenção aplicações diferenciadas. As aplicações incluem reconhecimento de tipo e classes de entidades, nomeadamente objectos assim como as suas funcionalidades e também actividades. Os estudantes aprenderão métodos para extrair informação 2D e 3D das imagens. Aprenderão também os principais princípios a aplicar no desenvolvimento de sistemas de visão cognitiva.

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

The goals of this course include the extraction of information from 2D and 3D images and videos and other sensorial modalities. The extraction of information will be done using various types of techniques and taking into account different applications. Applications include recognition of object instances and classes of entities, their functionalities and activities. Students will learn methods to extract 2D and 3D information from images. They will learn also the main principles to be applied in the development of cognitive vision systems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Aprendizagem e inferência em visão e modalidades complementares. Classificação e regressão em problemas de visão e vídeo 2D e 3D. Modelos para forma, estilo e identidades. Técnicas orientadas a aprendizagem profunda. Modelos cognitivos aplicados a visão.

4.4.5. Syllabus:

Learning and inference in vision and complementary modalities. Regression and classification in vision problems and 2D and 3D video. Models for shape, style and identities. Deep learning based techniques. Cognitive models applied to vision.

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

O objectivo da disciplina é permitir aos estudantes aprofundar conhecimentos sobre técnicas de aprendizagem e

reconhecimento de padrões aplicadas a problemas que utilizam imagens. Por isso o programa inclui os fundamentos das técnicas de aprendizagem e reconhecimento de padrões, uma descrição das principais técnicas usadas, e alguns exemplos de aplicação.

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

The goal of this course is to allow the students to deepen their knowledge on learning and pattern recognition techniques, applied to problems that use images. Therefore the syllabus includes the foundations of learning and pattern recognition techniques, a description of the most important techniques used, and some application examples.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os métodos de ensino incluem aulas dadas pelo professor, apresentações feitas pelos estudantes de tópicos específicos, e também supervisão tutorial (reuniões individuais com os estudantes)

Métodos de avaliação - Projecto 50% ; Trabalho de investigação 50%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methods include lectures by the professor, presentations of specific topics by the students and also tutorial supervision.

Assessment method - Project 50% ; Research work 50%

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

As aulas pelo professor têm como objectivo o ensino dos fundamentos necessários aos métodos de aprendizagem automática e de reconhecimento de padrões. As apresentações dos estudantes têm como objectivo habituá-los a adquirir conhecimentos por eles próprios e a discutir os tópicos com o professor. A supervisão tutorial tem como objectivo a discussão de tópicos muito específicos que podem variar de estudante para estudante.

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

The classes by the professor aim at teaching the foundations of machine learning and pattern recognition methods. The presentations by the students aim at getting them used to learning by themselves and then discussing the topics with the professor, and the tutorial supervision focus on very specific topics that are different for each student.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Computer Vision: Models, learning and inference", Simon Prince, 2012

"Deep Learning", Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, 2015

"The Cognitive Neuroscience of Vision" (Fundamentals of Cognitive Neuroscience), Martha J. Farah, 2000

"Pattern Recognition and Machine Learning", Christopher M. Bishop, 2006

"Learning with Kernels", Bernhard Scholkopf and Alexander J. Smola, 2018

"Deep Learning for Vision Systems", Mohamed Elgendy, 2020

"Fundamentals of Deep Learning-Designing Next-Generation Machine Intelligence Algorithms", Nikhil Buduma, 2017.

Mapa IV - Metodologias de Robótica Móvel

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Metodologias de Robótica Móvel

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mobile Robotics Methodologies

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EESI

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

S: 10; OT: 15

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Urbano José Carreira Nunes (25%)

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

Rui Alexandre de Matos Araújo (25%), Rui Paulo Pinto da Rocha (25%), Cristiano Premevida (25%)

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

Após a frequência desta unidade curricular, os alunos deverão ter adquirido conhecimentos teóricos e práticos necessários para análise e projeto de métodos de perceção e de navegação em robôs móveis, veículos autónomos, e sistemas de múltiplos robôs cooperativos; bem como de metodologias de inteligência computacional aplicadas neste domínio.

Aquisição de competências em ambiente de investigação, tais como análise e síntese, aprendizagem autónoma, adaptabilidade a novos contextos, e aplicar na prática os conhecimentos teóricos.

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

After attending this course, students should have acquired the scientific and technical knowledge required for analysis and design of methods for perception and navigation in mobile robots, autonomous vehicles, and multi-robot cooperative systems; as well as computational intelligence methodologies applied in this domain.

Acquisition of skills in a research environment, such as analysis and synthesis, autonomous learning, adaptability to new contexts, and applying in practice the theoretical knowledge.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Robôs móveis e veículos autónomos. Métodos de mapeamento, localização e navegação. Sensores, fusão sensorial e perceção. Detecção e seguimento de objetos, e navegação local. Sistemas multi-robô, perceção cooperativa, coordenação multi-robô e tomada de decisão descentralizada. Inteligência computacional e técnicas de aprendizagem por reforço aplicadas em robôs móveis e veículos autónomos.

4.4.5. Syllabus:

Mobile robots and autonomous vehicles. Mapping, localization and navigation methods. Sensing, multi-sensor fusion and perception. Detection and tracking of objects, and local navigation. Multi-robot systems, cooperative perception, multi-robot coordination and decentralized decision-making. Computational intelligence and reinforcement learning techniques applied to mobile robots and autonomous vehicles.

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

O conteúdo programático desta unidade curricular incide no estudo, análise e projeto de métodos de perceção e de navegação em robôs móveis, veículos autónomos, e sistemas de múltiplos robôs cooperativos, bem como de metodologias de inteligência computacional aplicadas neste domínio, o que é completamente consistente com os objetivos da unidade curricular. Pretende-se que o aluno realize um trabalho de simulação ou de implementação prática das metodologias em dispositivo(s) robótico(s) ou veículo(s) autónomo(s). Com a realização deste trabalho, em ambiente de investigação, espera-se também que o aluno potencie algumas competências genéricas a desenvolver.

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

The syllabus of this curricular unit is focused on the study, analysis and design, of methods for perception and navigation of mobile robots, autonomous vehicles, and systems of multiple cooperative robots, as well as computational intelligence methodologies applied in this domain, which is completely consistent with the objectives of the course unit. It is intended that the student performs a simulation work or practical implementation of the methodologies on robotic device(s) or autonomous vehicle(s). With the realization of this work, in research environment, it is also expected that the student will reinforce some generic competencies to be developed.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas de orientação tutorial e seminário. Avaliação: trabalho prático com elaboração de relatório e apresentação final.

Método de avaliação - Trabalho de Investigação

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Tutorial and seminar classes. Assessment: practical work with elaboration of a technical report and final presentation.

Assessment method - Research work

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

Com os tópicos abordados nas aulas de orientação tutorial e de seminário, bem como com os trabalhos práticos propostos, procura-se familiarizar os alunos com as metodologias e a aplicação dos conceitos fundamentais relativos à perceção, mapeamento, localização e navegação de robôs móveis e veículos autónomos, bem como da extensão destes conceitos para sistemas de múltiplos robôs cooperativos, e a aplicação de metodologias de inteligência computacional. O desenvolvimento dos trabalhos práticos, em ambiente de investigação proporciona condições para que os alunos adquiram também competências em investigação, na aplicação prática de conhecimentos teóricos e na resolução de problemas.

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

By attending the tutorial and seminar classes, as well as the proposed practical/hands-on work, the students will get familiarized with with the methodologies and the application of the fundamental concepts related with perception, mapping, localization and navigation of mobile robots and autonomous vehicles, including the extension of these concepts to cooperative multi-robot systems, and the application of computational intelligence methodologies. The development of a practical work in a research environment provides conditions for students to also acquire skills in research, in the practical application of theoretical knowledge and in problem solving.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Kelly, K. (2014), Mobile Robotics: Mathematics, Models, and Methods, Cambridge University Press.

- Siegwart, S., Nourbakhsh, I.R. Scaramuzza, D. (2011), Introduction to Autonomous Mobile Robots, 2nd edition, The MIT Press.

- Thrun, S., Burgard, W., Fox, D. (2005), Probabilistic Robotics, The MIT Press, 2005.

- Balch, T., Parker, L. (2002), Robot Teams: From Diversity to Polymorphism, A.K. Peters.

- Kagan, E., Shvalb, N., Ben-Gal, I. (2020), Autonomous Mobile Robots and Multi-Robot Systems: Motion-Planning, Communication, and Swarming, Wiley.

- Haykin, S. (2009), Neural Networks and Learning Machines, 3rd Edition, Pearson.

- Sutton, R.S., Barto, A.G. (2018), Reinforcement Learning: An Introduction, 2nd Edition, The MIT Press.

- Murphy, K.P. (2021), Probabilistic Machine Learning: An Introduction, The MIT Press.

- Aggarwal, C.C. (2018), Neural Networks and Deep Learning: A Textbook, Springer.

Mapa IV - Sistemas Eletrónico-Magnéticos Tolerantes a Falhas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Eletrónico-Magnéticos Tolerantes a Falhas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Fault-Tolerant Electronic-Magnetic Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EESI

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral**4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):****162****4.4.1.5. Horas de contacto:****18-OT; 10-S****4.4.1.6. Créditos ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Sérgio Manuel Ângelo da Cruz / 6.5h(OT)+3.5h(S)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****André Manuel dos Santos Mendes / 5.5h(OT)+3.5(S); António Paulo Mendes Breda Dias Coimbra / 3h(OT)+1.5h(S); Tony Richard de Oliveira de Almeida / 3h(OT)+1.5h(S).****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Pretende-se abordar nesta unidade curricular a conceção, o desenho e a implementação de sistemas eletromagnéticos e eletrónicos de potência elevada, tolerantes a falhas, envolvendo máquinas elétricas multifásicas, conversores de eletrónica de potência e acionamentos elétricos. São apresentadas as várias estratégias de tolerância a falhas, bem como os respetivos sistemas de controlo digital. Os estudantes deverão ser capazes de projetar, conceber, simular e analisar máquinas elétricas multifásicas, conversores de electrónica de potência e acionamentos elétricos tolerantes a falhas nas suas mais variadas aplicações, com destaque para as aplicações de energia verde (veículos elétricos, geração de energia com base em fontes renováveis e aviação elétrica).

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

n this course is addressed the design and implementation of fault-tolerant, high-power electromagnetic and electronic systems, involving multiphase electrical machines, power electronic converters and electric drives. Several fault-tolerant strategies are presented, as well as the respective digital control systems. Students should be able to design, simulate and analyze multiphase electrical machines, power electronic converters and fault-tolerant electric drives in different applications, with emphasis on green energy applications (electric vehicles, electric energy generation based on renewable sources and electric aviation).

4.4.5. Conteúdos programáticos:***O Método dos Elementos Finitos******-Desenvolvimento de modelos magnéticos e térmicos******-Cálculo de grandezas derivadas a partir da solução numérica do campo eletromagnético******-Cálculo de parâmetros elétricos equivalentes******-Perdas e otimização******Eletrónica de Potência******-Visão geral dos conversores de potência******-Conversores multinível unidirecionais e bidirecionais e respetivos princípios operacionais******-Formulação matemática, estratégias de controlo e modulação de conversores multinível******-Projeto do conversor com tolerância a falhas e controlo digital******Controlo de Acionamentos Elétricos Tolerantes a Falhas******-Conceito de tolerância a falhas em conversores de potência e acionamentos elétricos******-Estratégias de controlo tolerante a falhas******-Tolerância a falhas usando controlo preditivo baseado em modelos (MPC)******-Otimização do funcionamento do acionamento em modo tolerante a falhas******-Máquinas elétricas multifásicas tolerantes a falhas***

Acionamentos tolerantes a falhas para aplicações críticas e de energia verde

4.4.5. Syllabus:

Finite Element Method

- *Development of magnetic and thermal models*
- *Calculation of derived quantities from the numerical solution of the electromagnetic field*
- *Calculation of equivalent electrical parameters*
- *Losses and optimization*

Power Electronics

- *Overview of high-power converters*
- *Unidirectional and bidirectional multilevel converters and their operational principles*
- *Mathematical formulation, control and modulation strategies of multilevel converters*
- *Design of power electronics converter with fault tolerance and digital control for critical applications.*

Control of Fault-Tolerant Electric Drives

- *Concept of fault tolerance in power converters and electric drives*
- *Fault-tolerant control strategies*
- *Fault-tolerance using model-based predictive control (MPC)*
- *Optimized operation of the drive in fault-tolerant mode*
- *Fault-tolerant multiphase electrical machines*
- *Fault-tolerant drives for critical and green energy applications*

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

Tendo em conta o objetivo de dotar o aluno de conhecimentos necessários ao projeto, conceção, instalação e operação de sistemas eletrónico-magnéticos tolerantes a falhas, os conteúdos estão organizados em torno de três módulos de conhecimento. Com o primeiro módulo pretende-se fornecer ferramentas de simulação e análise de máquinas elétricas tolerantes a falhas. O segundo módulo pretende dotar o aluno dos conhecimentos necessários ao projeto de conversores multinível necessários à alimentação das máquinas elétricas projetadas para as aplicações objeto de estudo. O terceiro e último módulo culmina com as estratégias de controlo tolerantes a falhas de todos os componentes do sistema.

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

Considering the objective of providing the student with the necessary skills to design, install and operate fault-tolerant electronic-magnetic systems, the contents are organized around three knowledge modules. The first module is intended to provide simulation and analysis tools for fault-tolerant electrical machines. The second module aims to provide the student with the necessary knowledge for the design of multilevel converters required to supply the electrical machines designed for the applications under study. The third and final module culminates with fault-tolerant control strategies for all system components.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas e pequenas palestras, conduzidas pelos docentes, recorrendo a meios audiovisuais, para apresentação e discussão dos tópicos fundamentais relativos ao programa, complementadas com a introdução e uso de ferramentas computacionais de elementos finitos e co-simulação para apoio à unidade curricular. Os alunos conduzem ainda um seminário sobre um tema previamente atribuído.

Métodos de avaliação - Trabalho de investigação

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes and short lectures, conducted by the teaching staff, with the aid of audiovisual tools, for presentation and discussion of the main topics of the syllabus, complemented with the introduction and use of finite element analysis and co-simulation software tools of support. Students conduct a seminar addressing a topic previously assigned.

Assessment method - Research work

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

As aulas fornecem os conceitos teóricos fundamentais, e servem de ponto de partida para que os estudantes possam posteriormente aprofundar os seus conhecimentos e aplicá-los na conceção de sistemas tolerantes a falhas usando ferramentas de simulação computacional multifísicas e de co-simulação, envolvendo máquinas elétricas tolerantes a falhas, conversores de eletrónica de potência e respetivos sistemas de controlo. As aulas de orientação tutorial dão suporte ao trabalho de investigação que servirá de base à avaliação dos conhecimentos dos alunos bem como à sua aplicação prática num projeto concreto.

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

The classes provide the fundamental theoretical concepts, and serve as a starting point so that students can further deepen their knowledge and apply it in the design of fault-tolerant systems using multiphysical computer simulation and co-simulation tools, involving fault-tolerant electrical machines, power electronic converters and their control systems. The tutorial classes support the research work that will serve as a basis for the assessment of students knowledge as well as its practical application in a specific project.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Marius Rosu et al., Multiphysics Simulation by Design for Electrical Machines, Power Electronics, and Drives. New Jersey: IEEE - Wiley, 2018.

Sixing Du, Modular multilevel converters: Analysis, control, and applications. IEEE press, 2018

Bolvashenkov et al., Fault-Tolerant Traction Electric Drives: Reliability, Topologies and Components Design. Singapore: Springer, 2020.

Venkata Yaramasu and Bin Wu, Model Predictive Control of Wind Energy Conversion Systems. John Wiley & Sons, 2016.

Mapa IV - Tópicos Avançados em Sistemas de Energia Elétrica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Tópicos Avançados em Sistemas de Energia Elétrica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Advanced Topics in Electric Power Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EESI

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

18-OT; 10-S

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Álvaro Filipe Peixoto Cardoso de Oliveira Gomes, 6h OT + 4h S

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

Humberto Manuel Matos Jorge (6h OT + 3h S), Pedro Manuel Soares Moura (6h OT + 3h S)

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

Os alunos devem ficar a conhecer os recursos disponíveis para o planeamento energético, como as tecnologias de geração e de armazenamento que contribuirão para a descarbonização do setor e ser capazes de desenvolver planeamento energético a nível local e nacional. Os alunos devem ficar também a conhecer e compreender os desafios que colocados pela produção distribuída com base em fontes renováveis variáveis, o autoconsumo, as comunidades de energia e os desenvolvimentos em torno das redes inteligentes, bem como de diferentes ferramentas para

assegurar a otimização entre a oferta e da procura de energia. Devem ainda ficar com conhecimentos acerca dos sistemas de gestão técnica em edifícios e da interação entre edifícios inteligentes e redes inteligentes. Além disso, devem também ficar a conhecer e compreender as diferentes formas e disposições regulatórias que conduzem a uma utilização mais eficiente da energia

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

Students should get to know the resources available for energy planning, such as the generation and storage technologies that will contribute to the decarbonization of the sector and should be able to develop energy planning at local and national level. Students should also get to know and understand the challenges posed by distributed generation based on variable renewable sources, self-consumption, energy communities and the deployment of smart grids, as well as different tools to ensure an optimized balance between energy supply and demand. In addition, they should also get to know and understand the role of building management systems and the smart buildings-smart grids interaction. Students should also get to know and understand the different forms and regulatory standards that lead to a more efficient use of energy.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Planeamento da Geração de Energia Elétrica

- Modelos de Planeamento Energético
- Opções de Geração e Planeamento do Sistema Eletroprodutor
- Impacto da descarbonização no setor da produção de eletricidade
- Armazenamento de energia como fator de planeamento energético

Redes elétricas Inteligentes

- Produção distribuída de energia com base em fontes renováveis
- Autoconsumo coletivo e comunidades de energia
- Eletrificação, armazenamento disperso e resposta dinâmica da procura de energia

Utilização eficiente de energia

- Produção integrada de energia nos edifícios para autoconsumo
- Sistemas de gestão técnica
- Edifícios inteligentes
- Disposições regulatórias sobre o uso da energia nos edifícios

4.4.5. Syllabus:

Power generation planning

- Energy Planning Models
- Generation Options and Power Systems Planning
- Impact of decarbonization on the electricity generation sector
- Energy storage as an energy planning factor

Smart Grids

- Distributed energy production based on renewable sources
- Collective self-consumption and energy communities
- Electrification, energy storage and demand response

Efficient Use of Energy

- Integrated energy production in buildings for self-consumption
- Building management systems
- Smart buildings
- Energy building codes and regulations

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

O primeiro tópico fornece modelos e opções de planeamento de energia; apresenta os diferentes recursos de geração e seu planeamento e gestão; aborda os desafios associados à integração da geração de energia renovável e necessidades de flexibilidade. No segundo tópico são abordados temas relevantes das redes inteligentes, designadamente a integração distribuída de fontes renováveis, a gestão flexível da procura e injeções de potência (produção renovável, armazenamento e partilha de produção), a otimização da gestão de recursos, em funcionamento normal e em resposta a emergências. No terceiro tópico, o conteúdo do programa procura abranger as fases da conceção, projeto e operativa do edifício, explorando a automatização, bem como a interação entre edifícios inteligentes e redes inteligentes. É ainda abordada a questão regulatória. Permite aos alunos adquirirem competências para intervirem com eficácia tanto em estratégias de prevenção como de remediação do desperdício de energia.

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

First topic provides models and options for energy planning; presents the different generation resources and their planning and management; addresses the challenges associated with integration renewable energy generation and flexibility needs. Second topic addresses the most relevant topics in smart grids, namely distributed renewable sources, the flexible management of demand and power injections (renewable production, storage and production sharing), the optimization of resource management, in normal operation and in response to emergencies. In third topic,

the content of the program covers the phases of the preliminary design, the project and the operational phase of the building's life cycle exploring, namely, the buildings' automation and the interaction between the smart buildings and the smart grids. Regulations and codes will be analysed in detail. It allows students to acquire skills to act effectively both in prevention strategies and in strategies for remedying energy waste.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas regulares, recorrendo a meios audiovisuais, para exposição dos dos conceitos, princípios e teorias fundamentais. Aulas de orientação tutorial. Os estudantes conduzem cada um seminário, baseado numa monografia sobre um tema previamente atribuído.

Métodos de avaliação - Trabalho de síntese

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Regular classes with, using audiovisual means, to expose concepts, principles and fundamental theories. Tutorial classes. Seminars driven by students according to previously assigned themes

Assessment method - Synthesis work

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

Os métodos de ensino adotados procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem e na sua valorização pessoal, e assim levar ao desenvolvimento das suas competências técnicas específicas e pessoais. As metodologias de ensino permitem oferecer tanto a base teórica dos tópicos abordados como a sua discussão prática. Permitem ainda o desenvolvimento de capacidades de pesquisa, trabalho autónomo e de apresentação e discussão de temas/conceitos. Desta forma, estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, em raciocínio crítico e em aplicar em casos práticos os conhecimentos adquiridos. O método de avaliação permite avaliar todas as componentes: teórica e capacidade de aplicação dos conceitos.

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

The teaching methods adopted are aimed at engaging students in the learning process and in their personal development, and thus lead to the development of technical and personal skills. Teaching methodologies cover both the theoretical basis and the practical discussion of the topics covered in the course. They also allow the development of research, autonomous work and presentation and discussion capabilities. Hence, conditions exist for the development of competencies in problem solving, critical reasoning and application in practical situations. The evaluation method allows the evaluation of all components: theory and ability to apply concepts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Breeze, P. (2019). *Power generation technologies (Third Edition)*. Newnes.
 - Lund, H. (2021). *Renewable energy systems: a smart energy systems approach to the choice and modeling of 100% renewable solutions (Third Edition)*. Academic Press.
 - Mohammadi-Ivatloo, B., Shotorbani, A. M., & Anvari-Moghaddam, A. (2021). *Energy Storage in Energy Markets*. Academic Press.
 - Tomar, A., Kandar, R. (2020). *Advances in Smart Grid Power System*. Academic Press.
 - Martinez, D. Ebenhack, B., Wagner T. (2019). *Energy Efficiency - Concepts and Calculations*. Elsevier Science.
- Legislação diversa aplicável. Applicable legislation, rules and regulations*
Outros materias sugeridos pelos professores/Other materials suggested by the professors.

Mapa IV - Bioeletrónica e Biossensores

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Bioeletrónica e Biossensores

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Bioelectronics and Biosensors

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EESI

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

S:10; OT:18

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Henrique Leonel Gomes (S:6; OT:10)

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

Pedro Faia, (S:2; OT:4)

Mahmoud Tavakoli, (S:2; OT: 4)

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

A Bioeletrónica envolve a aplicação dos princípios da engenharia eletrónica à biologia, medicina e ciências da saúde. Um aspeto importante é o desenvolvimento de uma interface de comunicação entre materiais biológicos (células, tecidos e órgãos) e componentes eletrónicos. Este curso começa apresentando os conceitos de bioeletricidade e biossensores. São discutidos as fontes e o uso de campos e correntes elétricas no contexto de sistemas e problemas biológicos. As competências a adquirir são:

- Perceber os princípios de desenvolvimento de biossensores e dispositivos bioeletrónicos.*
- Compreender os princípios da transdução de sinal entre biologia e eletrónica.*
- Conhecer os fatores que afetam o desempenho e os limites de deteção de um dispositivo bioelectrónico ou de um biossensor.*
- Tomar decisões de projeto e seleção em resposta a problema de medição e atuação no uso de biossensores e dispositivos bioelectrónicos*
- Ser capaz de avaliar os desafios e as tecnologias emergentes na área.*

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

Bioelectronics involves the application of the principles of electronic engineering to biology, medicine and health sciences. An important aspect is the development of an interface between biological materials (cells, tissues, and organs) and electronic components. This course starts by introducing the concepts of bioelectricity and biosensors. The sources and use of fields and electric currents in the context of biological systems and problems are discussed. The skills to be acquired are:

- Understand the principles of development of biosensors and bioelectronic devices.*
- Understand the principles of signal transduction between biology and electronics.*
- Know the factors that affect the performance and the detection limits of a bioelectronic device or a biosensor.*
- Make design and selection decisions in response to a measurement and performance problem in the use of biosensors and bioelectronic devices.*
- Be able to assess the challenges and emerging technologies in the field.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1- Elementos fundamentais dos biossensores, dispositivos bio-inspirados, dispositivos híbridos que usam micro-organismos.*
- 2- Componentes eletrónicos para operar em ambientes líquidos. Transístores com duplas camadas elétricas, aplicação e medição de potenciais elétricos em meios líquidos.*
- 3- Biossensores eletroquímicos.*
- 4- Sensores e técnicas óticas em biossensores e suas aplicações.*
- 5- Técnicas de impedância de pequenos sinais, espectroscopia de impedância de células, resposta em frequência, extração de parâmetros usando circuitos elétricos equivalentes.*
- 6- Fundamentos sobre ruído elétrico, ruído em sistema biológicos, ruído gerado por dupla camada elétrica, estratégias para minimizar ruído e melhorar o limite de deteção.*
- 7- Dispositivos para comunicar com microrganismos e células.*

- 8- *Sistemas micro-fluídicos e plataformas “Lab-on-chip”.*
- 9- *Dispositivos eletrónicos implantáveis.*
- 10- *Dispositivos eletrónicos bio-inspirados e computação neuromórfica.*
- 11- *Interfaces cérebro-computador.*

4.4.5. Syllabus:

- 1- *Fundamental elements of biosensors, bio-inspired devices, hybrid devices that use living microorganisms.*
- 2- *Electronic components to operate in liquid environments. Transistors with double-electrical layers, application and measurement of electrical potentials in liquid media.*
- 3- *Electrochemical biosensors.*
- 4- *Optical based techniques in biosensors and their applications.*
- 5- *Small signal impedance techniques, cell impedance spectroscopy, frequency response, extraction of parameters using equivalent electrical circuits.*
- 6- *Fundamentals about electrical noise, noise in biological systems, noise generated by electrical double-layers, strategies to minimize noise and improve device detection limit.*
- 7- *Devices to communicate with microorganisms and cells.*
- 8- *Microfluidic systems and “Lab-on-chip” platforms.*
- 9- *Implantable bio-electronic devices.*
- 10- *Bio-inspired electronic devices and neuromorphic computing.*
- 11- *Brain-computer interfaces.*

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

Os conteúdos propostos fornecem um conhecimento aprofundado do desenvolvimento e uso de instrumentos e métodos para medir e caracterizar eletricamente biossensores e dispositivos para medir sinais bioelétricos em humanos e outros organismos vivos. O desenvolvimento da instrumentação é baseado em tecnologias que incluem transístores de efeito de campo, micro e nano-sistemas, bio-fotónica, e sistemas microfluídicos. Essas tecnologias são aplicadas a uma ampla gama de instrumentos e dispositivos, incluindo aparelhos auditivos, biossensores, “labs-on-a-chip” e dispositivos eletrofisiológicos. Por outro lado, perceber o funcionamento de alguns sistemas de computação neuronal biológicos, por exemplo sinapses, é importante para desenvolver novos dispositivos eletrónicos bioinspirados com aplicações em computação neuromórfica, por exemplo.

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

The proposed syllabus provides in-depth knowledge of the development and use of instruments and methods to measure and characterize biosensors and bioelectronic devices to measure biologic signals in humans and other living organisms. The development of instrumentation is based on technologies including, transistor devices, micro- and nanosystems, biophotonics, sensors, optics and micro-fluidics. These technologies are applied to a wide array of instruments and devices including hearing aids, biosensors, labs-on-a-chip, and electrophysiological sensing devices and in bio-inspired devices for instance for neuromorphic computing.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Será usada uma combinação de seminários juntamente com a realização de um projeto de investigação em laboratório onde o aluno com o apoio do seu tutor caracteriza ou desenvolve um determinado biossensor ou dispositivo bioeletrónico.

O aluno será avaliado em duas componentes; (a) um exame escrito com peso de 30% na nota final e (b) um trabalho de investigação experimental que incidirá sobre a caracterização de um biossensor ou de um componente bioeletrónico, ou sobre a aquisição e processamento de sinais bioelétricos esta componente terá o peso de 70%na avaliação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

A combination of seminars will be used together with the realization of a research project in the laboratory where the student, with the support of his tutor, characterizes or develops a particular biosensor or bioelectronic device.

The student will be evaluated in two components; (a) a written exam with a weight of 30% in the final grade and, (b) an experimental research work that will focused on the characterization of a biosensor or a bioelectronic component, or on the acquisition and processing of bioelectric signals. This component will have in the evaluation the weight of 70%.

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

A estratégia de ensino e os métodos adotados visam fornecer os fundamentos e as competências experimentais necessárias para projetar, desenvolver, e fabricar biossensores e dispositivos bioeletrónicos. Os seminários fornecem os fundamentos das técnicas de medida e da eletrónica. A experiência prática é adquirida por meio de um projeto de investigação realizado em laboratório. Os seminários são orientados para fornecer o enquadramento fundamental e preparar o aluno para a realização do seu trabalho experimental.

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

The teaching strategy and methods adopted aim at providing fundamentals and experimental skills needed to design, develop, and fabricate biosensors and bioelectronic devices. Research seminars provide the fundamental background. Hands on experience is gained to through a research project carried out in the lab. The seminars are oriented to provide fundamental background and to prepare the student to carry his experimental work.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Hung Cao, Todd Coleman, Tzung K. Hsiai, and Ali Khademhosseini (Editors), 2020, Interfacing Bioelectronics and Biomedical Sensing, Springer International Publishing, DOI: 10.1007/978-3-030-34467-2.

Walid Zgallai (Editor), 2020, Biomedical Signal Processing and Artificial Intelligence in Healthcare, Academic Press.

Akio Yasuda and Wolfgang Knoll (Editors), 2019, Organic Bioelectronics for Life Science and Healthcare, Materials Research Forum LLC, DOI: 10.21741/9781644900376.

Nweshia Khasnobish, Indranil Banerjee, Heinz-Bernhard Kraatz, Sandip Bag, Kunal Pal, Usha Kuruganti (Editors), 2019, Bioelectronics and Medical Devices: From Materials to Devices - Fabrication, Applications and Reliability, Woodhead Publishing, Elsevier, DOI: 10.1016/C2017-0-00496-2.

Onur Parlak, Alberto Salleo, Anthony Turner (Editors), 2020, Wearable Bioelectronics, Elsevier, DOI: 10.1016/C2017-0-00863-7

Sandro Carrara and Krzysztof Iniewski (Editors), 2015, Handbook of Bioelectronics: Directly Interfacing EI

Mapa IV - Sistemas Ciberfísicos: Conceitos Avançados e Desafios de Investigação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Ciberfísicos: Conceitos Avançados e Desafios de Investigação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Cyber-Physical Systems: Advanced concepts and research challenges

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EESI

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

S:10; OT:18

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Lino José Forte Marques (S:5; OT:9)

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

Jorge Sá Silva (sasilva@deec.uc.pt) (S:5; OT:9)

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

Os sistemas ciberfísicos são sistemas formados por entidades computacionais colaborativas, com uma forte ligação ao mundo físico e aos seus processos. Estes sistemas têm capacidade de compreender e de se adaptar às condições

externas. Alguns exemplos destes sistemas são os carros autónomos, robôs de cirurgia, edifícios inteligentes e sistemas de produção inteligentes. O principal objectivo desta unidade curricular é dotar o estudante de conhecimentos avançados para analisar, projectar, implementar e avaliar sistemas ciberfísicos com um elevado nível de segurança e capacidade de comunicação através da Internet. Para atingir este objectivo principal, o estudante deverá adquirir competências e capacidade para:

- *Identificar requisitos funcionais de sistemas ciberfísicos*
- *Modelar e simular as funcionalidades dos sistemas*
- *Desenvolver software para o controlo de sistemas ciberfísicos*
- *Conceber planos de teste, validar e avaliar o desempenho de sistemas ciberfísicos*

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

Cyber-physical systems are systems formed by collaborative computational entities, with a strong connection to the physical world and its processes. These systems, such as autonomous cars, operating robots, smart buildings, and intelligent production systems, can understand and adapt to external conditions. The main objective of this course is to provide the student with advanced knowledge to analyse, design, implement, and test safe and secure cyber-physical systems.

To achieve this main objective, the student must acquire skills and ability to:

- *Identify functional requirements of cyber-physical systems*
- *Model and simulate system functionalities*
- *Develop software for the control of cyber-physical systems*
- *Design test plans, validate and evaluate the performance of cyber-physical systems.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Sistemas ciberfísicos e Internet das Coisas
Metodologias de projecto
Integridade física
Redes e Comunicação
Ciber-segurança
Aplicações e Serviços*

4.4.5. Syllabus:

*Cyber-physical systems and Internet of Things
Design methodologies
System safety
Communications and networks
Cyber-security
Applications and Services*

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

Os conteúdos programáticos propostos englobam tópicos de investigação e metodologias necessários na aplicação de conceitos fundamentais relativos à investigação e desenvolvimento de sistemas ciberfísicos seguros.

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

The proposed syllabus covers research topics and methodologies necessary to apply fundamental concepts for research and development on secure cyber-physical systems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas de orientação tutorial e seminário. Avaliação: trabalho escrito em formato de artigo com apresentação oral.

Métodos de avaliação - Trabalho de síntese 80%; Outra 20%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Tutorial and seminar classes. Assessment: written technical report and oral presentation.

Assessment method - Synthesis work 80%; Other 20%

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

A metodologia de ensino adoptada procura envolver os alunos no processo de aprendizagem através da análise ao estado da arte e da escrita de um trabalho de síntese sobre um tópico relacionado com sistemas ciberfísicos.

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

The teaching methodology adopted seeks to involve students in the learning process through the analysis of the state

of the art and by writing a synthesis paper on a topic related to cyberphysical systems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Proceedings of the IEEE, Special issue on “Cyber–Physical Systems”, Volume 100, Issue 1, January 2012.*
- *Proceedings of the IEEE, Special issue on “Safe and Secure Cyber–Physical Systems”, Volume 106, Issue 1, January 2018.*
- *Lee, Edward Ashford, and Sanjit A. Seshia. Introduction to embedded systems: A cyber physical systems approach, 2nd ed, MIT Press, 2017.*
- *Alur, Rajeev. Principles of Cyber-Physical Systems, MIT Press, 2015.*
- *Platzer, André. Logical Foundations of Cyber-Physical Systems, Springer, 2018.*
- *D. Nunes, J. Sá Silva, F. Boavida, "A Practical Introduction to Human-in-the-Loop Cyber-Physical Systems", John Wiley & Sons, ISBN: 978-1-119-37777-1, January 2018.*

For each topic to be addressed in the course, a list of additional research papers will be provided to the students.

Mapa IV - Arquiteturas Avançadas de Computação na Periferia para Internet das Coisas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Arquiteturas Avançadas de Computação na Periferia para Internet das Coisas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Advanced Edge Computing Architectures for IoT

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EESI

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

S:10; OT:18

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Gabriel Falcão Paiva Fernandes (S:4; OT6)

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

*Paulo José Monteiro Peixoto (S:3; OT:6),
Jorge Nuno de Almeida e Sousa Almada Lobo (S:3; OT:6)*

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

O objetivo da unidade curricular consiste na introdução de conceitos teóricos e práticos de computação na edge, apresentando as suas vantagens em relação à computação centralizada. Com a massificação de novos sistemas da

Internet das Coisas (IoT), a quantidade de dados gerada aumentou significativamente. A unidade curricular pretende mostrar que o processamento distribuído desses dados na edge permite assegurar uma utilização mais eficiente dos recursos computacionais disponíveis, tais como a utilização mais eficiente da memória, da largura de banda, e a diminuição de latência e consumo energético. O processamento desses dados requer frequentemente a utilização de técnicas de aprendizagem computacional distribuída, como por exemplo a aprendizagem federada, que permite aumentar os níveis de segurança e privacidade dos dados. Em particular, a unidade curricular enfatizará a aquisição de competências de computação que envolvam a utilização de GPUs low-power e System-on-Chip (SoC) na edge

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

The objective of this course is to introduce theoretical and practical concepts of edge computing, presenting its advantages when compared to centralized computing. With the widespread adoption of Internet of Things (IoT) systems, the amount of data constantly being generated has increased significantly. This curricular unit intends to explore the distributed processing of such amounts of data at the edge to ensure a more efficient use of the available computational resources, such as a more efficient use of memory, bandwidth, decreased latency and energy consumption. The processing of massive amounts of IoT data often requires the use of distributed machine learning techniques, such as federated learning, which provides increased levels of data security and privacy. In particular, the course will emphasize the acquisition of computing skills that involve the use of low-power GPUs and System-on-Chip (SoC) at the edge.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Evolução de sistemas distribuídos: porquê o processamento na edge?*
- *Arquiteturas de sistema distribuídos multicamadas (estudo de casos em redes IoT e 5G)*
- *Plataformas de computação na edge em hardware e software de última geração*
- *Computação em GPUs e System-on-Chips (SoCs) na edge:*
 - => *Gestão de memória*
 - => *Balanciamento de carga de trabalho entre host e dispositivo*
 - => *Consumo / gestão de energia*
- *Movendo técnicas de aprendizagem máquina para fora dos datacenters:*
 - => *Aprendizagem federada*
 - => *Aprendizagem de reforço na edge*
- *Aplicações avançadas de computação na edge:*
 - => *Cidades inteligentes suportadas por processamento na edge*
 - => *Saúde*
 - => *Robótica assistiva*
 - => *Manufatura e indústria 4.0*
 - => *Veículos inteligentes e drones com suporte na edge*
 - => *Dispositivos de realidade virtual e aumentada*
- *Gestão de recursos, energia, balanceamento de carga e distribuição em sistemas de computação fog multi*

4.4.5. Syllabus:

- *Evolution of distributed systems: Why computing at the edge?*
- *Multi-tier distributed system architectures (examples in IoT and 5G networks)*
- *State-of-the-art hardware and software edge computing platforms*
- *Edge GPU / System-on-Chip computing:*
 - => *Memory management*
 - => *Workload balancing between host and device*
 - => *Energy consumption / management*
- *Taking machine learning out of datacenters:*
 - => *Federated learning*
 - => *Reinforcement learning on the edge*
- *Advanced edge computing applications:*
 - => *Edge-supported smart cities*
 - => *Healthcare*
 - => *Assistive robotics*
 - => *Manufacturing and industry 4.0*
 - => *Edge-supported smart vehicles and drones*
 - => *Augmented and virtual reality devices*
- *Energy and resource management, workload balancing and distribution in multi-tier fog computing systems*

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

As aulas permitem expor, discutir e exemplificar a teoria subjacente ao estudo da computação distribuída e de processamento na edge. Os modelos e métodos apresentados nas aulas são sistematicamente demonstrados em

aplicações práticas, contribuindo para uma melhor compreensão e consolidação das matérias abordadas. Por fim, os projetos computacionais solidificam o conhecimento fazendo a ponte da teoria com a prática. O funcionamento da unidade curricular decorre sempre numa perspetiva de enquadramento na área de investigação de cada aluno. Nesta unidade curricular os alunos devem adquirir competências de compreensão, análise e síntese das matérias abordadas, raciocínio crítico, análise e síntese de trabalhos do estado-da-arte, organização e planeamento, resolução de problemas, trabalho em equipa, comunicação, aprendizagem autónoma e aplicação prática de conhecimentos.

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

The lectures allow us to expose, discuss and exemplify the theory behind distributed computing and edge computing. The models and methods presented in the classes are systematically addressed using practical applications, contributing to a better understanding and consolidation of the subjects covered. Finally, practical projects solidify knowledge by bridging theory with practice. Students will always be motivated to apply the concepts presented in this course to their respective research fields. Students should acquire skills in understanding, analyzing, and synthesizing the subjects covered. They should be encouraged to evidence critical reasoning when analyzing the state-of-the-art and demonstrate several other skills like organization and planning, problem-solving, teamwork, communication, autonomous learning, and practical application of the theoretical concepts.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino da unidade curricular está organizado em duas componentes complementares, teórica ou de seminário e prática ou de carácter tutorial (OT). As aulas de seminário teóricas (S) destinam-se sobretudo à exposição de conteúdos pelo docente e ao esclarecimento de dúvidas de interesse geral para a turma. De igual modo, prevê-se o estudo e análise de trabalhos descritores do estado-da-arte e a sua discussão de modo expositivo em ambiente de aula. As aulas tutoriais (OT) visam consolidar os conceitos apresentados nas aulas S através do desenvolvimento de um projeto de carácter prático.

Métodos de avaliação - Mini testes - 20%; Relatório de seminário ou visita de estudo (30%); Trabalho de Investigação (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methods of the curricular unit are organized around two complementary components: theoretical or seminar (S) and practical or tutorial (OT). Theoretical seminar classes are mainly intended to expose content by the teacher and to clarify doubts of general interest to the class. The study and analysis of works describing the state-of-the-art and their discussion in an expository way in a classroom environment are also foreseen. The tutorial classes (OT) intend to consolidate the concepts presented in the seminar classes (S) through the development of a practical project.

Assessment method - Seminar ir study visit report: Research paper presentation (30%) ; Test: Quizzes (20%); Research work: Research project (50%)

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

É objetivo da unidade curricular levar os estudantes a desenvolver as competências teóricas e práticas necessárias à implementação e aplicação bem sucedida de algoritmos de computação avançada do tipo distribuída e/ou paralela, em diferentes níveis da hierarquia da rede, com particular ênfase na edge. Os métodos de ensino adotados visam permitir, por um lado, a transmissão de todo um corpo de conhecimento teórico e, por outro, a exercitação desse conhecimento e a sua aplicação a novas situações. Para além de constituírem elementos de avaliação, a análise crítica do estado-da-arte e o projeto prático contribuem para motivar e convidar os estudantes ao aprofundamento dos conteúdos teóricos, e realçar a apreciação da relevância prática dos métodos estudados.

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

The objective of the course is to lead students to develop the theoretical and practical skills necessary for the successful implementation and application of advanced computational algorithms in a distributed way, at different levels of the network hierarchy, with particular emphasis on edge computing. The adopted teaching methods intend to allow, on one side, the transmission of theoretical knowledge and, on the other side, to extend that knowledge and its application to new challenges. In addition to constituting evaluation elements, the critical analysis of the state-of-the-art and the practical project contribute to motivate and invite students to deepen the theoretical content of the course, and to perceive its practical relevance.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Thomas Sterling, Matthew Anderson, and Maciej Brodowicz. High Performance Computing: Modern Systems and

Practices, 1st Edition, Morgan Kaufmann, 5th December 2017.

2. Kirk, David B., and W. Hwu Wen-Mei. *Programming massively parallel processors: a hands-on approach*. Morgan Kaufmann, 2016.

3. Buyya, Rajkumar, and Satish Narayana Srirama, eds. *Fog and edge computing: principles and paradigms*. John Wiley & Sons, 2019.

4. Qiang Yang, Yang Liu, Yong Cheng, Yan Kang, Tianjian Chen, and Han Yu. *Federated Learning*, Morgan & Claypool, 2019.

5. Pete Warden, and Daniel Situnayake. *TinyML*. O'Reilly Media, Inc., December 2019. ISBN: 9781492052043

Mapa IV - Tópicos Avançados em Redes de Comunicação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tópicos Avançados em Redes de Comunicação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Tópicos Avançados em Redes de Comunicação

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EESI

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

162h

4.4.1.5. Horas de contacto:

S-10h; OT-18h

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Jorge Sá Silva (S-2h ; OT-3,6h)

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

Lúcia Martins (S-2h ; OT-3,6h), Teresa Gomes (S-2h ; OT-3,6h), Rita Girão Silva (S-2h ; OT-3,6h), Luís Cruz (S-2h ; OT-3,6h)

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

Esta unidade curricular pretende dotar o aluno de uma sólida contextualização dos recentes avanços nas redes de comunicação, nas áreas do sensoriamento e da actuação, e das aplicações em transmissão de multimédia. O programa da disciplina começa por fazer uma revisão às soluções existentes nas áreas para a arquitectura da actual Internet, analisando em detalhe as principais tecnologias. Esta disciplina pretende ainda oferecer processos de aprendizagem para que o estudante possa conduzir as suas atividades de investigação nas áreas afins, tais como Internet das Coisas (IoT), fiabilidade e encaminhamento, Human-in-the-Loop (HiL), e media networking e seus usos. As aplicações de media networking têm requisitos específicos que serão também abordados no contexto das redes. A fiabilidade e o encaminhamento resiliente são tópicos fulcrais em sistemas complexos, sendo a capacidade de resistir a falhas de importância fundamental para garantir a continuidade e a qualidade dos serviços em redes

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

This unit intends to provide the students with a solid theoretical contextualization on advanced communication networks, on advanced sensing and actuation, and media communication. The program starts with a revisions of the existent solutions in the areas of Internet architectures, major technologies and the main solutions. The course also aims to train students in conducting major research in relevant aspects of these areas, in particular: Internet of Things (IoT), reliability and routing, Human-in-the-Loop (HiL), and media networking. Media networking applications have specific requirements that will also be addressed in the context of communication networks. Reliability and resilient routing are central to complex systems, as the ability to react to failures is of paramount importance to assure the continuity and quality of service in networks.

4.4.5. Conteúdos programáticos:**1 – Redes de Comunicação**

- *A História das Redes de Comunicação*
- *Redes sem fios e mobilidade*
- *Segurança e privacidade*
- *Normas*

2 – Sensores e Actuadores

- *Internet das Coisas*
- *Internet das Coisas em ambientes industriais*
- *Human in the Loop*
- *Mobilephone sensing*
- *Sensoriamento indirecto*
- *Computação do comportamento humano*
- *Sistemas antecipatórios*

3 – Encaminhamento

- *Métodos de referência de encaminhamento em diferentes tipos de redes*
- *Introdução a modelos de otimização multicritério relativos ao desempenho*

4 – Resiliência em redes

- *Cálculo de fiabilidade em redes*
- *Encaminhamento resiliente*

5 – Fiabilidade e encaminhamento em diferentes tipos de redes**6 – Media Networking**

- *Serviços de conversação*
- *Redes Sociais*
- *Streaming de Sinais Multimedia*
- *Adaptação de conteúdos para acesso universal*
- *Redes de Distribuição de Conteúdos Multimedia*
- *Estimação, monitorização e controlo de QoE*
- *Streaming para aplic. de Realidade Virtual e Realidade Aumentada*

4.4.5. Syllabus:**1 – Communication Networks**

- *History of Communication Networks*
- *Wireless and mobile networks*
- *Security and Privacy*
- *Standards*

2 – Sensing and Actuation

- *Internet of Things*
- *Industrial Internet of Things*
- *Human in the Loop*
- *Mobilephone sensing*
- *Indirect sensing*
- *Human behavioral computing*
- *Anticipatory systems and actuation*

3 – Routing

- *Reference routing methods in different types of networks*
- *Introduction to multicriteria optimization models for network performance*

4 – Network resilience

- **Network reliability calculation**
- **Resilient routing**

5 – Reliability and routing in different types of networks**6 – Media Networking**

- **Conversational services over networks**
- **Social Networks**
- **Multimedia Streaming**
- **Content adaptation for universal access**
- **Content Delivery Networks**
- **Quality of Experience Measurement, Monitoring and Control**
- **Virtual Reality and Augmented Reality Streaming over Networks**

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: O conhecimento e o domínio das redes de comunicação são requisitos muito importantes face ao desenvolvimento tecnológico. Esta unidade curricular pretende dotar os alunos de conhecimentos avançados nestas áreas, através de uma abordagem estruturada e de uma análise crítica.

Os tópicos a abordar são atuais e estão fortemente ligados com as novas áreas das tecnologias da informação e comunicação. Através da apresentação e discussão destes tópicos fornece-se aos alunos uma visão atualizada dos desafios de investigação, e potenciam-se competências de análise e síntese, comunicação oral e escrita, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma, e investigação.

No final desta unidade curricular, o aluno estará preparado para: assimilar os conceitos de investigação e as metodologias na área das redes de comunicação, identificar tópicos de investigação apropriados, escolher e definir problemas de investigação, preparar uma proposta de tese, e organizar e desenvolver processos de investigação.

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

Data communication and networking may be the fastest growing technologies in our days. Consequently, it is essential an understanding of Internet technologies. This unit provides advanced knowledge on communication systems, and it is designed using a critical analysis.

The topics addressed in the course are up-to-date and strongly related to the new research areas. Through presentation and discussion of these topics, the students are provided with an updated view on ICT research challenges and will develop competences in analysis and synthesis, written and oral communication, critical reasoning, autonomous learning, and research.

At the end of successful completion of this unit, student will be able to: understand the concepts of research and its methodologies on network protocols, identify appropriate research topics, select and define appropriate research problem and parameters, prepare a thesis proposal, and organize and conduct research in a more appropriate manner on these areas.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Métodos de ensino: aulas de tipo seminário para exposição de tópicos, e aulas de tipo orientação tutorial para um apoio mais dirigido a cada aluno.

A estratégia e métodos adotados têm por objetivo envolver o aluno no processo de aprendizagem e desenvolvimento pessoal. Para além da obtenção de competências técnicas específicas, pretende-se a aquisição de competências genéricas de natureza instrumental, pessoal e sistémica.

Métodos de avaliação - Trabalho de síntese - 50%; Trabalho laboratorial ou de campo - 30%; Outra - Apresentação - 20%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methods: classes of seminar type to address the topics of the course, and tutorial guidance classes for a more specific support to each student. The adopted teaching strategy and methods aim at engaging the student in the learning process and at his personal development. This will allow the student to achieve specific technical competences, and to develop some generic competences of instrumental, personal and systemic nature.

Assessment method - Synthesis work - 50%; Fieldwork or laboratory work - 30%; Othe - Presentation - 20%

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

Sendo esta uma disciplina de um doutoramento, é fundamental que os alunos estejam a par das questões de investigação mais atuais na área em causa e, para além disso, que adquiram competências para estudar uma dada área, analisar a investigação que nela é feita e ter uma visão crítica do estado da arte. A escrita e apresentação de um

artigo é fundamental para exercitar essas competências. Por outro lado, o trabalho laboratorial é essencial para a aquisição de competências práticas.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Being this a doctoral program course, it is fundamental that the students are abreast with the current research issues in the ICT area and, in additional, acquire competences to study a given area, analyze the research being done in it, and form a critical view on the state-of-the-art. Writing and presenting a paper is fundamental in order to exercise those competences. On the other hand, the lab assignment is essential for acquiring practical competence.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J.-N. Hwang. Multimedia Networking, From Theory to Practice. Cambridge University Press, 2009.

M. van der Schaar, P. A. Chou (Eds.). Multimedia over IP and Wireless Networks – Compression, networking and Systems. Academic Press, 2007.

D. Nunes, J. Sá Silva, F. Boavida. A Practical Introduction to Human-in-the-Loop Cyber-Physical Systems. John Wiley & Sons Limited, 2018.

D. Medhi, K. Ramasamy. Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures. Morgan Kaufmann Publishers, 2nd edition, 2017.

R. Bhandari. Survivable Networks: Algorithms for diverse routing. Springer, 1999.

J. Rak, D. Hutchison (Eds.). Guide to Disaster-Resilient Communication Networks. Computer Communications and Networks Series, Springer, 2020.

Para cada um dos tópicos leccionados nesta disciplina, um conjunto adicional de artigos serão disponibilizados aos alunos / For each topic to be addressed in the course, a list of additional research papers will be provided to the students

Mapa IV - Tópicos Emergentes em Sistemas de Comunicação Ótica e Rádio

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tópicos Emergentes em Sistemas de Comunicação Ótica e Rádio

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Emergent Topics in Optical and Wireless Communication Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EESI

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

S-10; OT-18

4.4.1.6. Créditos ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Maria do Carmo Medeiros (S:4; OT:7)

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

Marco Alexandre Cravo Gomes (S:4; OT:7)

Vítor Manuel Mendes da Silva (S:2; OT:4)

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

Nesta disciplina pretende-s que os alunos adquirem uma visão abrangente e unificadora dos sistemas de comunicação atuais e dos desafios futuros a nível de investigação. Nesta disciplina os alunos irão aprender tópicos avançados de sistemas de comunicação de radio frequência (RF), comunicações ópticas sem fio e comunicações por fibra óptica, sendo a relevância dos tópicos selecionados justificada no contexto do estado da arte e tecnologias emergentes. Normalmente estes diferentes tipos de sistemas de comunicação são considerados em disciplinas distintas. No entanto, os conceitos fundamentais são comuns, tais como: princípios de propagação, formatos de modulação, codificação de canal, princípios de diversidade, processamento de sinal MIMO, equalização, princípios de deteção e sistemas de comunicação definidos por software. Atualmente, tem-se vindo também a assistir a uma convergência destes sistemas ao nível da sua interoperabilidade e complementaridade.

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

In this course the students will acquire skills on emergent research topics of these different types of communication systems in an unified framework. In this course the students will learn advanced topics of wireless radio frequency (RF) communications systems, optical wireless communications, and fiber-optic communications, along with a strong contextualization of the state-of-the-art and emergent technologies within these fields.

Usually, these different types of communication systems are considered at separate disciplines. However, the key concepts, such as propagation principles, modulation formats, channel coding, diversity principles, MIMO signal processing, equalization, adaptive modulation and coding, detection principles, and software-defined transmission are common. There is also an ongoing convergence on the interoperability and complementarity of these systems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1 – Canais de Comunicação Óticos e Sem-FiosRF: perspectiva histórica e visão futura

2 – Técnicas de Modulação Avançadas, Diversidade e MIMO

3 – Tecnologias Emergentes em Comunicações RF

4 – Tecnologias Emergentes em Comunicações Óticas

5 – Convergência das Comunicações Óticas e Sem-Fios no 5G e pós-5G

4.4.5. Syllabus:

1 – Optical and Wireless Communication Channels: historical perspective and future

2 – Advanced Modulation, Diversity and MIMO techniques

3 – Emergent Technologies in Wireless Communications

4 – Emergent Technologies in Optical Communications

5 – Optical and Wireless Communication Convergence for 5G and Beyond

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

O objectivo global da disciplina é fornecer uma visão unificada dos diferentes tipos de sistemas de comunicação e identificar os principais desafios de investigação em aberto.

A apresentação de cada tópico começa com a introdução dos princípios fundamentais, seguido pela discussão de casos de uso e desafios futuros. Esta estratégia permite ao aluno aprender a base teórica e adquirir as ferramentas e metodologias básicas de investigação na área e a sua aplicação a novos problemas.

No âmbito da disciplina o aluno deverá propor e realizar um projeto de investigação onde terá oportunidade de aplicar os conceitos e metodologias aprendidas. Os alunos serão incentivados a escolher um tema no âmbito do tema de Tese de Doutoramento que pretendam a vir a desenvolver.

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

O objetivo global da disciplina é fornecer uma visão unificada dos diferentes tipos de sistemas de comunicação e identificar os principais desafios de investigação em aberto.

A apresentação de cada tópico começa com a introdução dos princípios fundamentais, seguido pela discussão de casos de uso e desafios futuros. Esta estratégia permite ao aluno aprender a base teórica e adquirir as ferramentas e metodologias básicas de investigação na área e a sua aplicação a novos problemas.

No âmbito da disciplina o aluno deverá propor e realizar um projeto de investigação onde terá oportunidade de aplicar os conceitos e metodologias aprendidas. Os alunos serão incentivados a escolher um tema no âmbito do tema de Tese de Doutoramento que pretendam a vir a desenvolver.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina inclui seminários e aulas tutoriais. Nos seminários serão abordados tópicos emergentes na área, sendo leccionados os conceitos teóricos fundamentais para compreensão global dos mesmos. Sempre que possível, serão convidados especialistas de renome mundial para apresentarem o seu trabalho em áreas relevantes à disciplina.

No âmbito dos tópicos da disciplina, cada aluno deverá identificar um assunto do seu interesse cujo estudo pretenda aprofundar e redigir a proposta de projeto individual no âmbito da disciplina. As aulas tutoriais apoiarão o projeto individual do aluno.

Métodos de avaliação - Projeto- 25%; Trabalho de Investigação - 25%; Trabalho de síntese - 25%; Outra - Apresentação Oral - 25%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course encompasses both seminar and tutorial classes. Seminars will be used for presentation and discussion of the emergent topics, while providing the essential theoretical background. Whenever possible top field experts will be invited to present their breakthrough research.

Within the framework of the topics discussed in the seminar lectures, each student should identify a subject of his/her interest whose knowledge he/she intends to study, and write the project proposal that will be carried out within the course. The tutorial classes will support the student individual project.

Assessment method - Project - 25%; Research work - 25%; Synthesis work - 25%; Other - Oral Presentation - 25%

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

Nos seminários serão apresentados e discutidos tópicos de investigação emergentes assim como a sua fundamentação teórica numa perspetiva unificadora dos sistemas de comunicação.

As aulas tutoriais apoiarão o desenvolvimento de um projeto individual do aluno, que pode assumir a forma de ensaio escrito, estudo de simulação ou implementação experimental laboratorial. O projeto individual do aluno é particularmente relevante uma vez que visa explorar tópicos emergentes que podem ser abordados na tese do aluno e fomentar o trabalho autónomo do aluno.

A avaliação do projeto será através de um relatório escrito e apresentação oral.

Espera-se que o relatório do projeto, apresentado em formato publicável, seja orientado e desenvolvido no âmbito do tema de tese de doutoramento do aluno.

Esta estratégia de ensino visa envolver o aluno no processo de aprendizagem, fomentar a sua autonomia, e levar a uma compreensão aprofundada de tópicos de investigação da área.

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

The seminars are oriented to present emergent research topics, and to provide the fundamental background while fostering an unified vision of the communication systems.

The tutorial classes will support the development of a student's individual project, which can take the form of a written essay, a simulation study or laboratorial experimental implementation. The student project is of particularly relevant since it aims to explore emergent topics that could be addressed in the student thesis.

The project evaluation will be through a written report and oral presentation.

It is expected that the project report, presented in a publishable format, will be oriented and developed within the framework of the student's PhD thesis.

In overall, this teaching strategy aims at engaging the student in the learning process and his personal development, and lead to the depth understanding of relevant topics and open research issues.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

-Both wireless and optical system addressed topics are covered by the handouts provided by the teachers. - - -A list of supporting research papers will be provided to the students for each topic.

- For personal further reading:

•Ivan B. Djordjevic, "Advanced Optical and Wireless Communications Systems", Springer, 2018

•A. Abdalla, J. Rodriguez, I. Elfergani and A. Teixeira, "Optical and Wireless Convergence for 5G Networks", Wiley – IEEE Press, 2020.

•E. Björnson, J. Hoydis and L. Sanguinetti, "Massive MIMO Networks: Spectral, Energy, and Hardware Efficiency", Now, 2017

•T. Marzetta, E. Larson, H. Yang and H. Ngo, "Fundamentals of Massive MIMO", Cambridge University Press, 2016

•Xiang Zhou and Chongjin Xie, "Enabling Technologies for High Spectral-efficient Coherent Optical Communication Networks", John Wiley and Sons, 2015.

Mapa IV - Projeto de Tese

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto de Tese

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Thesis Project

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EESI

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

648

4.4.1.5. Horas de contacto:

OT: 30

4.4.1.6. Créditos ECTS:

24

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

João Pedro de Almeida Barreto (Coordenador do Programa)/(as coordinator of the PhD program)

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

<sem resposta>

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

Desenvolver trabalho preliminar de investigação e levantamento do estado da arte no tema definido de forma a planear

o trabalho de tese e avaliar da sua exequibilidade e potencial de inovação. As competências essenciais a desenvolver são a capacidade de aquisição de conhecimentos avançados na área específica do tema da tese e, principalmente, as capacidades necessárias ao desenvolvimento de investigação independente que incluem competências de análise e síntese, organização e planificação, aprendizagem autónoma, raciocínio crítico, criatividade e originalidade, preocupação com a qualidade, trabalho em contexto internacional, e boa comunicação oral e escrita.

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

Develop preliminary research work and survey of the state of the art in the defined theme in order to plan the thesis work and assess its feasibility and innovation potential. The essential skills to be developed are the ability to acquire advanced knowledge in the specific area of the thesis theme and, above all, the ability to develop autonomous research.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

A definir caso a caso pelo orientador em articulação com o aluno na forma de um plano de trabalho detalhado que permita cobrir os seguintes pontos:

- Circunscrição do tema da tese de doutoramento e oportunidades de investigação no âmbito desse tema*
- Estabelecimento da bibliografia de suporte ao início dos trabalhos e elaboração do Estado da Arte;*
- Definição de objetivos e contribuições potenciais da tese ;*
- Descrição da investigação a desenvolver e estabelecimento das metodologias a utilizar;*
- Planeamento dos trabalhos incluindo elaboração do cronograma.*

4.4.5. Syllabus:

To be defined on a case-by-case basis by the supervisor and the student in the form of a detailed work plan that covers the following points:

- Circumscription of the doctoral thesis theme and research opportunities within this theme*
- Establishment of the bibliography to support the beginning of the work and elaboration of the State of the Art;*
- Definition of the thesis objectives and its innovative character;*
- Description of the research to be developed and establishment of the methodologies to be used;*
- Planning of work including preparation of the schedule.*

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

Os conteúdos programáticos detalhados são definidos caso a caso tendo em atenção as especificidades da área científica onde se irá realizar a tese e as características e circunstâncias do candidato. Este elevado nível de personalização e articulação entre orientador e aluno é necessário e está em sintonia com os objetivos que se pretendem atingir com a unidade curricular.

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

The detailed syllabus is defined on a case-by-case basis, considering the specificities of the scientific area where the thesis will be carried out and the candidate's characteristics and circumstances. This high level of personalization and articulation between supervisor and student is necessary and is in line with the objectives that are intended to be achieved with the course.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Leitura de artigos e outra bibliografia científica e realização de trabalho de investigação em articulação com o orientador. Elaboração de um documento de projeto de tese que descreva os esforços e trabalho realizado para ir ao encontro dos objetivos da unidade curricular. A avaliação consiste na defesa pública do projeto de tese perante um júri. A defesa tem a duração máxima regulamentar e inclui uma apresentação oral pelo candidato que não deve ultrapassar os 20 minutos.

Métodos de avaliação - Outra - 100

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Reading of articles and other scientific bibliography and carrying out research work in conjunction with the supervisor. Preparation of a thesis project document that describes the efforts and work carried out to meet the objectives of the course. The evaluation consists of the public defense of the thesis project before a jury. The defense has the maximum regulatory duration and includes an oral presentation by the candidate that shall not exceed 20 minutes.

Assessment method - Other - 100

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino consiste em trabalho tutelado por um ou mais peritos na área onde o candidato pretende vir a realizar a tese. A orientação será totalmente personalizada tendo em conta não só o domínio de investigação, como as características e circunstâncias do candidato. A ação do orientador, conjugada com as opiniões emitidas pelo júri na avaliação final, permitirão desenvolver as capacidades de investigação autónoma do aluno e maximizar as probabilidades de uma tese bem sucedida com impacto e visibilidade na comunidade científica internacional.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodology consists of work supervised by one or more experts in the area where the candidate intends to carry out the thesis. The orientation will be fully personalized, taking into account not only the research domain, but also the candidate's characteristics and circumstances. The supervisor's action, combined with the opinions given by the jury in the final evaluation, will allow the student to develop autonomous research skills and maximize the chances of a successful thesis with impact and visibility in the international scientific community.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A definir pelo orientador e pelo aluno / To be defined by the supervisor and the student

Mapa IV - Tese

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tese

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Thesis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EESI

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Plurianual

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

4 698

4.4.1.5. Horas de contacto:

OT: 330

4.4.1.6. Créditos ECTS:

174

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

João Pedro de Almeida Barreto (Coordenador do Programa)/(as coordinator of the PhD program)

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

<sem resposta>

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

Desenvolvimento de trabalho de investigação científica conducente à elaboração de uma tese original em Engenharia Eletrotécnica e de Sistemas Inteligentes sobre o tema definido no Projeto de Tese. Pretende-se que o estudante desenvolva as capacidades e competências necessárias à realização de investigação autónoma, e que demonstre essas capacidades e competências através da elaboração de uma tese com contribuições científicas reconhecidas pelos pares.

As competências a desenvolver incluem não só conhecimentos relativos ao âmbito do estudo, mas também capacidades de análise e síntese, organização e planificação, comunicação oral e escrita, capacidade de decisão e trabalho num contexto internacional, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma, criatividade, preocupação com a qualidade, e autocrítica/autoavaliação.

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

Development of scientific research work leading to the elaboration of an original thesis in Electrotechnical Engineering and Intelligent Systems on the theme defined in the Thesis Project. It is intended that the student develops the skills and competences necessary to carry out autonomous research, and that they demonstrate these skills and competences through the preparation of a thesis with scientific contributions recognized by their peers.

The skills to be developed include knowledge relating to the scope of the study, as well as skills in analysis and synthesis, organization and planning, oral and written communication, decision-making and working in an international context, critical reasoning, autonomous learning, creativity, concern with quality, and self-criticism/self-assessment.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Os conteúdos programático dependem dos objetivos e da área científica do trabalho de investigação a realizar que terá sempre a ambição de resolver problemas de engenharia e avançar o estado da arte.

4.4.5. Syllabus:

The syllabus depends on the objectives and scientific area of the research work to be carried out, which will always have the ambition to solve engineering problems and advance the state of the art.

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

Os conteúdos programáticos detalhados são definidos caso a caso tendo em atenção as especificidades da área de investigação e as características e circunstâncias do candidato. Este elevado nível de personalização e articulação entre orientador e aluno é necessário e está em sintonia com os objetivos que se pretendem atingir com a unidade curricular.

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

The detailed syllabus is defined on a case-by-case basis, taking into account the specificities of the research area and the candidate's characteristics and circumstances. This high level of personalization and articulation between supervisor and student is necessary and is in line with the objectives that are intended to be achieved with the course.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O trabalho será desenvolvido em estreita colaboração com o(s) orientador(es) para o aconselhamento de bibliografia, discussão das linhas mestras orientadores e monitorização do progresso ao longo da unidade curricular. A disseminação antecipada dos resultados obtidos através da escrita e submissão de artigos para publicação em revistas da especialidade ou apresentação em congressos científicos com revisão pelos pares é fortemente encorajada.

A prova de doutoramento consiste na apresentação e discussão pública da tese original perante um júri, não havendo lugar à prestação de quaisquer outras

Métodos de avaliação - Outra - 100

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The work will be developed in close collaboration with the supervisor(s) to advise the bibliography, discuss the guiding guidelines and monitor progress throughout the course. Early dissemination of results obtained through writing and submitting articles for publication in peer-reviewed journals or presentation at scientific conferences is strongly encouraged.

The doctoral test consists of the presentation and public discussion of the original thesis before a jury, with no additional evidence being given.

Assessment method - Other -100

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
The work will be developed in close collaboration with the supervisor(s) to advise the bibliography, discuss the guiding guidelines and monitor progress throughout the course. Early dissemination of results obtained through writing and submitting articles for publication in peer-reviewed journals or presentation at scientific conferences is strongly encouraged.

The doctoral test consists of the presentation and public discussion of the original thesis before a jury, with no additional evidence being given.

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

The teaching methodology consists of work supervised by one or more experts in the chosen field. The orientation will be done in a close and personalized way, taking into account not only the field of research, but also the characteristics and circumstances of the candidate. This methodology will allow the student to acquire the skills required to conduct autonomous research, while ensuring the completion of a thesis with scientific quality that extends the state-of-the-art and is recognized by the peers.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A definir pelo orientador e pelo aluno / To be defined by the supervisor and the student

4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem

4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:

A UC garante o alinhamento na definição das Fichas de Unidade Curricular (FUC), de modo a que os objetivos de aprendizagem, competências, métodos de ensino e avaliação sejam coerentes. O Conselho Científico analisa e valida as FUC e o Conselho Pedagógico analisa e discute estas matérias. Procurou-se ainda garantir a promoção desta adequação através da análise dos resultados dos inquéritos pedagógicos e definição de ações de melhoria, quando aplicável – estes inquéritos avaliam a perceção dos/as estudantes sobre os resultados da aprendizagem alcançados. Adicionalmente, ainda no âmbito dos inquéritos, os comentários dos/as estudantes e docentes são analisados e classificados, permitindo a identificação de aspetos a ajustar nas metodologias de ensino e aprendizagem e sua adequação aos objetivos de aprendizagem definidos. Esta informação é utilizada pela Coordenação do C.E. e Direção da UO, para definir e implementar melhorias.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

The UC ensures alignment in the definition of Curricular Unit Sheets (FUC from the original in Portuguese), so that the learning objectives, skills, teaching and evaluation methods are coherent. The Scientific Council analyzes and validates the FUC and the Pedagogical Council analyzes and discusses these matters. We also sought to ensure the promotion of this adequacy through the analysis of the results of the pedagogical surveys and definition of improvement actions, when applicable – these surveys assess the students' perception of the learning results achieved. Additionally, still within the scope of the surveys, the comments of students and teachers are analyzed and classified, allowing the identification of aspects to be adjusted in the teaching and learning methodologies and their adequacy to the defined learning objectives. This information is used by the C.E. Coordination and the OU Direction to define and implement improvements

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em créditos ECTS:

A carga média de trabalho do/a estudante é estimada e apreciada em função de diversos processos, nomeadamente através do tempo despendido para a realização do trabalho necessário à avaliação de unidades curriculares análogas, seja em função das leituras bibliográficas programadas, do número de conferências frequentadas, do trabalho de investigação e de redação conducente à apresentação oral e escrita de artigos científicos e relatórios de investigação, bem como do acompanhamento tutorial feito pelos/as orientadores/as e pelos demais docentes do programa doutoral. Também em termos de análise qualitativa, os comentários submetidos por estudantes e docentes são analisados, o que permite identificar e atuar em situações de eventual desadequação da carga de esforço necessária.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS credits:

The average workload of the student is estimated and appreciated in terms of various processes, namely through the time spent to carry out the work necessary for the evaluation of analogous curricular units, either as a function of scheduled bibliographic readings, the number of conferences attended, research and writing work leading to the oral and written presentation of scientific articles and research reports, as well as the tutorial follow-up carried out by supervisors and other professors of the doctoral program.

Also in terms of qualitative analysis, the comments submitted by students and professors are analyzed, which allows to identify and act in situations of possible inadequacy of the necessary workload effort

4.5.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os/As docentes definem a metodologia de avaliação de acordo com os objetivos de aprendizagem das unidades curriculares que coordenam, considerando os objetivos gerais do curso. Estes aspetos, bem como a adequação da avaliação aos objetivos encontram-se definidos na ficha da unidade curricular, que é analisada e validada pelo Conselho Científico. A verificação desta coerência é feita em reuniões com o corpo docente e discente e reuniões do Conselho Pedagógico, permitindo a identificação de aspetos a ajustar nas metodologias de avaliação e a sua adequação aos objetivos de aprendizagem previamente definidos.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes: The professors define the assessment methodology according to the learning objectives of the curricular units they coordinate, considering the general objectives of the course. These aspects, as well as the adequacy of the assessment to the objectives, are defined in the course sheet, which is analyzed and validated by the Scientific Council. The verification of this consistency is made in meetings with the faculty and students and Pedagogical Council meetings, allowing the identification of aspects to be adjusted in the assessment methodologies and their adequacy to the previously defined learning objectives.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

O programa é inteiramente focado em atividades científicas compreendendo três componentes que funcionam concomitantemente para atingir esse objetivo a saber: (i) as duas disciplinas em que o discente tem inteira liberdade de escolher entre um leque de opções que ou dão uma visão ampla do estado da arte de uma sub-área de EESI, ou focam no domínio de conhecimento ou ferramentas usado transversalmente em investigação (e.g. otimização); (ii) o Projeto de Tese que obriga o aluno a focar-se no tema que irá investigar, fazendo uma revisão do estado-da-arte e apresentando um plano viável que lhe permitirá ir além desse estado-da-arte, de forma a contribuir para o domínio; e por fim a (iii) Tese, que consistirá na contribuição efetiva. De realçar ainda que (iv) muitas destas atividades serão apoiadas através da participação do(a) aluno(a) em projetos de investigação financiados a decorrer nos vários institutos de investigação associados ao DEEC.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

The program is entirely focused on scientific activities comprising three components that work concurrently to achieve this goal, namely: (i) the two disciplines in which the student is fully free to choose between a range of options that either give a broad view of the state-of-the-art from a subarea of EESI, or focus on the domain of knowledge or tools used across research (e.g. optimization); (ii) the Thesis Project that forces the student to focus on the topic they will investigate, reviewing the state-of-the-art and presenting a viable plan that will allow them to go beyond that state-of-the-art, in order to contribute to the domain; and finally (iii) the Thesis, which will consist of the effective contribution. It should also be noted that (iv) many of these activities will be supported through the student's participation in funded research projects taking place in the various research institutes associated with the DEEC. .

4.6. Fundamentação do número total de créditos ECTS do ciclo de estudos

4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL-74/2006, na redação dada pelo DL-65/2018:

A duração do ciclo de estudos foi discutida pelos docentes em Conselho Científico, e está adequada à estrutura do programa doutoral, que se divide em curso de doutoramento, composto por unidades curriculares e Projeto de Tese, e pela elaboração de uma Tese original. Os tempos de contacto e trabalho complementar das diferentes unidades curriculares, do Projeto de Tese e da Tese foram definidos de acordo com o Sistema Europeu de Créditos (ECTS), tendo em conta as especificidades de um curso desta natureza.

4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018:

The duration of the study cycle was discussed by the professors in the Scientific Council, and is adequate to the structure of the doctoral program, which is divided into a doctoral course, composed of curricular units and thesis project, and the elaboration of an original thesis. The contact times and complementary work of the different curricular units, the Thesis Project and the Thesis were defined in accordance with the European Credit System (ECTS), considering the specificities of a course of this nature.

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

Os docentes identificaram nas FUCs que propuseram a quantidade de trabalho que o estudante deve desenvolver durante o semestre em cada unidade curricular, incluindo, quando aplicáveis, as sessões de ensino de natureza expositiva e colectiva, as sessões de orientação pessoal de tipo tutorial, os projectos, os trabalhos de campo, as apresentações, a escrita de relatórios e artigos científicos, o estudo e a avaliação, e consequentemente definiram a sua expressão em créditos de acordo com o sistema europeu de transferência e acumulação de créditos (ECTS: European Credit Transfer and Accumulation System).

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

The professors identified in the FUCs proposed the amount of work that the student must develop during the semester in each curricular unit, including, when applicable, the teaching sessions of an expository and collective nature, the personal orientation sessions of the tutorial type, projects, fieldwork, presentations, the writing of scientific reports and articles, study and evaluation, and consequently defined their expression in credits according to the European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS: European Credit Transfer and Accumulation System).

4.7. Observações

4.7. Observações:

O Curso de Doutoramento organiza-se segundo duas unidades curriculares opcionais, todas de regime semestral: (i) a unidade curricular I (6 ECTS) e unidade curricular II (6 ECTS), que asseguram a formação em duas unidades curriculares escolhidas pelo/a aluno/a, seleccionadas a partir de um leque de unidades curriculares opcionais definidas anualmente pela Comissão Científica do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores; e (ii) uma unidade curricular destinada à preparação de uma proposta escrita sobre o trabalho de Tese a realizar (24 ECTS).

4.7. Observations:

The Doctoral Course is organized in two optional curricular units, all of them semiannual: (i) curricular unit I (6 ECTS) and curricular unit II (6 ECTS), which provide training in two curricular units chosen by the student, selected from a range of optional curricular units defined annually by the Scientific Committee of the Department of Electrical and Computer Engineering; and (ii) a curricular unit aimed at preparing a written proposal on the thesis work to be carried out (24 ECTS).

5. Corpo Docente

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

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

Coordenador: João Pedro Almeida Barreto (Professor Associado)

Vice-Coordenador: Gabriel Falcão Paiva Fernandes (Professor Auxiliar)

[A(s) respetiva(s) ficha(s) curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) na plataforma da A3ES]

Coordinator: João Pedro Almeida Barreto (Associate Professor)

Vice-Coordinator: Gabriel Falcão Paiva Fernandes (Assistant Professor)

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

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

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Vínculo/ Link	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Gabriel Falcão Paiva Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida

Nuno Miguel Mendonça da Silva Gonçalves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Engenharia Eletrotécnica e Computadores	100	Ficha submetida
Telmo Miguel Pires Pinto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)		Engenharia Industrial e de Sistemas	100	Ficha submetida
Helder de Jesus Araújo	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)		Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida
Urbano José Carreira Nunes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Engenharia Electrotécnica, especialização em instrumentação e controlo	100	Ficha submetida
Rui Alexandre de Matos Araújo	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)		Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida
Cristiano Premebida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Engenharia Eletrotécnica	100	Ficha submetida
Mahmoud Tavakoli	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Sim	Electrical Engineering	100	Ficha submetida
Lino José Forte Marques	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida
Sérgio Manuel Ângelo da Cruz	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida
António Paulo Mendes Breda Dias Coimbra	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Engenharia Eletrotécnica	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Soares Moura	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida
Jorge Sá Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Lúcia Maria Reis Albuquerque Martins	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Engenharia Eletrotécnica	100	Ficha submetida
Vitor Manuel Mendes da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Engenharia Eletrotécnica	100	Ficha submetida

Carlos Alberto Henggeler Carvalho Antunes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)		Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida
Rui Pedro Duarte Cortesão	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Controlo e Robótica	100	Ficha submetida
João Pedro Almeida Barreto	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Eng. Electrotécnica e Computadores - Instrumentação e Controlo	100	Ficha submetida
Teresa Martinez Santos Gomes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)		Engenharia Electrotécnica (Especialidade de Telecomunicações e Electrónica)	100	Ficha submetida
Luís Alberto da Silva Cruz	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)		Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida
Henrique Leonel Gomes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)		Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida
Maria do Carmo Raposo Medeiros	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)		Telecomunicações	100	Ficha submetida
Tony Richard Oliveira Almeida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Engenharia Eletrotécnica	100	Ficha submetida
Rui Paulo Pinto da Rocha	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Humberto Manuel Matos Jorge	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)		Engenharia Eletrotécnica	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Gens Matos Faia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Materiais Eléctricos e Campos Electromagnéticos	100	Ficha submetida
Álvaro Filipe Cardoso Oliveira Gomes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Sistemas de Energia	100	Ficha submetida
André Manuel dos Santos Mendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Engenharia Eletrotécnica	100	Ficha submetida
Paulo José Monteiro Peixoto	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Engenharia Electrotécnica e Computadores	100	Ficha submetida

Jorge Manuel Pereira Batista	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)		Engenharia Eletrotécnica	100	Ficha submetida
Rita Cristina Girão Coelho da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)		Engenharia Electrotécnica, especialidade de Telecomunicações e Electrónica	100	Ficha submetida
Marco Alexandre Cravo Gomes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Não	Engenharia Eletrotécnica - Especialização em Telecomunicações e Electrónica	100	Ficha submetida
Jorge Nuno de Sousa Lobo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)		Electrical Engineering, specialisation on Instrumentation and Control	100	Ficha submetida
						3300	

<sem resposta>

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

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

5.4.1.1. Número total de docentes.

33

5.4.1.2. Número total de ETI.

33

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos integrados na carreira docente ou de investigação (art.º 3 DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018).

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos integrados na carreira docente ou de investigação (art.º 3 DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018).* / "Career teaching staff" – teachers of the study programme integrated in the teaching or research career.*

Vínculo com a IES / Link with HEI	% em relação ao total de ETI / % of the total of FTE	
Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	100	100

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor* / "Academically qualified teaching staff" – staff holding a PhD*

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	33	100

5.4.4. Corpo docente especializado

5.4.4. Corpo docente especializado / Specialised teaching staff.

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Doutorados especializados na(s) área(s) fundamental(is) do CE (% total ETI) / PhDs specialised in the fundamental area(s) of the study programme (% total FTE)	33	100
Não doutorados, especializados nas áreas fundamentais do CE (% total ETI) / Staff specialised in the fundamental areas of the study programme not holding PhDs in these areas (% total FTE)	0	0
Não doutorados na(s) área(s) fundamental(is) do CE, com Título de Especialista (DL 206/2009) nesta(s) área(s) (% total ETI) / Specialists not holding a PhD, but with a Specialist Title (DL 206/2009) in the fundamental area(s) of the study programme (% total FTE)	0	0
% do corpo docente especializado na(s) área(s) fundamental(is) (% total ETI)		100
% do corpo docente doutorado especializado na(s) área(s) fundamental(is) (% docentes especializados)		100

5.4.5. Corpo Docente integrado em Unidades de Investigação da Instituição, suas subsidiárias ou polos nela integrados (art.º 29.º DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)

5.4.5. Corpo Docente integrado em Unidades de Investigação da Instituição, suas subsidiárias ou polos nela integrados (art.º 29.º DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018) / Teaching Staff integrated in Research Units of the Institution, its subsidiaries or integrated centers (article 29, DL no. 74/2006, as written in the DL no. 65/2018)

Descrição	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Corpo Docente integrado em Unidades de Investigação da Instituição, suas subsidiárias ou polos nela integrados / Teaching Staff integrated in Research Units of the Institution, its subsidiaries or integrated centers	26	78.787878787879

5.4.6. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.

5.4.6. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente. / Stability and development dynamics of the teaching staff

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*	
Docentes do ciclo de estudos de carreira com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Career teaching staff of the study programme with a link to the institution for over 3 years	33	100	33
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0	0	33

Pergunta 5.5. e 5.6.

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

O procedimento de avaliação dos/as docentes da UC tem por base o disposto no “Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da Universidade de Coimbra”. A avaliação do desempenho dos/as docentes da UC é efetuada relativamente a períodos de três anos e tem em consideração quatro vertentes: investigação; docência; transferência e valorização do conhecimento; gestão universitária e outras tarefas.

O processo de avaliação compreende cinco fases (autoavaliação, validação, avaliação, audiência, homologação). O resultado final da avaliação de cada docente é expresso numa escala de quatro posições: excelente, muito bom, bom e não relevante. Antes de cada novo ciclo de avaliação, cada UO define, para as suas áreas disciplinares, o conjunto de parâmetros que determinam os novos objetivos do desempenho dos/as docentes e cada uma das suas vertentes, garantindo, assim, permanente atualização do processo.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The assessment procedure for UC faculty is based on the provisions of the “Regulation for the Assessment of Teacher Performance at the University of Coimbra”. The evaluation of the performance of UC professors is carried out for

periods of three years and takes into account four aspects: research; teaching; transfer and enhancement of knowledge; university management and other tasks.

The assessment process comprises five phases (self-assessment, validation, assessment, hearing, approval). The final result of each professor's assessment is expressed on a scale of four positions: excellent, very good, good and not relevant. Before each new assessment cycle, each OU defines, for its disciplinary areas, the set of parameters that determine the new performance objectives for the teachers and each of its associated aspects, thus ensuring a permanent updating of the process.

5.6. Observações:

Nada a registar

5.6. Observations:

Nothing to mention

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

Sete efetivos de pessoal não docente a 100%.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

Seven non-teaching staff working at 100%.

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

v) 5 possuem o 12.º ano;

vi) 1 possui licenciatura;

vii) 1 possui mestrado;

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

v) 5 have the 12th grade;

vi) 1 has a bachelor's degree;

vii) 1 has a master's degree;

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

A UC garante uma avaliação do desempenho do pessoal não docente de acordo o SIADAP adotando o método de gestão por objetivos estabelecendo uma avaliação do desempenho baseada entre objetivos fixados e resultados obtidos. O processo de avaliação é bienal e concretiza-se: em reuniões com o avaliador, superior hierárquico imediato para negociação e contratualização dos objetivos anuais e para comunicação dos resultados da avaliação e no preenchimento de um formulário de avaliação. Tem o objetivo do desenvolvimento do pessoal e diagnosticar necessidades de formação. A diferenciação dos desempenhos é garantida pela fixação de percentagens máximas para os níveis de avaliação mais elevados.

Uma plataforma informática permite gerir o processo com rigor nas diversas fases das atuações de todos os intervenientes sem descuidar a dimensão e as características intrínsecas da UC. Para a aplicação do SIADAP o processo é supervisionado pela Comissão Paritária e pelo Conselho Coordenador da Avaliação.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

The UC guarantees a performance evaluation of non-teaching staff in accordance with SIADAP, adopting the method of management by objectives, defining a performance evaluation based on the confrontation between the intended objectives and the results obtained. The evaluation process is biennial and takes place in meetings with the superior hierarchical evaluator to negotiate and contract objectives and communicate the results. The assessment aims to develop the team and diagnose it according to the need for training. Performance differentiation is ensured by setting maximum percentages for the highest assessment levels.

An IT platform allows for a very rigorous management, including an integrated articulation in the different phases, of the actions of all stakeholders without neglecting the intrinsic dimension and characteristics of the University of Coimbra. For the application of SIADAP, the inspection process by the Management Committee and the Evaluation Council

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

Anfiteatro A3.1, A4.1, A5.1 A5.2 c/ equip multimédia S de Aula T4.1 T4.2 T4.3, T4.4 c/ equip e multimédia; Sala de Estudo eq. multimédia; Salas de Aula T5.1, T5.2, T5.3, T5.4 c/ equipe multimédia; Sala de Aula T6.1, T6.4 c/ equip multimédia; Lab de Apoio Informático 1,2,3 c/ eq multimédia, Lab de Automação e Energia, de CAD/CAE; de Controlo; de Elect; de Electrónica de Potência; de Hiperfrequências; de Máq Eléctricas; de Instru e Medidas; de Proces de Sinal de Sistemas Digitais; de Sistemas e Redes de Computadores; de Telecomde Electrot Circuitos; de Análise de Sist; de Compe Electromde Comunicações Ópticas, de Energia e Ambiente; de Gestão de Energia; de Materiais e Ultrassons; de Mat e Ultrassons II e III; de Proc da Voz; de Robótica e Produção Automática; de Simulação e Teletráf; de Sistemas Eletromecânicos; de CAD/CAE II; de Sistemas Embe S de Aval R3.2 Biblioteca; Lab da Unidade de I&D - ISR Coimbra; da Unidade de I&D - IT Coimbra; da Unidade de I&D - INESC Coimbra

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

Amphitheater A3.1, A4.1, A5.1 A5.2 w/ multimedia equip S of Class T4.1 T4.2 T4.3, T4.4 w/ multimedia equip; Study Room w/ eq. multimedia; Class S T5.1, T5.2, T5.3, T5.4 w/ equip and multimedia; Classroom T6.1, T6.4 w/ multimedia equip; Computer Support Lab 1,2,3 w/ multimedia eq, Automation and Energy Laboratories, by CAD/CAE; of control; of Elect; of Power Electronics; of Hyperfrequencies; of Elect Machines; Instrumentation and Measurements; of Digital Systems Signal Processing; of Computer Systems and Networks; of Telecommunications, Elect Eng and Circuits; Systems Analysis; Electromag Comp of Optical Communications, Energy and Environment; of Energy Management; Materials and Ultrasound; Mat and Ultrasound II and III; of Voice Proc; Robotics and Automatic Production; Simulation and Teletraffic; of Electromechanical Systems; of CAD/CAE II; of Embedded Systems; S of Assessments R3.2 Library; Lab of the R&D Unit - ISR Coimbra; the R&D Unit - IT Coimbra; of the R&D Unit - INESC Coimbra

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

Computadores; Impressoras; Osciloscópios; Font de aliment; Multím, Medid LCR equip de medida Gerad de sinal e ruído; Kits lab de microon; lab de anten propag; fibras e comun ópticas; optoelect; lab de contr; lógica program processam de sinal; sistemas de telecom; sist de comp paralela; Outros lab; Anális lógicos, espectrais e de impedância; Anális e contad de energia; Sens/medid de pressão, temp, campo EM, Câmaras de visão por comp; Sist de medição a laser; Robots de tipos diver; Sist de aquisição de dados e sinais; Autómatos; Medid de distorção; Disposit de interface háptico; Equip para robót médica; Equip óticos divers; Motores eléct Transforme auto transform; Convers de frequên de motores; Cargas trifási de potên; Pontas de medide tensão corrente; Kits lab de elect de pot; Fornos e muflas; Sist de teste em atmosfera contr; Equip-scan; Screen printer; Plataformas de temp real; Convers de eletrónica de potência; Dinamóm; Pain fotovolt Fresadora de PCB; Linha de prod de PCB; Servers; Routers/switches; Access points.

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

Computers; printers; oscilloscopes; power supplies; Multím, Measured LCR measurement equipment generated signal and noise; microwave lab kits; propag antenna lab; optical fibers and common; optoelect; control lab; logic program signal processing; telecom systems; parallel comp system; other lab; Logical, spectral and impedance analyses; Energy analysis and counting; Pressure sensors/measurement, temp, EM field, Vision chambers per comp; Laser measuring system; Robots of various types; Data and signal acquisition system; Automatons; Distortion measure; Haptic interface device; Equipment for medical robots; Diverse optical equipment; Electric motors Transform auto transform; Frequency converters of engines; Three-phase power loads: Current voltage measuring tips; Power elect lab kits; Ovens and muffles; Controlled atmosphere test system; Equip-scan; Screen printer; Real temp platforms; Power electronics conversions; Dynamóm; Photovoltaic Panel PCB Milling; PCB Prod Line Servers; outers/switches; Access points

8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.

Pergunta 8.1. a 8.4.

8.1. Unidade(s) de investigação, no ramo de conhecimento ou especialidade do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/research-centers/formId/ae225bbd-099d-8a91-afde-6149db2fbbbf>

8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/ae225bbd-099d-8a91-afde-6149db2fbbbf>

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/ae225bbd-099d-8a91-afde-6149db2fbbbf>

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

A lista exaustiva de projetos pode ser encontrada nos seguintes pontos:

<https://www.isr.uc.pt/index.php/projects/current-projects>

<https://www.it.pt/ITSites/Projects/2>

https://www.uc.pt/en/org/inescc/Projects/ongoing_projects

https://www.uc.pt/en/iii/research_centers/CEMMPRE/ongoing_projects

8.4. List of main projects and/or national and international partnerships underpinning the scientific, technologic, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme.

The exhaustive list of projects can be found in the following pointers:

<https://www.isr.uc.pt/index.php/projects/current-projects>

<https://www.it.pt/ITSites/Projects/2>

https://www.uc.pt/en/org/inescc/Projects/ongoing_projects

https://www.uc.pt/en/iii/research_centers/CEMMPRE/ongoing_projects

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

9.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclo de estudos similares com base em dados oficiais:

Os alunos/as graduados/as neste ciclo de estudos atingiram 100% de empregabilidade em setores muito relevantes da economia, com particular destaque para posições no Ensino Superior e para cargos superiores de responsabilidade na indústria e serviços tecnológicos, quer a nível nacional, quer internacional.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

Students who graduated from this cycle of studies achieved 100% employment in relevant sectors of the economy, with particular emphasis on positions in Higher Education and senior positions of responsibility in industry and technological services, both at national and international level.

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

O número de vagas disponíveis tem sido sistematicamente preenchido em edições anteriores do curso doutoral. Existe uma procura crescente de formação neste ciclo de estudos, na área da Engenharia Eletrotécnica, com particular ênfase nos Sistemas Físicos Inteligentes.

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

The number of available places has been systematically filled in previous editions of the doctoral course. There is a growing demand for training in this cycle of studies, in the field of Electrical Engineering, with particular emphasis on Intelligent Physical Systems.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

A UC está designada como ponto focal do programa de bolsas do Governo Brasileiro denominado "Ciência sem Fronteiras". Na sequência da sua implementação, é natural que a FCTUC receba contactos de estudantes e/ou instituições brasileiras no sentido de estabelecer acordos bilaterais que permitam a vinda de estudantes de doutoramento.

Existem ainda protocolos de colaboração a nível de cursos de doutoramento entre a FCTUC e várias universidades estrangeiras, nomeadamente: Universidade de São Paulo (Brasil), Universidade de Salamanca (Espanha), l'Université d'Angers (França) e protocolos de âmbito alargado com: Universidade Politécnica de Valência (Espanha), École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (França), L'Université Hassan II Mohammedia (Marrocos), Fachhochschule Frankfurt (Alemanha).

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

The UC is designated as the focal point of the Brazilian Government scholarship program called "Science without

Borders". Following its implementation, it is natural that FCTUC will receive contacts from Brazilian students and/or institutions in order to establish bilateral agreements that allow the arrival of doctoral students. There are also collaboration protocols at the level of doctoral courses between FCTUC and several foreign universities, namely: University of São Paulo (Brazil), University of Salamanca (Spain), l'Université d'Angers (France) and wide scope protocols with: Polytechnic University of Valencia (Spain), École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (France), L'Université Hassan II Mohammedia (Morocco), Fachhochschule Frankfurt (Germany).

10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:

1) *Programa Doutoral em Engenharia Eletrotécnica e Eletrónica do Imperial College, Reino Unido (#8 overall score no ranking mundial de universidades QS 2020)*

<https://www.imperial.ac.uk/electrical-engineering/study/phd/>

2) *Programa Doutoral em Engenharia Eletrotécnica da École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suíça (#14 overall score no ranking mundial de universidades, QS 2020)*

<https://sti.epfl.ch/research/institutes/iem/doctoral-programs/>

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

1) *Doctoral Program in Electrical and Electronics Engineering from Imperial College, UK (#8 overall score in the world ranking of universities QS 2020)*

<https://www.imperial.ac.uk/electrical-engineering/study/phd/>

2) *Doctoral Program in Electrical Engineering at École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland (#14 overall score in the world ranking of universities, QS 2020)*

<https://sti.epfl.ch/research/institutes/iem/doctoral-programs/>

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

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

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - NA

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

NA

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<sem resposta>

11.2. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

NA

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

NA

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
NA	NA	NA	NA	

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

1- Vasta experiência em investigação e lecionação ao nível do 3º ciclo:

O DEEC e o seu corpo docente têm um longo historial de investigação com visibilidade internacional e uma vasta experiência de ensino de 3º ciclo com centenas de graduados espalhados pelo mundo a trabalhar tanto na academia como na indústria.

2 - Ligação umbilical à investigação realizada no ISR-Coimbra, IT-Coimbra, INESC Coimbra e CEMMPRE

O ciclo de estudos tem uma relação umbilical com as unidades de investigação ISR-Coimbra, IT-Coimbra, INESC Coimbra e CEMMPRE, e os seus grupos de investigação, contando como grande trunfo os projetos nacionais e internacionais que esses mesmos grupos conseguem angariar. O número e a dimensão dos projetos de investigação financiados pela FCT, pelo programa H2020 e em colaboração com a indústria, representam um ponto forte do ciclo de estudos que permite atrair bons/as estudantes e proporcionar-lhes ótimas condições de investigação.

3 - Objetivos abrangentes e interdisciplinaridade

O ciclo de estudos cobre de forma alargada a engenharia eletrotécnica e de sistemas inteligentes e tira partido da cultura instalada no ISR-Coimbra, IT-Coimbra, INESC Coimbra e CEMMPRE, que promove o cruzamento de tópicos de investigação, o que se traduz frequentemente em projetos de investigação financiados com um forte cariz interdisciplinar.

4 - Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade

Existe um SGQ e uma forte cultura de qualidade na Universidade de Coimbra que se estende naturalmente ao ciclo de estudos aqui propostos que, à semelhança do seu antecessor DoutEEC, será objeto de monitorização e melhoria periódica com a ajuda de mecanismos como sejam os inquéritos pedagógicos ou a revisão anual de funcionamento.

5 - Instalações e recursos partilhados com o ISR-Coimbra, IT-Coimbra, INESC Coimbra e CEMMPRE

O DEEC dispõe de instalações amplas e modernas, e a partilha de recursos entre o DEEC e o ISR, IT e INESC Coimbra permite o acesso a uma diversidade de serviços, equipamentos e outros recursos especializados, com importantes economias de escala.

12.1. Strengths:**1 - Extensive experience in research and teaching at the 3rd cycle level:**

DEEC and its faculty have a long history of research with international visibility and a vast experience teaching the 3rd cycle with hundreds of graduates around the world working in both academia and industry.

2 - Very close connection to research carried out at ISR-Coimbra, IT-Coimbra, INESC Coimbra and CEMMPRE

The study cycle has an umbilical relationship with the research units ISR-Coimbra, IT-Coimbra, INESC Coimbra and CEMMPRE, and their research groups, with the national and international projects that these same groups manage to raise as a great asset. The number and size of research projects funded by FCT, the H2020 programme and in collaboration with industry, represent a strong point of the study cycle that allows it to attract good students and provide them with excellent research conditions.

3 - Comprehensive goals and interdisciplinarity

The cycle of studies broadly covers electrical engineering and intelligent systems and takes advantage of the culture installed at ISR-Coimbra, IT-Coimbra, INESC Coimbra and CEMMPRE, which promotes the crossing of research topics that often translates into research projects funded with a strong interdisciplinary nature.

4 - Internal organization and quality assurance mechanisms

There is an SGQ and a strong culture of quality at the University of Coimbra that naturally extends to the cycle of studies proposed here which, like its predecessor DoutEEC, will be subject to periodic monitoring and improvement with the help of mechanisms such as pedagogical surveys or the annual review of operation.

5 - Facilities and resources shared with ISR-Coimbra, IT-Coimbra, INESC Coimbra and CEMMPRE

DEEC has ample and modern facilities, and the sharing of resources between DEEC and ISR, IT and INESC Coimbra allows access to a variety of services, equipment and other specialized resources, with important economies of scale.

12.2. Pontos fracos:

1 – Apoio técnico limitado aos laboratórios, de modo a efetuar ou coordenar atividades periódicas de manutenção de equipamentos

12.2. Weaknesses:

1 - Limited technical support to laboratories in order to carry out or coordinate periodic equipment maintenance activities.

12.3. Oportunidades:**1 – Popularidade dos Sistemas Inteligentes**

Nos últimos dez anos a Inteligência Artificial, que inclui áreas onde o DEEC é tradicionalmente forte como sejam a Robótica e a Visão por Computador, foi-se tornando gradualmente conhecida do grande público fruto de progressos recentes tanto ao nível teórico como de aplicação. Esta popularidade constitui uma oportunidade tanto do ponto de vista de recrutamento de alunos como de angariação de financiamentos.

2 – Procura pelo Mercado de Trabalho

Há uma falta de profissionais na área de Engenharia Eletrotécnica e de Sistemas Inteligentes, tanto a nível local como global, com a fundação e/ou instalação de um conjunto de empresas do sector na região (e.g., TalkDesk, Feedzai, CSW, Stratio, etc). Esta circunstância não só é um garante de elevada empregabilidade dos graduados, como é uma oportunidade para estabelecer relações privilegiadas com alguns destes empregadores que começam cada vez mais a procurar profissionais com uma formação diferenciada ao nível do terceiro ciclo.

3 – Estudantes internacionais

O incremento do número de estudantes estrangeiros, com particular destaque para os PALOPs incluindo Brasil e Macau, em resultado da reputação histórica da Universidade de Coimbra e de protocolos de cooperação específicos, representa uma oportunidade importante para o novo doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e de Sistemas Inteligentes.

12.3. Opportunities:

1 - Popularity of Intelligent Systems

In the last ten years, Artificial Intelligence, which includes areas where DEEC is traditionally strong, such as Robotics and Computer Vision, has gradually become known to the general public as a result of recent progress both at theoretical and application levels. This popularity provides an opportunity both from the point of view of recruiting students and raising funds.

2 - Search for the Labor Market

There is a lack of professionals in the field of Electrical Engineering and Intelligent Systems, both locally and globally, with the foundation and/or installation of a number of companies in the sector in the region (e.g., TalkDesk, Feedzai, CSW, Stratio, etc.). This circumstance is not only a guarantee of high employability of graduates, it is also an opportunity to establish privileged relationships with some of these employers who are increasingly starting to look for professionals with differentiated training at the third cycle level.

3 - International students

The increase in the number of foreign students, with particular emphasis on the PALOPs including Brazil and Macau, as a result of the historic reputation of the University of Coimbra and specific cooperation protocols, represents an important opportunity for the new PhD in Electrical Engineering and Intelligent Systems.

12.4. Constrangimentos:

1 – Oportunidades de bolsas limitadas

O número de estudantes é largamente limitado pelo número de bolsas disponíveis. Apesar da situação ser presentemente muito mais favorável do que há alguns anos, a elevada competição nas bolsas nacionais promovidas pela FCT, assim como nos projetos do ISR-Coimbra, IT-Coimbra, INESC Coimbra e CEMMPRE, continua a limitar o número de estudantes que consegue garantir o apoio financeiro de uma bolsa, especialmente no primeiro ano do ciclo de estudos.

2 - Atratividade limitada da cidade de Coimbra

A cidade de Coimbra, sendo uma cidade de média dimensão, tem claramente menos visibilidade e capacidade de atração de estudantes do que as duas principais cidades portuguesas de Lisboa e Porto, o que representa um constrangimento, especialmente para um ciclo de estudos demorado como é o caso do doutoramento. A ausência de um aeroporto também impõe uma pressão desfavorável na medida em que limita a mobilidade dos investigadores.

12.4. Threats:

1 - Limited Scholarship Opportunities

The number of students is largely limited by the number of scholarships available. Although the situation is currently much more favorable than a few years ago, the high competition in national scholarships promoted by FCT, as well as in the projects of ISR-Coimbra, IT-Coimbra, INESC Coimbra and CEMMPRE, continues to limit the number of students who manages to secure the financial support of a scholarship, especially in the first year of the study cycle.

12.5. Conclusões:

A investigação científica desenvolvida nos centros de investigação (ISR-Coimbra, IT-Coimbra, INESC Coimbra e CEMMPRE) a que o novo doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e de Sistemas Inteligentes está associado, atravessa um período de grande pujança, com um elevado número de projetos financiados e múltiplas ligações internacionais. Esse fator, conjugado com um corpo docente de mais de 40 professores doutorados, com vasta experiência de investigação e produção científica, representam uma garantia de sucesso do novo doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e de Sistemas Inteligentes. De igual modo, espera-se que o novo doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e de Sistemas Inteligentes consiga atrair um elevado número de estudantes de elevada qualidade para a Universidade de Coimbra.

12.5. Conclusions:

The scientific research carried out in the research centers (ISR-Coimbra, IT-Coimbra, INESC Coimbra and CEMMPRE) to which the new PhD in Electrical Engineering and Intelligent Systems is associated, is going through a period of great strength, with a high number of projects funded and multiple international connections. This factor, together with a faculty of more than 40 PhD professors, with vast experience in research and scientific production, represent a guarantee of success for the new PhD in Electrical Engineering and Intelligent Systems. Likewise, it is expected that the new PhD in Electrical Engineering and Intelligent Systems will be able to attract a high number of high quality students to the University of Coimbra.