

PERA/2122/0306982 — Apresentação do pedido

I. Evolução do ciclo de estudos desde a avaliação anterior

1. Decisão de acreditação na avaliação anterior.

1.1. Referência do anterior processo de avaliação.
ACEF/1314/0306982

1.2. Decisão do Conselho de Administração.
Acreditar

1.3. Data da decisão.
2017-06-07

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

<no answer>

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

Sim

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

O IST foi admitido na rede PEGASUS, <https://www.pegasus-europe.org/members/>

Esta rede visa englobar as melhores universidades europeias no setor aeroespacial, tendo atualmente 28 parceiros em 11 países. Embora a rede PEGASUS esteja dedicada apenas aos dois primeiros ciclos, proporciona um envolvimento internacional no setor do ensino da engenharia aeroespacial que acaba por ter um reflexo também no programa de doutoramento.

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

IST has been admitted to the PEGASUS network, <https://www.pegasus-europe.org/members/>

This network aims to encompass the best European universities in the aerospace sector, currently having 28 partners in 11 countries. Although the PEGASUS network is only dedicated to the first two cycles, it provides an international involvement in the field of aerospace engineering education that ends up having an impact on the doctoral program as well.

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

Não

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

Não

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

<sem resposta>

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

<no answer>

1. Caracterização do ciclo de estudos.

1.1 Instituição de ensino superior.

Universidade De Lisboa

1.1.a. Outras Instituições de ensino superior.

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

Instituto Superior Técnico

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

1.3. Ciclo de estudos.

Engenharia Aeroespacial**1.3. Study programme.*****Aerospace Engineering*****1.4. Grau.*****Doutor*****1.5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (PDF, máx. 500kB).****[1.5_DR_Doutoramento_Engenharia_Aeroespacial_2011_12.pdf](#)****1.6. Área científica predominante do ciclo de estudos.*****Engenharia Aeroespacial*****1.6. Main scientific area of the study programme.*****Aerospace Engineering*****1.7.1. Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):*****525*****1.7.2. Classificação CNAEF – segunda área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:*****NA*****1.7.3. Classificação CNAEF – terceira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:*****NA*****1.8. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau.*****240*****1.9. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 63/2016 de 13 de setembro):*****4 Anos*****1.9. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 63/2016, of September 13th):*****4 Years*****1.10. Número máximo de admissões.*****30*****1.10.1. Número máximo de admissões pretendido (se diferente do número anterior) e respetiva justificação.*****<sem resposta>*****1.10.1. Intended maximum enrolment (if different from last year) and respective justification.*****<no answer>*****1.11. Condições específicas de ingresso.**

Podem candidatar-se ao ciclo de estudos conducente ao grau de doutor os titulares do grau de mestre em Engenharia Aeroespacial, Engenharia Mecânica, Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Engenharia Informática ou afim, ou equivalente legal ao mestrado, e os titulares do grau de licenciado (5 anos) em Engenharia Aeroespacial, Engenharia Mecânica, Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Engenharia Informática ou afim, que sejam detentores de um currículo escolar ou científico especialmente relevante que seja reconhecido pelo Conselho Científico do IST como atestando capacidade para a realização do ciclo de estudos.

Podem ainda ser admitidos, a título excepcional, os detentores de um currículo escolar, científico ou profissional que seja reconhecido pelo Conselho Científico do IST como atestando capacidade para a realização do ciclo de estudos.

1.11. Specific entry requirements.

Holders of a master's degree in Aerospace Engineering, Mechanical Engineering, Electrical and Computer Engineering, Computer Engineering or similar, or legal equivalent to a master's degree, and holders of a Licenciado degree (5 years) degree in Aerospace Engineering, Mechanical Engineering, Electrotechnical and Computer Engineering, Informatics Engineering or the like, who have a particularly relevant academic or scientific curriculum recognized by the Scientific Council of IST as attesting the capacity to carry out the cycle of studies, can apply, as well, for the cycle of studies leading to the doctorate in Aerospace Engineering.

Exceptionally, holders of an academic, scientific or professional curriculum recognized by the Scientific Council of IST as attesting their capacity to carry out the study cycle may also be admitted.

1.12. Regime de funcionamento.

Diurno

1.12.1. Se outro, especifique:

1.12.1. If other, specify:

1.13. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Campus da Alameda do IST

IST Alameda Campus

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

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

1.15. Observações.

NA

1.15. Observations.

NA

2. Estrutura Curricular. Aprendizagem e ensino centrados no estudante.

2.1. Percursos alternativos, como ramos, variantes, áreas de especialização de mestrado ou especialidades de doutoramento, em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável)

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

Opções/Ramos/... (se aplicável):

Tronco Comum

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

Common Branch

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

2.2. Estrutura Curricular - Tronco Comum

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

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

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Área Científica de Mecânica Aplicada e Aeroespacial/Scientific Area of Applied and Aerospace Mechanics	MAA	12	0	Oferta de 18 ECTS em UC opcionais
Área Científica de Mecânica Estrutural e Computacional/Scientific Area of Structural and Computational Mechanics	MEC	0	0	Oferta de 18 ECTS em UC opcionais
Área Científica de Projeto Mecânico e Materiais Estruturais/Scientific Area of Mechanical Project and Structural Materials	PMME	0	0	Oferta de 18 ECTS em UC opcionais
Área Científica de Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia/Scientific Area of Thermofluids and Energy Conversion Technologies	TTCE	0	0	Oferta de 18 ECTS em UC opcionais
Área Científica de Decisão e Controlo/Scientific Area of Systems, Decision and Control	SDC	0	0	Oferta de 6 ECTS em UC opcional
Área Científica de Telecomunicações/Scientific Area of Telecommunications	TELE	0	0	Oferta de 6 ECTS em UC opcional
Área Científica de Computadores/Scientific Area of Computers	COMP	0	0	Oferta de 12 ECTS em UC opcionais
Área Científica de Eletrónica/Scientific Area of Electronics	ELECT	0	0	Oferta de 6 ECTS em UC opcional
-	-	0	18	(*) O nº de créditos das áreas científicas optativas necessários para obtenção do grau ou diploma.
(9 Items)		12	18	

2.3. Metodologias de ensino e aprendizagem centradas no estudante.

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

As metodologias de ensino baseiam-se na aquisição de conceitos através de aulas teóricas, que abordam os conceitos de uma maneira sistemática, complementadas por trabalhos experimentais, séries de problemas e trabalhos sobre tópicos estruturantes e leitura crítica de artigos científicos. O CE inclui uma parte curricular diversificada, sendo as unidades curriculares a frequentar propostas pelo aluno com o acordo do orientador, sendo alvo de parecer pelo Coordenador do CE e aprovadas pelo Conselho Científico do IST. A formação para a realização da tese é feita caso a caso com forte participação do orientador, e visa transferir o estado do aluno o mais rapidamente possível para próximo da fronteira do conhecimento na área da tese. Esta abordagem forma doutores com elevada capacidade de investigação na sua área de especialização, complementada por uma cultura científica em áreas afins. Permite ainda o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes formações anteriores.

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

The teaching methodologies are based on the acquisition of concepts on theoretical classes, that present the concepts in a systematic way, complemented by experimental work, series of problems and works on structuring topics and critical reading of scientific articles. The SC includes a diversified curricular part, with the curricular units to be attended proposed by the student with the agreement of the supervisor, being the subject of an opinion by the SC Coordinator and approved by the Scientific Council of IST. The training for carrying out the thesis is done on a case-by-

case basis with strong participation of the supervisor, and aims to transfer the student's status as quickly as possible to close to the frontier of knowledge in the area of the thesis. This approach trains doctors with high research capacity in their area of specialization, complemented by a scientific culture in related fields. It also allows levelling the knowledge of students with different backgrounds.

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

As unidades curriculares que compõem a parte curricular do doutoramento são concebidas à partida com uma carga de trabalho, avaliada em ECTS, adequada, sendo o correspondente número de ECTS conhecido dos alunos à partida. Nas disciplinas com maior número de alunos (em número muito reduzido) são realizados inquéritos aos alunos que incluem uma pergunta sobre a adequação da carga de trabalho. Na generalidade das unidades curriculares, que funciona com muito poucos alunos, a carga de trabalho é ajustada pelo docente com o acordo do aluno. A um nível global, incluindo a realização da tese e da parte curricular, é feita uma monitorização do número de anos requerido para terminar o curso.

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

The curricular units that comprise the curricular part of the PhD are designed from the outset with an adequate workload, assessed in ECTS, with the corresponding number of ECTS known to the students at the start. In subjects with a larger number of students (a very small number) student surveys are carried out that include a question about the adequacy of the workload. In most curricular units, which work with very few students, the workload is adjusted by the teacher with the student's agreement. At a global level, including the completion of the thesis and the curricular part, the number of years required to complete the course is monitored.

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

Relativamente à parte curricular, os métodos de avaliação são concebidos tendo em conta o carácter específico de cada unidade curricular. Neste caso, a decisão sobre os métodos de avaliação a usar é feita pelo professor responsável da unidade curricular, com o acordo dos estudantes e tendo em conta os objetivos de ensino. Caso haja problemas, o Coordenador do CE pode ser chamado a intervir. Relativamente à elaboração da tese, a Comissão de Acompanhamento de Tese (CAT) desempenha um papel muito importante na garantia de que o estudante está a ter resultados na linha do plano de estudos que foi aprovado (para serem admitidos, todos os alunos têm de apresentar à partida um plano de estudos, elaborado de acordo com o orientador, que é alvo de um parecer do Coordenador do CE e aprovado pelo Conselho Científico do IST) e a sugerir eventuais correções. Finalmente, o júri do exame final é escolhido com base em especialistas da área da tese.

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

Regarding the curricular part, the assessment methods are designed taking into account the specific character of each curricular unit. In this case, the decision on the assessment methods to be used is made by the professor responsible for the course, with the agreement of the students and taking into account the teaching objectives. In case of problems, the EC Coordinator can be called to intervene. Regarding the preparation of the thesis, the Thesis Monitoring Committee (CAT) plays a very important role in ensuring that the student is having results in line with the approved syllabus (to be admitted, all students must submit at the outset, a study plan, drawn up in agreement with the supervisor, which is subject to an opinion by the EC Coordinator and approved by the Scientific Council of IST) and to suggest possible corrections. Finally, the jury for the final exam is chosen based on experts in the thesis field.

2.4. Observações

2.4 Observações.

Neste documento, o ciclo de estudos em apreciação é referido pelas abreviaturas DEAer ou PDAer.

CE significa "Ciclo de estudos"

Na tabela 6.3.1. no item "Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos" o zero significa informação não disponível. Os docentes do ciclo de estudos beneficiam de um programa de licenças sabáticas.

2.4 Observations.

In this document, the study cycle under consideration is referred to by the abbreviations DEAer or PDAer.

SC means "Cycle of studies"

In table 6.3.1. in the item "Teachers mobility in the scientific area of the study cycle", zero means information not available. The faculty in the study cycle benefit from a sabbatical leave program.

3. Pessoal Docente

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

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

João Manuel Lage de Miranda Lemos (Coordenador)

Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Área Científica de Sistemas, Decisão e Controlo em regime de exclusividade e com provimento definitivo

Afzal Suleman (membro da Comissão Científica)

Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Mecânica, Área Científica de Mecânica Aplicada e Aeroespacial

José Fernando Alves da Silva (membro da Comissão Científica)

Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Área Científica de Energia

3.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

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

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
António Manuel Relógio Ribeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
André Calado Marta	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Aeronautics and Astronautics	100	Ficha submetida
Afzal Suleman	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
António José Castelo Branco Rodrigues	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Pedro Miguel de Almeida Areias	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Jorge Alberto Cadete Ambrósio	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Aleksandar Ilic	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Pedro Jorge Martins Coelho	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Luís Filipe Galvão dos Reis	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Agostinho Rui Alves da Fonseca	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Aeroespacial	100	Ficha submetida
Horácio Cláudio De Campos Neto	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
José Raul Carreira Azinheira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Nuno Manuel Mendes Maia	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
José Carlos Fernandes Pereira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
					1400	

<sem resposta>

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

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

3.4.1.1. Número total de docentes.

14

3.4.1.2. Número total de ETI.

14

3.4.2. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

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

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº de docentes / Staff number	% em relação ao total de ETI / % relative to the total FTE
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	14	100

3.4.3. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

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

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	14	100

3.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

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

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*	
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	14	100	14
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0	0	14

3.4.5. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

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

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*	
Docentes do ciclo de estudos 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	13	92.857142857143	14

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

14

4. Pessoal Não Docente

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

Bárbara Valentina de Araújo Gouveia Correia de Azevedo - 10%

Pedro Miguel dos Santos Alves - 10%

Maria Emília Vinagre Pegado Sanches - 10%

Manuel De Almeida Ribeiro - 10%

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

Bárbara Valentina de Araújo Gouveia Correia de Azevedo - 10%

Pedro Miguel dos Santos Alves - 10%

Maria Emília Vinagre Pegado Sanches - 10%

Manuel De Almeida Ribeiro - 10%

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

Bárbara Valentina de Araújo Gouveia Correia de Azevedo - Licenciatura

Pedro Miguel dos Santos Alves - 12º ano

Maria Emília Vinagre Pegado Sanches - Curso Geral de Administração e Comércio

Manuel De Almeida Ribeiro - 12º ano - Curso Técnico de Electronica Analógica e Digital

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

Bárbara Valentina de Araújo Gouveia Correia de Azevedo - Licenciatura

Pedro Miguel dos Santos Alves - 12º ano

Maria Emília Vinagre Pegado Sanches - Curso Geral de Administração e Comércio (General course on Administration and Commerce)

Manuel De Almeida Ribeiro - 12º ano - Curso Técnico de Electronica Analógica e Digital (technical course on analog and digital electronics)

5. Estudantes

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

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

5.1.1. Total de estudantes inscritos.

3

5.1.2. Caracterização por género

5.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

Género / Gender	%
Masculino / Male	100
Feminino / Female	0

5.1.3. Estudantes inscritos por ano curricular.

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

Ano Curricular / Curricular Year	Nº de estudantes / Number of students
Doutoramento	3
	3

5.2. Procura do ciclo de estudos.

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

	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano/ Last year	Ano corrente / Current year
N.º de vagas / No. of vacancies	30	30	30
N.º de candidatos / No. of candidates	2	0	4
N.º de colocados / No. of accepted candidates	2	0	4
N.º de inscritos 1º ano 1ª vez / No. of first time enrolled	2	0	4
Nota de candidatura do último colocado / Entrance mark of the last accepted candidate	0	0	0
Nota média de entrada / Average entrance mark	0	0	0

5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes

5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes.

Atualmente o CE tem um número muito reduzido de alunos. De um modo geral, os alunos podem provir dos cursos de mestrado em engenharia aeroespacial, mecânica, eletrotécnica e de computadores, ou afins, que tenham uma preparação adequada ao perfil a seguir, como física tecnológica, eletrónica, telecomunicações ou mesmo matemática aplicada e informática.

5.3. Eventual additional information characterising the students.

Currently, the EC has a very small number of students. In general, students can come from master's courses in aerospace, mechanics, electrical and computer engineering, or similar, who have adequate preparation for the profile tgo follow, such as technological physics, electronics, telecommunications or even applied mathematics and informatics.

6. Resultados

6.1. Resultados Académicos

6.1.1. Eficiência formativa.

6.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency

	Antepenúltimo ano / Two before the last year	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year
N.º graduados / No. of graduates	1	0	0
N.º graduados em N anos / No. of graduates in N years*	0	0	0
N.º graduados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	0	0	0
N.º graduados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	1	0	0
N.º graduados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	0	0	0

Pergunta 6.1.2. a 6.1.3.

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

Título: Aero-thermal analysis and design of turbomachinery blades using multi-stage adjoint methods; Ano de conclusão: 2019; resultado final: Aprovado com distinção por unanimidade.

Título: Experimental and Computational Investigation of Hybrid Passive-Active Stall Control for Micro Aerial Vehicles; Ano de conclusão: 2018; resultado final: Aprovado com distinção por unanimidade.

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

Title: Aero-thermal analysis and design of turbomachinery blades using multi-stage adjoint methods; Year of conclusion: 2019; final result: Approved with distinction by unanimity.

Title: Experimental and Computational Investigation of Hybrid Passive-Active Stall Control for Micro Aerial Vehicles; Year of conclusion: 2018; final result: Approved with distinction by unanimity.

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

A comparação não é significativa dado o reduzido número de alunos do PDAer.

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

The comparison is not significant, considering the small number of students of PDAer

6.1.4. Empregabilidade.

6.1.4.1. Dados sobre desemprego dos diplomados do ciclo de estudos (estatísticas da DGEEC ou estatísticas e estudos próprios, com indicação do ano e fonte de informação).

O IST efectua a monitorização da situação profissional dos seus diplomados por via de inquéritos periódicos. No entanto, ao nível de 3º ciclo, as baixas taxas de resposta obtidas não permitem produzir dados robustos e representativos. Actualmente os métodos de inquirição ao 3º ciclo estão a ser revistos e até ao final do presente ano (2021) será aplicada uma nova versão do inquérito à situação profissional dos diplomados de 3º Ciclo. Perante esta situação, a única fonte que o IST tem utilizado para dados de situação profissional do 3º ciclo, tem sido as estatísticas da DGEEC. Os dados mais recentes disponíveis são os relativos ao número de diplomados que concluíram o curso entre 2015 e 2018 que estavam inscritos em centro de emprego a Junho de 2020. No caso do programa de doutoramento em engenharia aeroespacial, não se verificaram inscritos em centro de emprego (% Desemprego = 0%)

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

IST monitors the professional status of its graduates through periodic surveys. However, at the 3rd cycle level, the low response rates obtained do not allow for the production of robust and representative data. Currently, the inquiry methods for the 3rd cycle are being revised and by the end of this year (2021) a new version of the survey will be applied to the professional situation of 3rd cycle graduates. In view of this situation, the only source that the IST has used for data on the professional situation of the 3rd cycle has been the DGEEC statistics. The most recent data available are those relating to the number of graduates who completed the course between 2015 and 2018 who were enrolled in an employment centre in June 2020. In the case of the doctoral program in aerospace engineering, there were no enrolments in an employment centre (% Unemployment = 0%).

6.1.4.2. Reflexão sobre os dados de empregabilidade.

Os detentores do grau de Doutor em Engenharia Aeroespacial poderão exercer a sua atividade em Instituições de Ensino Superior, Laboratórios de Investigação ou em Empresas, com ênfase para o setor aeroespacial. Um dos vetores da Estratégia Portugal Espaço 2030 consiste em promover o crescimento económico e a criação de emprego qualificado em Portugal através da promoção de mercados relacionados com o espaço, nomeadamente na exploração dos dados e sinais de satélite em vários setores de atividade e na sua utilização para abordar importantes desafios sociais, incluindo na agricultura, nas alterações climáticas, nas pescas e outras atividades marítimas, na monitorização de infraestruturas, no desenvolvimento urbano, na defesa e na segurança, e no setor da saúde pública. Os doutores formados neste ciclo de estudo enquadram-se claramente nesta estratégia.

6.1.4.2. Reflection on the employability data.

The holders of a Doctor degree in Aerospace Engineering may exercise their activity in Higher Education Institutions, Research Laboratories or Companies, with an emphasis on the aerospace sector. One of the vectors of the Portugal Space 2030 Strategy is to promote economic growth and the creation of qualified employment in Portugal through the

promotion of space-related markets, namely in the exploration of data and satellite signals in various sectors of activity and in their use to address major societal challenges, including in agriculture, climate change, fisheries and other maritime activities, infrastructure monitoring, urban development, defense and security, and the public health sector. Doctors trained in this cycle of study clearly fit into this strategy

6.2. Resultados das atividades científicas, tecnológicas e artísticas.

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

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

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	N.º de docentes do ciclo de estudos integrados/ No. of integrated study programme's teachers	Observações / Observations
LAETA	Excelente	Universidade de Lisboa - IST	11	-
INESC-ID	Excelente	Universidade de Lisboa - IST	2	-
IT	Muito Bom	Universidade de Lisboa - IST	1	-

Pergunta 6.2.2. a 6.2.5.

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

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/12120fda-c3b0-1e8c-bf81-616e98b14cbf>

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

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/12120fda-c3b0-1e8c-bf81-616e98b14cbf>

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

Atividades de desenvolvimento tecnológico documentadas em artigos científicos. Seleção dos últimos 3 anos. Algumas publicações envolvem alunos do PDAer.

D Galhofo, N Silvestre, Computational simulation of γ -graphynes under monotonic and hysteretic loading. Mechanics of Advanced Materials and Structures, 2021, 28(5), pp. 495–505 (D. Galhofo é aluno PDAer)

É Oliveira, N Maia, A Marto, R Silva, F Afonso, A Suleman, Instrumentation Influence: A Study about the Intrusiveness Level Caused by a Single PVDF in a Flexible Dynamic System, J Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 41(11) 2019 (E Oliveira aluno PDAer)

J Ribeiro, F Afonso, I Ribeiro, B Ferreira, H Policarpo, P Peças, F Lau, "Environmental assessment of hybrid-electric propulsion in conceptual aircraft design", J Cleaner Production, Vol. 247, 2020

I Martínez, F Afonso, S Rodrigues, F Lau, A sequential approach for aerodynamic shape optimization with topology optimization of airfoils, Mathematical and Computational Applications, 26,(2):34, 2021

M Oliveira, P Gil, R Ghail, 2018. A Novel Orbiter Mission Concept for Venus with the EnVision Proposal, Acta Astronautica 148: 260-267.

A Barka, S Matos, J Costa, C Fernandes, H. CHREIM, Applying Massively Parallel Computing to Multi-Scale Ka Dual-Band Transmit-Array Analysis using FETI-2LM, IEEE Journal on Multiscale and Multiphysics Computational Techniques, 5:235-244, 2020.

P Cruz, P Batista, "Characterization of Degenerate Configurations in Attitude Determination of Three-Vehicle Heterogeneous Formations," Sensors 21(14):4631, 2021.

Y Brouwer, A Vale, R Ventura. Informative path planner with exploration–exploitation trade-off for radiological surveys in non-convex scenarios. Robotics and Autonomous Systems, 136:103691, 2021

R Duarte, H Cruz, H Neto. Reconfigurable Accelerator for On-Board SAR Imaging Using the Backprojection Algorithm. Applied Reconfigurable Computing (ARC), April 2020

F Leandro, A Andrade, S Kalakou, 2021. Designing aviation networks under Public Service Obligations (PSO): A case study in Greece. Journal of Air Transport Management, 93, 102042.

A Miranda, M Leite, L Reis, E Copin, MF Vaz, AM Deus, "Evaluation of the influence of design in the mechanical properties of honeycomb cores used in composite panels", Proc IMechE Part L: J Materials: Design and Applications 2021, 235(6):1325-1340.

S. Sabino, N. Horta, A. Grilo, "Centralized Unmanned Aerial Vehicle Mesh Network Placement Scheme: A Multi-Objective Evolutionary Algorithm Approach", Sensors, MDPI 18(12):4387, 2018.

Reis J., Batista P., Oliveira P., and Silvestre C., " Attitude, body-fixed Earth rotation rate, and sensor bias estimation using single observations of direction of gravitational field," Automatica, 125: 109475, 2021.

Outeiro P., Cardeira C., and Oliveira P., MMAC Architecture for a Quadrotor with Constant Unknown Mass and Inertia, Aerospace Science and Technology, 2021, 117: 106899

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

Activities of technological development documented in scientific articles. Selection of the last 3 years. Some publications involve PDAer students

D Galhofo, N Silvestre, Computational simulation of γ -graphynes under monotonic and hysteretic loading. Mechanics of Advanced Materials and Structures, 2021, 28(5), pp. 495–505 (D. Galhofo é aluno PDAer)

É Oliveira, N Maia, A Marto, R Silva, F Afonso, A Suleman, Instrumentation Influence: A Study about the Intrusiveness Level Caused by a Single PVDF in a Flexible Dynamic System, J Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 41(11) 2019 (E Oliveira aluno PDAer)

J Ribeiro, F Afonso, I Ribeiro, B Ferreira, H Policarpo, P Peças, F Lau, "Environmental assessment of hybrid-electric propulsion in conceptual aircraft design", J Cleaner Production, Vol. 247, 2020

I Martínez, F Afonso, S Rodrigues, F Lau, A sequential approach for aerodynamic shape optimization with topology optimization of airfoils, Mathematical and Computational Applications, 26,(2):34, 2021

M Oliveira, P Gil, R Ghail, 2018. A Novel Orbiter Mission Concept for Venus with the EnVision Proposal, Acta Astronautica 148: 260-267.

A Barka, S Matos, J Costa, C Fernandes, H. CHREIM, Applying Massively Parallel Computing to Multi-Scale Ka Dual-Band Transmit-Array Analysis using FETI-2LM, IEEE Journal on Multiscale and Multiphysics Computational Techniques, 5:235-244, 2020.

P Cruz, P Batista, "Characterization of Degenerate Configurations in Attitude Determination of Three-Vehicle Heterogeneous Formations," Sensors 21(14):4631, 2021.

Y Brouwer, A Vale, R Ventura. Informative path planner with exploration–exploitation trade-off for radiological surveys in non-convex scenarios. Robotics and Autonomous Systems, 136:103691, 2021

R Duarte, H Cruz, H Neto. Reconfigurable Accelerator for On-Board SAR Imaging Using the Backprojection Algorithm. Applied Reconfigurable Computing (ARC), April 2020

F Leandro, A Andrade, S Kalakou, 2021. Designing aviation networks under Public Service Obligations (PSO): A case study in Greece. Journal of Air Transport Management, 93, 102042.

A Miranda, M Leite, L Reis, E Copin, MF Vaz, AM Deus, "Evaluation of the influence of design in the mechanical properties of honeycomb cores used in composite panels", Proc IMechE Part L: J Materials: Design and Applications 2021, 235(6):1325-1340.

S. Sabino, N. Horta, A. Grilo, "Centralized Unmanned Aerial Vehicle Mesh Network Placement Scheme: A Multi-Objective Evolutionary Algorithm Approach", Sensors, MDPI 18(12):4387, 2018.

Reis J., Batista P., Oliveira P., and Silvestre C., " Attitude, body-fixed Earth rotation rate, and sensor bias estimation using single observations of direction of gravitational field," Automatica, 125: 109475, 2021.

Outeiro P., Cardeira C., and Oliveira P., MMAC Architecture for a Quadrotor with Constant Unknown Mass and Inertia,

Aerospace Science and Technology, 2021, 117: 106899

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

Participação em projetos nos últimos 3 anos:

Incremental Nonlinear Flight Control Supplemented with Envelope Protection. Proj europeu H2020 Contribuição da UE para o IST 447063,75 €.

Methodology and tools for assessing the structural health and life extension of aircraft. PT2020 - SI I&DT - I&D em Contribuição do FEDER para o IST – 86.9 K€.

FCT proj PTDC/EEI-AUT/5048/2014 Load transportation using Unmanned Aerial Vehicles 2016-2019. 30K€

FCT proj. Fast Delivery in Urban Environments using Drone Relays: Planning, Control, and Estimation 2018-2021. 30K€

INTERREG V-B SUDOE - SOE2/P1/F0684, Plateforme collaborative pour la création de nano-satellites étudiants européens, 2018-. 250K€

Artificial intelligence techniques for GNC design, implementation and verification. Funded ESA. 2021-2022 50K€

Flexible Aircraft, COMPETE 2020, 2016-2019 315 k€

Maintenance Drones and Robots to Enhance Renewable Energy Systems in the Atlantic Area. 2019-2022. CE INTERREG ATLANTIC, 285 K€

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

Participation in projects in the last 3 years:

Incremental Nonlinear Flight Control Supplemented with Envelope Protection. Proj europeu H2020 Contribuição da UE para o IST 447063,75 €.

Methodology and tools for assessing the structural health and life extension of aircraft. PT2020 - SI I&DT - I&D em Contribuição do FEDER para o IST – 86.9 K€.

FCT proj PTDC/EEI-AUT/5048/2014 Load transportation using Unmanned Aerial Vehicles 2016-2019. 30K€

FCT proj. Fast Delivery in Urban Environments using Drone Relays: Planning, Control, and Estimation 2018-2021. 30K€

INTERREG V-B SUDOE - SOE2/P1/F0684, Plateforme collaborative pour la création de nano-satellites étudiants européens, 2018-. 250K€

Artificial intelligence techniques for GNC design, implementation and verification. Funded ESA. 2021-2022 50K€

Flexible Aircraft, COMPETE 2020, 2016-2019 315 k€

Maintenance Drones and Robots to Enhance Renewable Energy Systems in the Atlantic Area. 2019-2022. CE INTERREG ATLANTIC, 285 K€

6.3. Nível de internacionalização.

6.3.1. Mobilidade de estudantes e docentes

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

	%
Alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Foreign students enrolled in the study programme	33
Alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Students in international mobility programmes (in)	0
Alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Students in international mobility programmes (out)	0
Docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Foreign teaching staff, including those in mobility (in)	0
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Teaching staff mobility in the scientific area of the study (out).	0

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

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

O IST foi admitido na rede PEGASUS, <https://www.pegasus-europe.org/members/>

Esta rede visa englobar as melhores universidades europeias no setor aeroespacial, tendo atualmente 28 parceiros em 11 países. Embora a rede PEGASUS esteja dedicada apenas aos dois primeiros ciclos, proporciona um envolvimento internacional no setor do ensino da engenharia aeroespacial que acaba por ter um reflexo também no programa de doutoramento.

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

IST has been admitted to the PEGASUS network, <https://www.pegasus-europe.org/members/>

This network aims to encompass the best European universities in the aerospace sector, currently having 28 partners in 11 countries. Although the PEGASUS network is only dedicated to the first two cycles, it provides an international involvement in the field of aerospace engineering education that ends up having an impact on the doctoral program as well.

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

-

6.4. Eventual additional information on results.

-

7. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade

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

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

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

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

Sim

7.1.1. Hiperligação ao Manual da Qualidade.

https://aqai.tecnico.ulisboa.pt/files/sites/27/20190422manualqualidadev03_00.pdf

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

[7.1.2._R3A_DEAero_2019_20.pdf](#)

7.2 Garantia da Qualidade

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

8.1 Análise SWOT global do ciclo de estudos

8.1.1. Pontos fortes

Os pontos fortes do ensino da engenharia aeroespacial no IST são

- 1. A ampla base de competências do Departamento de Engenharia Mecânica (DEM) e do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (DEEC) nas tecnologias contribuintes permite proporcionar uma oferta de ensino diversificada e de alta qualidade.*
 - 2. A capacidade de integração residente na Área Científica de Mecânica Aplicada e Aeroespacial (ACMAA) é única em Portugal.*
 - 3. A grande capacidade de ensino e investigação do DEEC em áreas relativas à Inteligência Artificial e aprendizagem automática, que estão a receber uma atenção crescente na qualidade de aplicações do setor aeroespacial, desde logo a deteção remota, que tem recebido recentemente um ímpeto significativo na avaliação do estado de culturas agrícolas, por exemplo, mas também em áreas de potencial crescimento, como o GNC, em que a ESA lançou recentemente um estudo de viabilidade.*
 - 4. As aeronaves robotizadas são também um campo em que há competências muito significativas.*
 - 5. A elevada capacidade científica e de trabalho de candidatos do IST, em especial do mestrado em Engenharia Aeroespacial.*
- Estes pontos fortes são fatores de qualidade dos doutores formados em engenharia aeroespacial que determinam a sua atratividade e empregabilidade para um conjunto diversificado de empregadores, que abrangem desde universidades e centros de investigação até empresas do nascente setor da indústria aeroespacial em Portugal.*

8.1.1. Strengths

The strengths of teaching aerospace engineering at IST are

- 1. The broad competence base of the Department of Mechanical Engineering (DEM) and the Department of Electrical and Computer Engineering (DEEC) in contributing technologies allows for a diversified and high-quality teaching offer.*
- 2. The resident integration capacity in the Scientific Area of Applied Mechanics and Aerospace (ACMAA) is unique in Portugal.*

3. DEEC's strong teaching and research capacity in areas related to Artificial Intelligence and machine learning, which are receiving increasing attention in the quality of applications in the aerospace sector, including remote sensing, which has recently received significant impetus in assessment of the status of agricultural crops, for example, but also in areas of potential growth such as GNC, where ESA has recently launched a feasibility study.
4. Robotic aircraft is also a field in which there is significant expertise.
5. The high scientific and working capacity of IST candidates, in particular the Master's in Aerospace Engineering. These strengths are quality factors for PhDs trained in aerospace engineering that determine their attractiveness and employability to a diverse set of employers, ranging from universities and research centers to companies in the nascent sector of the aerospace industry in Portugal.

8.1.2. Pontos fracos

Os pontos fracos são:

1. A rigidez da parte curricular atualmente em vigor, que obriga à frequência de duas unidades curriculares, o que a polariza, e não inclui nenhuma disciplina de escolha livre. Esta rigidez tem sido um, fator claro de afastamento de potenciais bons candidatos ao CE. Este ponto fraco será, contudo, eliminado uma vez implementadas as ações discriminadas na seção 8.2.1.
2. O baixo nível de financiamento para bolsas de doutoramento existente em Portugal.
3. A existência de forças de desagregação internas ao IST que levam a que as áreas de competência do DEM e do DEEC sejam vistas por um subconjunto de docentes, não como tecnologias de suporte da engenharia aeroespacial, mas predominantemente em relação com outras áreas. A criação de um lugar conjunto de professor catedrático partilhado pelo DEM e pelo DEEC, com vista a dinamizar o setor aeroespacial constitui um bom exemplo de como o IST pretende contrariar esta tendência.
4. A inexistência de inserção direta do CE em redes internacionais de ensino do setor aeroespacial. Este ponto fraco não é, no entanto, muito grave dado que, por um lado, o IST está inserido em redes internacionais de ensino da engenharia aeroespacial a nível do mestrado e, por outro lado, os docentes das unidades curriculares e orientadores de teses, estão inseridos em redes, formais ou informais, que proporcionam o desejado contexto de internacionalização.

8.1.2. Weaknesses

The weaknesses are:

1. The rigidity of the curricular part currently followed, that requires the attendance of two mandatory curricular units, which polarizes it, and does not include any subject of free choice. This rigidity has been a clear factor in alienating potential good candidates for the EC. This weak point will, however, be eliminated once the actions detailed in section 8.2.1 are implemented.
2. The low level of funding for doctoral scholarships existing in Portugal.
3. The existence of internal disaggregation forces at the IST that lead to the competence areas of the DEM and DEEC being seen by a subset of professors, not as supporting technologies for aerospace engineering, but predominantly in relation to other areas. The creation of a joint position of full professor shared by DEM and DEEC, with a view to boosting the aerospace sector, is a good example of how IST intends to counteract this trend.
4. The lack of direct insertion of the CE in international education networks in the aerospace sector. This weakness is, however, not very serious given that, on the one hand, IST is part of international networks of aerospace engineering education at Masters level and, on the other hand, the professors of the curricular units and thesis supervisors, they are inserted in networks, formal or informal, which provide the desired context of internationalization.

8.1.3. Oportunidades

Portugal tem um conjunto de empresas industriais, que requerem engenheiros aeroespaciais com alto nível de qualificação, que é pequeno, mas crescente. A capacidade adquirida pelos estudantes de Aeroespacial em áreas relativas à Inteligência Artificial e aprendizagem automática é um fator diferenciador que tem levado empresas ligadas à transição energética, à transição digital e às comunicações a procurar avidamente engenheiros e doutores em aeroespacial. Para além disso, o setor aeroespacial é apresentado pelo governo português como prioritário, e um elemento importante no desenvolvimento de indústrias de alto valor acrescentado. Dois dos objetivos da Estratégia Portugal Espaço 2030 são

- Promover o crescimento económico e a criação de emprego qualificado em Portugal através da promoção de mercados relacionados com o espaço, (...);
- Fomentar a geração de dados de satélite através de novas tecnologias espaciais e infraestruturas relacionadas com o espaço em Portugal, (...) transformando Portugal num ator mais forte no setor espacial, com ênfase nas novas indústrias do Espaço (New Space);

A Estratégia Portugal Espaço 2030 propõe-se atingir os seus objetivos através dos seguintes três eixos principais:

1. Estimular a exploração de dados e sinais espaciais através de serviços e aplicações de base espacial, ou habilidades por tecnologias espaciais, promovendo novos mercados e o emprego altamente qualificado em áreas diversificadas;
2. Fomentar o desenvolvimento, construção e operação de equipamentos, sistemas e infraestruturas espaciais e de serviços de produção de dados espaciais, (...)
3. Continuar a desenvolver a capacidade e competências nacionais na área do Espaço através da investigação científica, inovação, educação e cultura científica, (...)

As principais oportunidades a explorar são assim:

1. **A expansão das empresas aeroespaciais em Portugal, conjugada com a concretização deste programa, é uma forte motivação para a existência de um CE de doutoramento em aeroespacial. A capacidade interdisciplinar associada ao PDAer, pela participação de docentes de áreas científicas diversificadas do DEM e do DEEC, coloca este CE numa excelente posição para motivar potenciais candidatos, oferecendo-lhes uma formação científica avançada que os coloca na linha de preferência dos empregadores.**
2. **Do ponto de vista das empresas, há oportunidade de promover teses de doutoramento em conjunto com empresas, orientadas conjuntamente ou com bolsas por estas oferecidas.**
3. **O facto de a elite intelectual portuguesa jovem sentir uma enorme atração pela engenharia aeroespacial quando decide a sua profissão. Esta preferência é conspícua a nível do mestrado, que forma, no IST, um grande contingente anual de jovens altamente qualificados. Deve ser feito um esforço para promover junto destes jovens a vantagem de continuar a sua formação através do doutoramento, o que lhes permitirá abrir portas, em lugares de acesso altamente competitivo e com remunerações elevadas.**

8.1.3. Opportunities

Portugal has a group of industrial companies that require aerospace engineers with a high level of qualification, which is small but growing. The ability acquired by Aerospace students in areas related to Artificial Intelligence and machine learning is a differentiating factor that has led companies linked to the energy transition, the digital transition and communications to eagerly seek engineers and doctors in aerospace. Furthermore, the aerospace sector is presented by the Portuguese government as a priority, and an important element in the development of high added value industries. Two of the objectives of the Portugal Space 2030 Strategy are

- **Promote economic growth and the creation of qualified employment in Portugal through the promotion of space-related markets,(...);**
- **Foster the generation of satellite data through new space technologies and space-related infrastructure in Portugal, (...) transforming Portugal into a stronger player in the space sector, with an emphasis on new Space industries (New Space);**

The Portugal Space 2030 Strategy aims to achieve its goals through the following three main axes:

1. **Stimulate the exploration of space data and signals through space-based services and applications, or enabled by space technologies, promoting new markets and highly qualified employment in diversified areas;**
2. **Encourage the development, construction and operation of space equipment, systems and infrastructure and services for the production of spatial data, (...)**
3. **Continue to develop national capacity and competences in space through scientific research, innovation, education and scientific culture, (...)**

The main opportunities to explore are:

1. **The expansion of aerospace companies in Portugal, together with the implementation of this program, is a strong motivation for the existence of a PhD in aerospace. The interdisciplinary capacity associated with the PDAer, through the participation of professors from diversified scientific areas of the DEM and DEEC, places this CE in an excellent position to motivate potential candidates, offering them advanced scientific training that places them in the line of preference of employers.**
2. **From the companies' point of view, there is an opportunity to promote doctoral theses together with companies, jointly oriented or with scholarships offered by them.**
3. **The fact that the young Portuguese intellectual elite is enormously attracted to aerospace engineering when deciding on their profession. This preference is conspicuous at the master's level, that forms, at IST, a large annual contingent of highly qualified young people. An effort should be made to promote among these young people the advantage of continuing their training through a doctorate, which will allow them to open doors in highly competitive places with high remuneration.**

8.1.4. Constrangimentos

1. **O principal constrangimento tem a ver com a manutenção e melhoria de um corpo docente altamente qualificado, com competência no setor aeroespacial, mas simultaneamente num conjunto de áreas especializadas, e mais vastas do que este setor, tais como aerodinâmica, aeroelasticidade, estruturas, telecomunicações, GNC, eletrónica, inteligência artificial, energia, etc. Este constrangimento é agravado pelo envelhecimento do corpo docente e pela reduzida contratação de novos docentes nos últimos anos.**
2. **Do ponto de vista da competição interna com outros programas de doutoramento, tem-se observado que um número significativo de teses submetidas aos programas de doutoramento em Engenharia Mecânica ou em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores são de facto, temas de Engenharia Aeroespacial. Este constrangimento pode ser aliviado pelas medidas de melhoria propostas no que diz respeito à flexibilização da parte curricular. Uma outra medida que contribuirá para reduzir este constrangimento constitui o aumento do corpo docente formado por doutores em engenharia aeroespacial (e não por doutores em outras áreas afins, com currículo em engenharia aeroespacial).**
3. **Do ponto de vista da competição com outras universidades portuguesas, o IST tem ainda, neste momento, a vantagem de combinar o domínio das tecnologias contribuintes para a engenharia aeroespacial com o domínio das tecnologias de integração. É no entanto possível que a situação se venha a alterar, pelo menos nas universidades de maior dinâmica, levando a uma maior disputa de alunos. O IST deve tirar vantagem desta situação e fazer crescer o seu número de alunos. Para além disso, o reforço da área de integração de mecânica de voo é necessário por comparação com universidades estrangeiras e a nível nacional distancia o IST de outras universidades. Finalmente, a área de aplicações da inteligência artificial ao setor aeroespacial deve ser desenvolvida.**
4. **A nível internacional a relação deve ser vista mais do ponto de vista da cooperação do que da competição. As**

universidades europeias da associação Pegasus são parceiros mais cooperantes do que rivais e oferecem oportunidades de colaboração que devem ser mais desenvolvidas.

8.1.4. Threats

- 1. The main constraint has to do with the maintenance and improvement of a highly qualified faculty, with competence in the aerospace sector, but simultaneously in a set of specialized areas, and broader than this sector, such as aerodynamics, aeroelasticity, structures, telecommunications, GNC, electronics, artificial intelligence, energy, etc. This constraint is aggravated by the aging of the existing faculty and the reduced hiring of new professors in recent years.**
- 2. From the point of view of internal competition with other doctoral programs, it has been observed that a significant number of these submitted to doctoral programs in Mechanical Engineering or in Electrical and Computer Engineering are, in fact, Aerospace Engineering subjects. This constraint can be alleviated by the proposed improvement measures regarding the flexibility of the curriculum. Another measure that will help to reduce this constraint is the increase in the faculty formed by doctors in aerospace engineering (and not by doctors in other related areas, with a curriculum in aerospace engineering).**
- 3. From the point of view of competition with other Portuguese universities, IST still has, at this moment, the advantage of combining the domain of technologies that contribute to aerospace engineering with the domain of integration technologies. It is, however, possible that the situation will change, at least in the most dynamic universities, leading to greater student competition. IST must take advantage of this situation and grow its number of students. Furthermore, the reinforcement of the area of integration of flight mechanics is necessary in comparison with foreign universities and at national level distances IST from other universities. Finally, the field of artificial intelligence applications to the aerospace sector must be developed.**
- 4. At the international level, the relationship must be seen from the point of view of cooperation rather than competition. The European universities of the Pegasus association are more cooperative partners than rivals and offer opportunities for collaboration that should be further developed.**

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2.1. Ação de melhoria

As ações de melhoria visam os seguintes objetivos:

- 1. Tornar o CE mais atrativo e em linha com outros programas de doutoramento no IST, em particular com os programas de doutoramento em engenharia mecânica (PDEM) e em engenharia eletrotécnica e de computadores (PDEEC).**
- 2. Tendo em conta a grande diversidade de temas de tese que podem ser consideradas dentro das áreas de aeronaves, aviónica e espaço, e o recente aumento do interesse em métodos relacionados com aprendizagem automática, aumentar a adaptabilidade às diferentes necessidades dos alunos, mantendo o mesmo nível de preparação científica.**
- 3. Melhorar o leque de opções de unidades curriculares oferecidas**
Para atingir estes objetivos, propõem-se as seguintes ações:
 - 1. Incluir uma opção livre, a escolher pelo aluno de entre as opções técnicas oferecidas a nível do 3º ciclo no IST, e sujeita a aprovação do orientador e do Coordenador do CE.**
 - 2. Tornar optativas as 2 UCs obrigatórias existentes (Dinâmica de Voo e Dinâmica Espacial)**
 - 3. Incluir a opção Ensino e Divulgação Científica por a dar formação pedagógica aos alunos de doutoramento, contribuindo assim para a formação de possíveis candidatos a um corpo docente em engenharia aeroespacial, com identidade própria, no IST.**
 - 4. Enriquecer o leque de UCs oferecido aos alunos do PDAer com UCs afins, disponíveis noutros planos de doutoramento, sobretudo nas áreas de Aviónica, com ênfase em Aprendizagem Automática, e Espaço. Foi ainda proposta uma UC nova (Sistemas Aeroespaciais Robotizados), que explora a vaga de professor catedrático conjunta DEEC/DEM.**
 - 5. Realização de um estudo sobre a possibilidade da inserção do PDAer em redes internacionais de CE congéneres.**

8.2.1. Improvement measure

The improvement actions aim at the following objectives:

- 1. Make CE more attractive and in line with other doctoral programs at IST, in particular with doctoral programs in mechanical engineering (PDEM) and in electrical and computer engineering (PDEEC).**
- 2. Taking into account the great diversity of thesis topics that can be considered within the areas of aircraft, avionics and space, and the recent increase in interest in methods related to machine learning, increase adaptability to different student needs, maintaining the same level of scientific preparation.**
- 3. Improve the range of curricular unit options offered**
To achieve these goals, the following actions are proposed:
 - 1. Include a free option, to be chosen by the student from among the technical options offered at the 3rd cycle level at IST, and subject to approval by the supervisor and the CE Coordinator.**
 - 2. Make the existing 2 mandatory CUs optional (Flight Dynamics and Spatial Dynamics)**
 - 3. Include the Scientific Teaching and Dissemination option for providing pedagogical training to PhD students, thus contributing to the training of possible candidates for a faculty in aerospace engineering, with its own identity, at IST.**

4. Enrich the range of CUs offered to PDAer students with related CUs, available in other doctoral plans, especially in the areas of Avionics, with an emphasis on Automatic Learning, and Space. A new CU (Robotized Aerospace Systems) was also proposed, which exploits the position of joint full professor DEEC/DEM.

5. Carrying out a study on the possibility of inserting PDAer in international networks of similar SCs.

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

As ações de melhoria propostas formam um bloco e devem ser implementadas em conjunto. Foram já aprovadas pelo Conselho científico do IST e pelo Senado da Universidade de Lisboa, prevendo-se a sua submissão à A3ES a breve prazo. Caso esta Agência as aceite, poderão estar em vigor a partir do início do próximo ano letivo de 2022/2023, sendo já publicitadas no respetivo período de candidaturas, em Junho de 2022.

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

The proposed improvement actions form a block and must be implemented together. They have already been approved by the Scientific Council of IST and by the Senate of the University of Lisbon, and submission to the A3ES is expected in the short term. If this Agency accepts them, they may be in force from the beginning of the next academic year 2022/2023, and will already be advertised in the respective application period, in June 2022.

8.1.3. Indicadores de implementação

A verificação da implementação é direta, dependendo da aprovação da A3ES.

O indicador principal a médio prazo (3 anos após a sua entrada em vigor) do sucesso das medidas propostas é o número de alunos do CE que deverá aumentar significativamente. Será considerado um sucesso se, num prazo de 3 anos, o número de alunos tiver pelo menos triplicado em relação ao atual, passando a um número de cerca de 10. Um outro indicador complementar é o número de teses produzidas, cujo aumento se refletirá a mais longo prazo.

8.1.3. Implementation indicator(s)

Verification of implementation is straightforward, subject to approval by A3ES.

The main indicator in the medium term (3 years after its entry into force) of the success of the proposed measures is the number of EC students, which is expected to increase significantly. It will be considered a success if, within a period of 3 years, the number of students has at least tripled in relation to the current one, rising to a number of around 10.

Another complementary indicator is the number of theses produced, whose increase will be reflected in the longer term.

9. Proposta de reestruturação curricular (facultativo)

9.1. Alterações à estrutura curricular

9.1. Síntese das alterações pretendidas e respectiva fundamentação

1. Incluir uma opção livre, a escolher pelo aluno de entre as opções técnicas oferecidas a nível do 3º ciclo no IST, e sujeita a aprovação do orientador e do Coordenador do CE.

2. Tornar optativas as 2 UCs obrigatórias existentes (Dinâmica de Voo e Dinâmica Espacial), por forma a abrir espaço a outras unidades curriculares, indo ao encontro de uma maior diversidade de áreas de trabalho dentro da engenharia aeroespacial

3. Incluir a opção Ensino e Divulgação Científica (Engenharia Mecânica ou Engenharia Eletrotécnica), de modo a dar formação pedagógica aos alunos de doutoramento, contribuindo assim para a formação de possíveis candidatos a um corpo docente em engenharia aeroespacial, com identidade própria, no IST. Os alunos apenas podem inscrever-se em Ensino e Divulgação Científica DEM ou (exclusivo) em Ensino e Divulgação Científica DEEC, mas nunca simultaneamente em ambas estas 2 UCs.

4. Enriquecer o leque de UCs oferecido aos alunos do PDAer com UCs afins, disponíveis noutros planos de doutoramento, sobretudo nas áreas de Aviónica, com ênfase em Aprendizagem Automática, e Espaço.

9.1. Synthesis of the proposed changes and justification.

1. Include a free option, to be chosen by the student from among the options offered at the 3rd cycle level at IST, and subject to approval by the supervisor and the CE Coordinator.

2. Make the 2 existing mandatory CUs optional (Flight Dynamics and Spatial Dynamics), in order to make room for other curricular units, aiming to meet a greater diversity of work areas within aerospace engineering

3. Include the Scientific Teaching and Dissemination option (Mechanical Engineering or Electrotechnical Engineering), in order to provide pedagogical training to doctoral students, thus contributing to the training of possible candidates for a faculty in aerospace engineering, with its own identity, at IST. Students can enroll Science Dissemination and Teachink Skills DEM or (exclusive) Outreach and teaching skills DEEC, but not simultaneously in both of these

curricular units.

4. Enrich the range of CUs offered to PDAer students with related CUs, available in other doctoral plans, especially in the areas of Avionics, with an emphasis on Automatic Learning, and Space.

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

9.2. Tronco Comum

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

Tronco Comum

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

Common Branch

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Mecânica Aplicada e Aeroespacial/Applied and Aerospace Mechanics	MAA	0	0	Oferta de 30 ECTS em UC opcionais
Mecânica Estrutural e Computacional/Structural and Computational Mechanics	MEC	0	0	Oferta de 18 ECTS em UC opcionais
Projeto Mecânico e Materiais Estruturais/Mechanical Project and Structural Materials	PMME	0	0	Oferta de 18 ECTS em UC opcionais
Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia/Thermofluids and Energy Conversion Technologies	TTCE	0	0	Oferta de 12 ECTS em UC opcionais
Sistemas, Decisão e Controlo/Systems, Decision and Control	SDC	0	0	Oferta de 42 ECTS em UC opcionais
Telecomunicações/Telecommunications	TELE	0	0	Oferta de 12 ECTS em UC opcionais
Computadores/Computers	COMP	0	0	Oferta de 12 ECTS em UC opcionais
Energia/Energy	ENERG	0	0	Oferta de 6 ECTS em UC opcional
Competências Transversais/Crosscutting Skills	CT	0	0	Oferta de 12 ECTS em UC opcionais
Opções Livres - Todas as áreas científicas do IST/Free Options - All scientific areas of IST	OL	0	0	Oferta de 6 ECTS em UC opcional
Áreas Científicas do Programa Doutoral em Engenharia Aeroespacial/Scientific Areas of the of the Doctoral Degree in Aerospace Engineering	ACPD	210	0	
-	-	0	30	(*) Necessários 30 ECTS em unidades curriculares optativas para obtenção do grau ou diploma.
(12 Items)		210	30	

9.3. Plano de estudos

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

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

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

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dinâmica de Voo/Flight Dynamics	MAA	Semestral	168	T-28	6	Devem ser escolhidas UCs neste quadro num total de 30 ECTS
Dinâmica Espacial/Space Dynamics	MAA	Semestral	168	T-28	6	
Estruturas Adaptativas/Adaptive Structures	MAA	Semestral	168	T-28	6	
Materiais Estruturais/Structural Materials	PMME	Semestral	168	T-28	6	
Mecânica Experimental/Experimental Mechanics	PMME	Semestral	168	T-28	6	
Métodos Computacionais e Otimização/Computational Methods and Optimization	MEC	Semestral	168	T-28	6	
Simulação Computacional de Escoamentos Reativos/Computational Simulation of Reactive Flows	TTCE	Semestral	168	T-28	6	
Sistemas de Comunicação por Satélite/Satellite Communications Systems	TELE	Semestral	168	T-42	6	
Computação Reconfigurável/Reconfigurable Computing	COMP	Semestral	168	T-42	6	
Arquiteturas Heterogêneas para Computação de Elevado Desempenho/Heterogeneous Architectures for High Performance Computing	COMP	Semestral	168	T-42	6	
Sistemas de Eventos Discretos/Discrete Event Systems	SDC	Semestral	168	T-42	6	
Sistemas Dinâmicos e Otimização/Dynamic Systems and Optimization	SDC	Semestral	168	T-42	6	
Simulação de Voo/Flight Simulation	MAA	Semestral	168	T-28	6	
Dinâmica Computacional/Computational Dynamics	MEC	Semestral	168	T-28	6	
Mecânica dos Sólidos Computacional/Computational Solid Mechanics	MEC	Semestral	168	T-28	6	
Otimização Multidisciplinar de Aeronaves/Multidisciplinary Design Optimization	MAA	Semestral	168	T-28	6	
Tópicos Avançados em Mecânica de Fluidos Computacional/Advanced Topics on Computational Fluid Mechanics	TTCE	Semestral	168	T-28	6	
Vibrações Mecânicas/Mechanical Vibrations	PMME	Semestral	168	T-28	6	
Aprendizagem Estatística/Statistical Learning	TELE	Semestral	168	T-42	6	
Estimação e Classificação/Estimation and Classification	SDC	Semestral	168	T-42	6	
Visão por Computador/Computer Vision	SDC	Semestral	168	T-42	6	
Sistemas de Controlo Não Linear/nonlinear Control Systems	SDC	Semestral	168	T-42	6	
Otimização Não Linear/Nonlinear Optimization	SDC	Semestral	168	T-42	6	
Sistemas Aeroespaciais Robotizados/Robotic Aerospace Systems	SDC	Semestral	168	T-42	6	
Sistemas Eletrónicos de Potência/Power Electronic Systems	ENERG	Semestral	168	T-42	6	
Ensino e Divulgação Científica-Dem/Science Dissemination and Teaching Skills-Dem	CT	Semestral	168	OT-42	6	
Ensino e Divulgação Científica-Deec/Outreach and Teaching Skills-Deec	CT	Semestral	168	T-42	6	Escolhe no máximo uma UC de CT

Opção Livre/Free Option OL Semestral 168 T-28 ou T-42 6 a) Escolher uma unidade curricular de 3º Ciclo do IST.

(28 Items)

9.3. Plano de estudos - - 2º, 3º e 4º Ano /1º e 2º Semestre

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

<sem resposta>

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

<no answer>

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º, 3º e 4º Ano /1º e 2º Semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:

2nd, 3rd and 4th Year / 1st and 2nd Semester

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Tese de Doutoramento em Engenharia Aeroespacial/Dissertation Thesis in Aerospace Engineering (1 Item)	ACPD	Anual	5880	0	210	-

9.4. Fichas de Unidade Curricular

Anexo II - Otimização Não linear

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Otimização Não linear

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Nonlinear Optimization

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SDC

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

42.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

João Manuel de Freitas Xavier - 42 T

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

<sem resposta>

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

Os objectivos principais são: 1) assimilar os fundamentos teóricos da otimização não-linear com e sem restrições; 2) usar classes especiais de otimização convexa e nãoconvexa como programação linear (LP), quadrática (QP), semidefinida positiva (SDP), mista inteira (MILP), etc, para modelar problemas de engenharia em comunicações, controlo, aprendizagem automática, processamento de sinal, processamento em rede, etc; 3) aplicar teoria da dualidade para obter minorantes para problemas de otimização, relaxações convexas para problemas nãoconvexos, resolver problemas em plataformas distribuídas, etc; e 4) aprender as técnicas principais no desenvolvimento de algoritmos numéricos eficientes para otimização convexa e nãoconvexa.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main goals are: 1) to understand the theoretical foundations of nonlinear optimization with and without constraints; 2) to use special classes of convex and nonconvex optimization problems such as linear (LP), quadratic (QP), semidefinite positive (SDP), mixed integer (MILP), etc, for modeling engineering problems in communications, control, machine learning, signal processing, network processing, etc; 3) to apply duality theory for deriving lower bounds on optimization problems, obtaining convex relaxations of nonconvex problems, solving problems in a distributed setting, etc; and 4) to learn the main techniques in developing efficient numerical algorithms for convex and nonconvex optimization.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Problemas (prob) de otimização Conjuntos e funções convexas. Classes canónicas de otimização convexa: linear, quadrática, posinomial, geométrica, cónica de segunda-ordem, semidefinida positiva. Software. Aplicações em comunicações, estimação, aproximação, controlo, aprendizagem automática, grafos, redes, etc: condições de optimalidade e teoria da dualidade. As condições de Karush-Kuhn-Tucker (KKT) para optimalidade. Interpretação geométrica.. Programas duais, o fosso de dualidade e sua interpretação geométrica. Aplicações de dualidade: obtenção de minorantes, simplificação de prob, decomposição, relaxações convexas de prob combinatorios (ex: MAXCUT) Pesquisa em linha para prob sem restrições: gradiente, quasi-Newton BFGS, Newton. Propriedades de convergência e ritmo de convergência. Algoritmos para prob com restrições. Métodos de ponto interior para prob convexas e penalização, barreira, Lagrangeana aumentada e programação quadrática sequencial (SQP) para prob gerais (nãoconvexas).

9.4.5. Syllabus:

optimization problems. Convex sets and functions. Recognizing canonical classes of convex programs: linear, quadratic, posynomial, geometric, second-order cone, semidefinite positive. Usage of software packages. Applications in communications, estimation, approximation, control, machine learning, graphs, networks, etc.: optimality conditions and duality theory. The Karush-Kuhn-Tucker (KKT) conditions for optimality. Geometrical interpretation of KKT conditions. Dual programs, the duality gap and its geometrical interpretation. Applications of duality: provable lower bounds, problem simplification, problem decomposition, convex relaxations of combinatorial problems (e.g. MAXCUT). Line-search based algorithms for unconstrained optimization: gradient, quasi-Newton BFGS, Newton. Convergence theory and convergence rates. Algorithms for constrained optimization. Interior point algorithms for convex programs. Penalty, barrier, augmented Lagrangian and SQP methods for general (nonconvex) programs.

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

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

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

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

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino baseia-se em aulas teóricas e trabalhos realizados pelos alunos para consolidar os conceitos com base em autoaprendizagem.

A avaliação é determinada com base em duas componentes: trabalhos de casa (50%) e um exame de 24 h (50%).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology is based on theoretical classes and work carried out by students to consolidate concepts based on self-learning.

The grade is assessed on the basis of three components: homeworks (30%), a project (30%) and a 24 take home exam (40%).

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

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

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

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

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Convex Optimization, Boyd and L. Vandenberghe, , Cambridge University Press; Numerical Optimization, J. Nocedal and S. Wright, , Springer Series in Operations; Lectures on Modern Convex Optimization, A. Ben-Tal and A. Nemirovski, , MPSSIAM; Nonlinear Programming, D. Bertsekas, , Athena Scientific

Anexo II - Visão por Computador**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Visão por Computador

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Computer Vision

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SDC

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

42.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

José Alberto Rosado dos Santos Víctor - 42 T

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

<sem resposta>

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

O objetivo do curso consiste em fornecer aos alunos as ferramentas e a metodologias mais utilizadas em várias áreas de visão por computador. Os alunos deverão ser capazes de estabelecer modelos que relacionam parâmetro físicos (iluminação, forma, movimento) com as imagens observadas. Uma vez estabelecidos esses modelos coloca-se a questão de estimar as variáveis de interesse a partir de imagens. São ainda tratadas técnicas de extracção de características de imagens, segmentação e reconhecimento de objectos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The objectives of this course consist in providing the students with the tools and methodologies mostly used for a several main problems in computer vision. The students will learn how to establish the models relating physical quantities (illumination, shape, motion, etc) with the observed images. Having determined these models, the students will then study how to invert them, and under what conditions this is possible, to estimate the variables of interest from images. The topics of of feature extraction, recognition and segmentation are also addressed.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

O programa da disciplina consiste em três partes: introdução a visão biológica e artificial, modelos geométricos e radiométricos de formação de imagem, estimação de forma e movimento e reconhecimento. Mais em detalhe, o programa consiste nos seguintes tópicos:

- 1. Introdução e motivação à visão biológica e artificial.*
- 2. Processamento de imagem (segmentação, contornos, características).*
- 3. Alinhamento de imagens e tracking.*
- 4. Modelos geométrico de formação de imagem e stereo.*
- 5. Análise de movimento e fluxo óptico.*
- 6. Reconhecimento e categorização*
- 7. Métodos neuronais em visão por computador (end-to-end).*

9.4.5. Syllabus:

The program consists in three main parts: (i) introduction to artificial and biological vision, (ii) geometric and radiometric models for image formation, (iii) shape and motion estimation and (iv) feature extraction and recognition. In more detail, the following topics will be addressed:

- 1. Introduction and motivation*
- 2. Low-level image processing (segmentation, edges, ?)*
- 3. Multiple view geometry and stereo*
- 4. Image motion and Optic flow*
- 5. Shading Models & Photometric Stereo*
- 6. Shape from Shading*
- 7. Perception as Bayesian inference*

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

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

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação é baseada em três componentes: (i) projecto individual, (ii) trabalhos de casa e seminários dados pelos estudantes sobre artigos de referência.

Partes de de algumas aulas específicas são usadas para seminários dados pelos próprios alunos sobre os temas que estão a desenvolver no projecto ou de artigos relacionados com esses temas.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Evaluation is based on three components: (i) individual project assignment, (ii) homework and seminars given by students (e.g. research or review paper).

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

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

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Computer Vision: Algorithms and Applications, Richard Szeliski, Springer, 2011

Multiple View Geometry in Computer Vision, R. Hartley, A. Zissermann, Cambridge University Press, 2000

Computer Vision: a modern approach, D. Forsyth, J. Ponce, Prentice Hall, 2003

Anexo II - Sistemas de Controlo Não Linear

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas de Controlo Não Linear

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Nonlinear Control Systems

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SDC

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

42.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Paulo Jorge Coelho Ramalho Oliveira - 42 T

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

<sem resposta>

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

O objectivo principal deste curso é fornecer aos estudantes uma preparação sólida na análise e projecto de sistemas de controlo não linear e é adequado para estudantes de pós-graduação em ciência e engenharia. O curso começa por

uma introdução aos sistemas não lineares e análise de estabilidade. Alguns dos tópicos incluem teoria de estabilidade de Lyapunov, análise de sistemas com perturbações, estudo de estabilidade utilizando conceitos input-to-state stability, estabilidade entrada-saída e passividade. A última parte do curso é dedicada às técnicas de projecto de sistemas de controlo não lineares tais como linearização por retroacção, controlo por modo deslizante, controlo usando funções de Lyapunov, backstepping, controlo usando técnicas de passividade e controlo adaptativo não linear. É colocado um ênfase especial na aplicação da teoria abordado em sistemas práticos para os estudantes.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main goal of this course is to provide to the students a solid background in analysis and design of nonlinear control systems

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução aos sistemas não lineares

2. Revisão matemática

Teoremas do valor médio e funções implícitas. Condição de Lipschitz.

3. Propriedades fundamentais

Existência e unicidade local e global de soluções.

4. Estabilidade de Lyapunov

Sistemas autónomos. Conceitos "Input-to-State Stability".

5. Estabilidade entrada-saída

Estabilidade L. Ganho L2. Sistemas de retroacção: teorema do ganho pequeno.

6. Passividade

L2 e estabilidade de Lyapunov. Sistemas de retroacção: teoremas de passividade.

7. Análise de sistemas no domínio da frequência

8. Análise de estabilidade avançada

Teorema de variedades do centro. Região de atracção. Teoremas de invariância.

9. Estabilidades de sistemas perturbados

Perturbações que tendem para zero. Perturbações permanentes. Método de comparação.

10. Linearização por retroacção

11. Técnicas de controlo não linear

Projecto de controlo usando funções de Lyapunov. Backstepping. Projecto de controladores adaptativo não lineares.

9.4.5. Syllabus:

1. Introduction to nonlinear systems

2. Mathematical preliminaries. Lipschitz condition.

3. Fundamental properties Local and global existence and uniqueness of solutions.

4. Lyapunov Stability Autonomous Systems. Input-to-State Stability.

5. Input-Output Stability L2 Stability. The Small-Gain Theorem

6. Passivity Memoryless Functions.

7. Frequency Domain Analysis of Feedback Systems Absolute Stability

8. Advanced Stability Analysis The Center Manifold Theorem.

9. Stability of Perturbed Systems Vanishing Perturbation. Nonvanishing Perturbation. Comparison Method.

10. Feedback Linearization, Motivation. Input-Output Linearization. Full-State Linearization. State Feedback Control.

Stabilization. Design.

11. Nonlinear Design Tools. Regulation via Integral Control. Lyapunov Redesign: Stabilization, Nonlinear Damping.

Backstepping. Passivity-Based Control. Basic nonlinear adaptive control design.

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

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

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

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

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino baseia-se em sessões tutoriais e trabalhos realizados pelos alunos para consolidar os conceitos com base em autoaprendizagem.

Série de problemas semanais – 40%; Projecto final – 60%. Neste curso são possíveis dois tipos de projecto:

1. Uma solução de um problema relevante na área em que o estudante está a fazer investigação e que faça uso dos métodos descritos no curso.

2. Estudo independente em profundidade de um tópico que não foi dado em detalhe nas aulas.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology is based on tutorial sessions and work carried out by students to consolidate concepts based on self-learning.

Homeworks 40%; Final Project ? 60%. The following two types of projects are possible in this course:

Solution of a research problem relevant to the student?s area of research which makes use of methods described in the course.

Independent study of a topic not covered in-depth in class (e.g., reading a paper or book chapter).

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

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

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

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

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Nonlinear Systems, Khalil, H. K., 2002, 3rd Edition, Prentice Hall Upper Saddle River, NJ

Anexo II - Sistemas Dinâmicos e Otimização

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Dinâmicos e Otimização

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Dynamic Systems and Optimization

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SDC

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

42.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

João Manuel Lage de Miranda Lemos - 42 T

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

<sem resposta>

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

O objetivo deste curso é duplo: dar ao aluno uma base sólida na teoria dos sistemas dinâmicos lineares e expô-lo aos fundamentos do controle ótimo.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The purpose of this course is twofold: to give the student a solid background in linear dynamical system theory and to expose him to the foundations of optimal control.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Conceitos matemáticos básicos: Normas, espaços métricos, espaços completos, teorema do ponto fixo. Soluções de equações de estado: existência e singularidade. A matriz de transição de estado: computação e propriedades. Decomposição espectral com aplicações para análise linear de sistemas. Estabilidade: o critério de Lyapunov. Estabilidade interna e de entrada e saída. Controlabilidade e observabilidade: conceitos-chave, critérios e interpretação geométrica. Realizabilidade e realizações mínimas. Feedback de estado e posicionamento do pólo. Observadores assintóticos. Teorema da separação.

Exemplos de problemas de controle com um critério de otimalidade. Controle de tempo ótimo para processos lineares: uma abordagem geométrica. Teoria básica do regulador ótimo. Programação dinâmica e equação de Hamilton-Jacobi. Solução do problema do regulador com um critério quadrático.

9.4.5. Syllabus:

Basic mathematical concepts: Norms, metric spaces, complete spaces, fixed point theorem. State equation solutions: existence and uniqueness. The state transition matrix: computation and properties. Spectral decomposition with applications to linear system analysis. Stability: the Lyapunov criterion. Internal and input-output stability. Controllability and observability: key concepts, criteria, and geometrical interpretation. Realizability and minimal realizations. State feedback and pole placement. Asymptotic observers. Separation theorem.

Examples of control problems with an optimality criterion. Time optimal control for linear processes: a geometric approach. Basic theory of the optimal regulator. Dynamic programming and the Hamilton-Jacobi equation. Solution of the regulator problem with a quadratic criterion.

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

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

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

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

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A teoria é apresentada em aulas presenciais. Os conjuntos de problemas serão publicados uma vez por semana ou duas semanas com datas de vencimento específicas. Estes serão avaliados e a nota nos conjuntos de problemas será de 50% da nota final. Será realizado um exame final no final do semestre. A nota do exame final corresponderá a 40% da nota final. 10% da nota final dependerá da presença regular nas aulas e da participação nas discussões das aulas.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theory is presented in presential classes. Problem sets will be issued once every week or two weeks with specific due dates. These will be graded and the grade on the problem sets will be 50% of the final grade. A final exam will be given at the end of the semester. The final exam grade will correspond to 40% of the final grade. 10% of the final grade will depend on regular class attendance and participation in class discussions.

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

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

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

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

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Daniel Liberzon. Calculus of Variations and Optimal Control Theory. Princeton University Press, 2012. Linear System Theory. 2nd Ed. , Rugh, W., 1996, Prentice-Hall.; Foundations of Optimal Control Theory. , E. B. Lee and L. Markus , 1967 , John Wiley & Sons; Optimal Control. Linear Quadratic Methods, B. Anderson and J. Moore , 1990, Prentice Hall

Anexo II - Ensino e Divulgação Científica-Deec**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Ensino e Divulgação Científica-Deec

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Outreach and Teaching Skills-Deec

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CT

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

42.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

João Manuel Lage de Miranda Lemos (0 h)

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

O ensino (42 T) é assegurado pelo docente que acompanha o aluno na atividade de aprendizagem, que é variável de aluno para aluno, cabendo ao coordenador da UC assegurar esta atividade e dar a nota final, ouvido o docente acompanhante.

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

Desenvolver capacidade de comunicação útil em áreas como ensino, apresentações de trabalhos científicos e/ou técnicos, formação de carácter profissionalizante.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Develop useful communication skills for teaching, professional training, and scientific presentations.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

São abordados tópicos que incluem a preparação e leccionação de aulas, gestão do tempo, ensino em laboratório e/ou

aulas práticas (resolução de problemas).

São ainda utilizados como elementos de formação a supervisão e a classificação de trabalhos de laboratório, a elaboração e classificação de trabalhos de casa e de testes e exames.

9.4.5. Syllabus:

Training topics include: preparing and delivering lectures; time management; teaching in the laboratory and in problem solving classes; supervising/grading laboratory projects, homework assignments, or tests.

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

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

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

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

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os estudantes têm que submeter um relatório escrito sobre o seu trabalho de apoio ao ensino (relatório de ensino: experiências e resultados) o qual é avaliado por um júri composto no mínimo pelo supervisor da prática de apoio ao ensino e pelo coordenador do programa doutoral.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Students must submit a written report on their work as teaching assistants (teaching report: experiences and results). Each report will be evaluated by a committee including at least the supervisor of the students training program and the coordinator of the doctoral program.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através de sessões práticas em aulas, supervisionadas por um docente. Esta abordagem permitirá cumprir os objetivos.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through teaching activities in classes under the supervising of a professor. This methodology will allow to fulfill the intended learning outcomes.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Não existe bibliografia geral dadas as características desta unidade curricular

Anexo II - Sistemas Electrónicos de Potência

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Electrónicos de Potência

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Power Electronic Systems

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Energ

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

42.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

José Fernando Alves da Silva - 42 T

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

<sem resposta>

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

Adquirir conhecimentos e competências aprofundadas na área dos sistemas de conversão comutada e sua interligação às redes eléctricas de energia, ou a sistemas autónomos ou integrados.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

To develop knowledge and skills needed to study and design power electronic systems connected to the electrical network, or to autonomous or integrated systems.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1) *Topologias avançadas de conversores eletrónicos comutados (CECs)*
- 2) *Operação e modelação de CECs*
 - 2a) *CECs de quatro braços de dois níveis e multiníveis*
 - 2b) *CECs matriciais e esparsos de 3 e quatro braços*
- 3) *Controlo de CECs comutados em redes e microredes eléctricas*
 - 3a) *Modelos dinâmicos comutados*
 - 3b) *Modelos de média no espaço de estados*
 - 3c) *Controlo linear*
 - 3d) *Controlo não linear*
 - 3e) *Controlo preditivo de conjunto reduzido*
- 4) *Armazenamento de energia eléctrica (Baterias, supercondensadores, supercondutores, hidrogénio / células de combustível).*
- 5) *Aplicações de CECs em redes inteligentes e microredes DC/AC embarcadas em aeronaves*
 - 5a) *Controlo de tensão e frequência*
 - 5b) *Mitigação de problemas de qualidade de energia*
 - 5c) *Operação no ponto de potência máxima*
 - 5d) *Geração distribuída e transmissão de energia AC/DC em aeronaves*
 - 5e) *Valor económico do impacto dos CECs.*

9.4.5. Syllabus:

- 1) *Advanced power electronic converters (PECs) topologies*
- 2) *Operation and modelling of PECs*
 - 2a) *Four leg PECs (two levels and multilevel)*
 - 2b) *Matrix and sparse matrix PECs (three and four phases)*
- 3) *Advanced control of PECs for electrical grids and microgrids*
 - 3a) *Dynamic switched models*
 - 3b) *Switched State space averaged models*
 - 3c) *Linear control*
 - 3d) *Non-linear control*
 - 3e) *Reduced set predictive control*
- 4) *Electrical Energy Storage (Batteries, Supercapacitors, superconductors, hydrogen/fuel cells)*
- 5) *Applications of PECs in smart grids and on-board aircraft microgrids*
 - 5a) *Voltage and frequency control*
 - 5b) *Mitigation of power quality issues*
 - 5c) *Maximum power point operation*
 - 5d) *On-board distributed generation and AC/DC power transmission*

5e) Economic value of PECs impact.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos da conceção e aplicações teórico-práticos da matéria lecionada que permitem ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua atividade de investigação no doutoramento, capacitando-o, ainda, para outras aprendizagens através de pesquisa autónoma. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos a aplicação dos conceitos apreendidos e a inovação num caso de estudo sujeito a restrições práticas.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The syllabus contents cover the main topics of conception and theoretical-practical applications of the subjects taught, allowing students to review and deepen background knowledge, as well as acquire new knowledge useful to the PhD research activity, still enabling further learning through autonomous search. Theoretical bases, essential concepts and application examples are provided. Students are asked to apply the concepts and further innovate in a case study subjected to practical restrictions.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Seminários individuais e projecto final escrito no formato de artigo científico (6-8 páginas, 2 colunas, espaçamento simples, 10 pt) contendo o projecto, modelação, controlo, simulação e avaliação de desempenho de um conversor ligado à uma microrede eléctrica de energia, ou a sistemas autónomos ou integrados.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Seminars and individual written report (paper format, 6-8 pages, 2 columns, single spacing, 10 pt) including the design, the modelling, the control, the simulation, and the evaluation of a power converter connected to a microgrid AC/DC network, or to autonomous or integrated systems.

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

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

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Advanced Control of Switching Power Converters,, J. Fernando Silva, Sónia Ferreira, 2011, Editor M. H. Rashid, 3rd edition ELSEVIER; Matrix and sparse matrix converters, Sónia Ferreira Pinto, , lecture notes; Four leg and high voltage multilevel inverters, J. Fernando Silva,, , lecture notes; HVDC Transmission: Power Conversion Applications in Power Systems, Chan-Ki Kim, Seong-Joo Lim and Seok-Jin Lee,, 2009, IEEE Press, Wiley; Flexible AC Transmission Systems: Modelling and Control (Power Systems), Xiao Zhang, Christian Rehtanz, Bikash Pal, 2006,

Anexo II - Sistemas Aeroespaciais Robotizados

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Sistemas Aeroespaciais Robotizados

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Robotic Aerospace Systems

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

9.4.1.3. Duração:
Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

42.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Paulo Jorge Coelho Ramalho Oliveira - 42T

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

<sem resposta>

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

Esta unidade curricular tem como objetivo dotar os alunos da capacidade para a resolução de problemas complexos em Sistemas Aeroespaciais Robotizados. Propõe-se o estudo de metodologias de modelação dos sistemas robóticos, em ambiente aéreo ou espacial, baseados nos princípios físicos relevantes. Com base em ferramentas matemáticas avançadas, formulam-se e apresentam-se soluções de vários problemas de Posicionamento, Fusão Sensorial, Navegação, Condução e Controlo, e Geração de Trajetórias. Estas baseiam-se em resultados recentes da Teoria das Equações Diferenciais Não-lineares, da Teoria de Sistemas, das Teorias de Estimação e Decisão, em abordagens estocásticas e determinísticas. Ilustra-se a validação das soluções obtidas em ambiente de simulação e recorrendo a veículos aeroespaciais robóticos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course aims to provide students with the ability to study and solve complex problems in Robotic Aerospace Systems. It is proposed to study methodologies for modeling robotic systems, in air or space environments, based on the relevant physical principles. Resorting to advanced mathematical tools, solutions to various problems of Positioning, Sensor Fusion, Navigation, Guidance and Control, and Trajectory Generation are formulated and discussed. They are based on results from the Theory of Nonlinear Differential Equations, Systems Theory, Estimation and Decision Theories, will be introduced both on stochastic and deterministic settings. Simulation environments and robotic aerospace vehicles will be used to validate the solutions proposed.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Motivação para os Sistemas Aeroespaciais Robotizados. Configurações comuns. Aplicações típicas e desafios. Arquitetura funcional dos robôs, organização dos sistemas. Cinemática e dinâmica dos robots. Descrição dos sistemas inerciais de movimento. Introdução ao método dos mínimos quadrados para problemas não lineares. GPS e sistemas de posicionamento. Triangulação. Caracterização dos erros. Sistemas de navegação lineares: filtragem de Wiener. Navegação como problema de estimação e fusão sensorial. Filtros complementares. Interpretação no domínio do tempo e frequência. Sistemas de navegação não-lineares: filtro de Kalman estendido. Arquiteturas de sistemas de navegação. Sistemas de controlo e condução: seguimento de trajetórias e de caminhos. Geração de trajetórias. Otimalidade e custo computacional na presença de restrições. Outras abordagens e problemas atuais: localização de Monte Carlo, SLAM, formações e consenso.

9.4.5. Syllabus:

Motivation for Robotic Aerospace Systems. Common configurations. Typical applications and challenges. Functional architecture of robots, organization of systems. The kinematics and dynamics of robotic systems. Description of inertial motion sensors. Introduction to the least-squares method for non-linear problems. GPS and positioning problems. Triangulation. Characterization of errors. Linear navigation systems: Wiener filtering. The navigation system as a problem of estimation and sensor fusion. Complementary filters. Interpretation in time and frequency domain. Sensor fusion. Non-linear navigation systems: Extended Kalman filtering. Architecture of navigation systems. Control and guidance systems: trajectory tracking and path following. Analysis and synthesis of solutions. Introduction to trajectory generation. Optimality and computational cost in the presence of constraints. Other approaches and problems: Monte Carlo localization, SLAM, formation flying, and consensus.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Estudo de um tópico de investigação à escolha por cada aluno, com fases de: i) formulação do problema, ii) solução com base nas ferramentas estudadas, iii) validação em simulação e/ou veículos, e iv) escrita de um relatório técnico/comunicação científica e apresentação oral.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Study of a research topic by each student with: i) formulation of the problem, ii) solution based on the studied tools, iii) validation in simulation and/or vehicles, and iv) writing of a technical report/scientific communication and oral presentation.

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

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

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Space Robotics, , Yaobing Wang, 2020, Springer Space Science and Technologies series; Introduction to the Mechanics of Space Robots, , Giancarlo Genta, 2012, Springer Space Technology Library series; Interplanetary Robots: True Stories of Space Exploration, Rod Pyle, 2019, Prometheus Ed.; Dynamics and Control of Autonomous Space Vehicles and Robotics, Ranjan Vepa, 2019, Cambridge University Press; Space Exploration Robots, Jackie Golusky, 2020, Lerner Publications

Anexo II - Arquiteturas Heterogéneas para Computação de Elevado Desempenho

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Arquiteturas Heterogéneas para Computação de Elevado Desempenho

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Heterogeneous Architectures for High Performance Computing

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

9.4.1.3. Duração:
Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
126h

9.4.1.5. Horas de contacto:

42 T

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

Esta Uc é opcional no curso de Doutoramento

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Leonel Augusto Pires Seabra de Sousa - 21 T

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

Aleksandar Ilic, - 21 T

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

Trata-se de uma disciplina avançada sobre arquitetura de computadores, focada na análise quantitativa das técnicas actualmente utilizadas para projectar sistemas com múltiplos processadores e aceleradores, tendo como objetivo final a obtenção de sistemas heterogéneos para computação de elevado desempenho. Pretende-se fornecer um conhecimento profundo e detalhado dos aspectos e desafios de investigação que se colocam no projecto e implementação dos sistemas heterogéneos de elevado desempenho para computação paralela, ao nível da arquitectura e dos modelos de programação.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main goal of this course is to teach advanced topics on computer architectures, centered in the quantitative analysis of techniques for the design of multi-cores and accelerators to obtain heterogeneous systems, including GPUS and FPGA fabrics for high performance computing. It provides deep and detailed information about the main aspects and research challenges for the design and implementation of heterogeneous high-performance systems for parallel computing, both at the architecture and programming levels.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

A UC centra-se no estado da arte em arquitectura de computadores e nos principais desafios de investigação sobre sistemas de computação eficientes. Tópicos: 1. Superpipelining: limites em termos da melhoria do desempenho. 2. Modelos de programação para arquitecturas paralelas por troca de mensagens e memória partilhada. 3. Multithreading, em hardware e software, para explorar o paralelismo em processadores super-escalares e em multi-processadores. 4. Coerência e consistência de memória; modelos relaxados de consistência de memória. 5. Memória transaccional: software e hardware. 6. Arquitectura de sistemas multi-core com memória partilhada; estudo dos processadores multicore da INTEL e da AMD. 7. Arquitectura de sistemas multicore com memória distribuída. 8. Arquitecturas paralelas para o projecto de aceleradores de processamento: Graphics Processing Units (GPUs) e FPGAs. 9. Análise e avaliação do desempenho de sistemas paralelos: programas usados em benchmarking e métricas de avaliação.

9.4.5. Syllabus:

The course is centered in the state of the art in computer architectures and in the main research challenges for developing efficient computing systems. Topics: 1. Superpipelining: the limits of this approach for the efficiency improvement of processors. 2. Parallel programming models and architectures based on message passing and shared memory. 3. Multi-threading, in hardware and software, for exploiting parallelism in super-scalar processors and in multi-processors. 4. Memory Coherence and Consistency; memory consistency relaxed model. 5. Transactional MEMORY: hardware and software techniques. 6. Shared memory multi-core architectures: the study of the cases of INTEL and AMD architectures. 7. Distributed memory multi-core architectures. 8. Architectures of parallel processing accelerators; study of the cases of Graphics Processing Units (GPUs) and FPGAs. 9. Performance evaluation and analysis of parallel systems: benchmark programs and metrics.

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

O principal objetivo desta UC é o projeto, modelização e avaliação de sistemas heterogéneos para computação de elevado desempenho. O programa cobre justamente os principais dispositivos para computação, CPUs, GPUs e FPGAs, e a sua organização para a realização de sistemas heterogéneos de computação.

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

The main objectives of this UC is the design, modeling and evaluation of high performance heterogeneous systems. The program covers the main processing devices, such as CPUs, GPUs and FPGAs, and their organization for realizing heterogeneous computing systems.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino baseia-se em sessões tutoriais e trabalhos realizados pelos alunos para consolidar os conceitos com base em autoaprendizagem.

Avaliação contínua: 1) um trabalho de investigação, teórico ou experimental, sobre um dos tópicos da disciplina; apresentação oral do trabalho, nas aulas, para os colegas; 3) escrita de um artigo que, dependendo da qualidade, pode ser submetido para publicação numa conferência internacional.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology is based on tutorial sessions and work carried out by students to consolidate concepts based on self-learning.

Continuous Grading System: 1) a research work on a topic of the course, which can include experimental work or a more theoretical work; 2) oral presentation of the work the class colleagues; 3) writing a paper that, depending of the quality, can be submitted to an international conference.

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

A metodologia de ensino adoptada é a que as boas práticas de investigação recomendam, versando, o trabalho experimental, a apresentação oral e a escrita do artigo, os tópicos de investigação cobertas na UC.

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

The teaching methodology adopted is in line with the good research practices, the experimental work, the oral presentation and the writing of the article cover the research topics explored in the UC.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Computer Architecture: A Quantitative Approach, 6th Edition. John L. Hennessy, David A Patterson, 2017. Morgan-Kaufmann.

- Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach, 3rd Edition. David Kirk and Wen-mei Hwu, 2016. Morgan Kaufmann.

Anexo II - Sistemas de Eventos Discretos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas de Eventos Discretos

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Discrete Event Systems

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SDC

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

126h

9.4.1.5. Horas de contacto:

42 T

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

Optativa

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Pedro Manuel Urbano de Almeida Lima (42 T)

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

<sem resposta>

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

*Proporcionar noções básicas de Ciências da Computação numa perspectiva de Teoria de Sistemas, útil para o Controlo, Comunicações, Manufatura e Engenharia de Computadores
Introduzir os Sistemas de Eventos Discretos (SED) e respectivos métodos de análise
Introduzir conceitos básicos de Tomada de Decisão Estocástica, aplicados a SED*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Provide fundamental notions from Computer Science under a Systems Theory perspective, useful for Control, Communications, Manufacturing and Computer Engineering.
Introduce Discrete Event Systems (DES) and its analysis methods.
Introduce basic concepts from Stochastic Decision Making applied to DES.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Revisão de fundamentos de Teoria de Sistemas (modelos E/S, modelos de estado, espaço de estados, trajectória do estado, retroacção) e sua particularização para Sistemas de Eventos Discretos.*
- 2. Linguagens e Autómatos (operações com autómatos, autómatos com número finito de estados, análise de sistemas de eventos discretos).*
- 3. Supervisão de sistemas de eventos discretos (especificações, lidar com não controlabilidade, bloqueio e não observabilidade).*
- 4. Redes de Petri (definições, análise e controlo).*
- 5. Modelos Temporizados: Autómatos Temporizados. Redes de Petri Temporizadas.*
- 6. Noções de Autómatos Temporizados Estocásticos, Cadeias de Markov e Cadeia de Markov Controladas. Relação com Tomada de Decisão Sequencial sob Incerteza e Aprendizagem por Reforço.*

9.4.5. Syllabus:

- 1. Review of basic notions from Systems Theory (I/O models, state models, state space, state trajectory, feedback) and its particularization for Discrete Event Systems.*
- 2. Languages and Automata (operations on automata, finite state automata, analysis of discrete event systems). Hybrid systems.*
- 3. Supervisory Control of discrete event systems (specifications, dealing with uncontrollability, blocking and unobservability).*
- 4. Petri Nets (basics, analysis and control).*
- 5. Timed Models: Timed Automata. Timed Petri Nets.*
- 6. Notions of Stochastic Timed Automata, Markov Chains and Controlled Markov Chains. Relationship with Sequential Decision Making Under Uncertainty and Reinforcement Learning.*

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

Os alunos aprenderão conceitos fundamentais de sistemas de eventos discretos, que contribuem para o fortalecimento da sua base teórica de formação no âmbito do programa de doutoramento.

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

Students will learn fundamental concepts of discrete event systems, which contribute to the strengthening of their theoretical background within the scope of the doctoral program.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino baseia-se em aulas teóricas e trabalhos realizados pelos alunos para consolidar os conceitos com base em autoaprendizagem.

A avaliação consiste em 4 séries de problemas e um projecto individual com apresentação oral à turma

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology is based on theoretical classes and work carried out by students to consolidate concepts based on self-learning

Evaluation consists of 4 individual homeworks and one individual project with oral presentation to class

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
A metodologia de ensino tem uma forte componente de discussão com os alunos por forma a adequar-se a conteúdos teóricos, mas com forte incidência em aplicações de engenharia do controlo e modelação.

As séries de problemas procurarão consolidar o conhecimento teórico, aplicado a problemas ilustrativos, enquanto o projeto individual tem como objetivo desenvolver a capacidade de realizar investigação de forma independente.

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

The teaching methodology has a strong component of discussion with the students in order to adapt to the content of the course, that has a theoretical content but with a strong focus on control engineering and modeling applications.

The series of problems will seek to consolidate theoretical knowledge, applied to illustrative problems, while the individual project aims to develop the ability to carry out investigation independently.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introduction to Discrete Event Systems; C. Cassandras, S. Lafortune, Kluwer; 2nd Edition; Ano:2008; Academic Publ. Sutton, Richard S., and Andrew G. Barto. Reinforcement learning: An introduction. MIT press, 2018.

Performance Modeling of Automated Manufacturing Systems, N. Viswanadham, Y. Narahari; Ano:1992; Prentice Hall

Anexo II - Aprendizagem Estatística

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Aprendizagem Estatística

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Statistical Learning

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

TELE

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

126

9.4.1.5. Horas de contacto:

42 T

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

Opção

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Mário Alexandre Teles de Figueiredo (42 T)

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

<sem resposta>

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

Fornecer aos alunos formação básica acerca de técnicas e teoria da aprendizagem estatística, incluindo estimação de densidades de probabilidade, regressão, classificação, agrupamento de dados ("clustering"). O objectivo central da disciplina é fornecer aos alunos a formação necessária para que possam ter acesso à moderna literatura nesta área.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main goal of this course is to provide the students with fundamental knowledge on techniques and theory of statistical learning, covering density estimation, regression, classification, and clustering. The topics covered in the course aim at allowing the students to read the modern literature in this area.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução à Aprendizagem Estatística. Aprendizagem supervisionada/não-supervisionada; aprendizagem generativa/não-generativa; aprendizagem paramétrica/não-paramétrica; generalização como problema central.*
2. *Introdução à Teoria da Decisão de Bayes. Funções de verosimilhança e probabilidades a priori; funções de custo, riscos esperados, decisões óptimas; priors conjugados; estatísticas suficientes; famílias exponenciais; priors não informativos (Jeffreys); modelos hierárquicos; inferência com dados em falta (algoritmo EM).*
3. *Regressão Linear. Critérios (mínimo erro quadrático, máxima verosimilhança); caracterização (teorema de Gauss-Markov); regressão "ridge" e LASSO (critérios e algoritmos); graus de liberdade e selecção de variáveis.*
4. *Classificação Linear. Regressão logística (interpretação generativa e algoritmos); discriminante Fisher. apoiar máquinas de vetores; métodos de grande margem.*
5. *Regressão e classificação não linear.*

9.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to Statistical Learning. Supervised/non-supervised learning; generative/non-generative learning; parametric/non-parametric learning; generalization as the central problem.*
2. *Introduction to Bayes Decision Theory. Likelihood function and a priori probability; loss functions, expected risks, optimal decisions; conjugate priors; sufficient statistics; exponential families; non-informative priors (Jeffreys); hierarchical modelling; inference with missing data (EM algorithm);*
3. *Linear Regression. Criteria (minimum mean squared error, maximum likelihood); characterization (Gauss-Markov theorem); ridge and LASSO regression (criteria and algorithms); degrees of freedom and variable selection;*
4. *Linear Classification. Logistic regression (generative interpretation and algorithms); Fisher discriminants; support vector machines; large margin methods.*
5. *Non-Linear Regression and Classification*

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

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

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

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

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino baseia-se em aulas teóricas e trabalhos realizados pelos alunos para consolidar os conceitos com base em autoaprendizagem.

A avaliação consiste num exame final e um projecto (50% + 50%).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology is based on theoretical classes and work carried out by students to consolidate concepts based on self-learning.

Evaluation consist of a final exam and a research project (50% + 50%)

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem é adequada ao tipo de conteúdo da UC que combina aspetos teóricos e aplicacionais e permitirá não só cumprir os objectivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work. This approach is suited to the type of UC content that combines theoretical and applicational aspects and will therefore allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

“Probabilistic Machine Learning: An Introduction”, K. Murphy, MIT Press, 2021.

“The Elements of Statistical Learning, T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, 2001, Springer-Verlag.

“Learning with Kernels”, B. Schölkopf, A. Smola, 2002, MIT Press.

“Kernel Methods for Pattern Analysis”, J. Shawe-Taylor, N. Cristianini, 2005, Cambridge University Press.

“A probabilistic Theory of Pattern Recognition”, L. Devroye, L. Györfi, G. Lugosi, 1996, Springer-Verlag

Anexo II - Estimação e Classificação

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Estimação e Classificação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Estimation and Classification

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SDC

9.4.1.3. Duração:

semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

126h

9.4.1.5. Horas de contacto:

42 T

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

Optativa

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Jorge Salvador Marques - 42T

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

<sem resposta>

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

O curso aborda as questões seguintes: 1) como calcular variáveis que não podem ser medidas directamente por sensores? 2) como obter modelos para os dados observados (sinais, imagens, vídeo) e usar esses modelos em problemas de decisão? Estas são questões fundamentais em muitas áreas de Engenharia Electrotécnica tais como a robótica, a visão, imagem médica, comunicações ou reconhecimento de padrões.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This course addresses the following questions: 1) how to compute variables which can not be directly measured by sensors? 2) how to obtain models for observed data (signals, images, video) and use these models in decision problems? These are fundamental questions in many electrical engineering areas such as robotics, vision, medical imaging, communications or pattern recognition.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução. Motivação em robótica, processamento de imagem, inteligência artificial, multimédia. Inferência aprendizagem. 2. Estimação de parâmetros. O método de mínimos quadrados. Estimação robusta. O método RANSAC. 3. Estimação clássica. O método de máxima verosimilhança. Avaliação de desempenho. O limiar de Crámer-Rao. 4. Inferência Bayesiana. Priors conjugados. Método de MAP. Estimação da ordem do modelo. 5. Inferência com variáveis não observadas. O método EM. Estimação de modelos múltiplos. 6. Classificação de dados. Funções discriminantes. O classificador de Bayes. Aprendizagem de modelos. Aplicações de Reconhecimento de Padrões. 7. Estimação de processos estocásticos. Modelos dinâmicos estocásticos. Filtragem não linear. Filtro de partículas. Filtro de Kalman. 8. Modelos de Markov não observáveis. Função de verosimilhança. O algoritmo de forward- backward. Estimativa da sequência de estados. Algoritmo de Viterbi. Estimativa de modelo. 9. Modelos gráficos e redes bayesianas

9.4.5. Syllabus:

1. Introduction. Motivation in in robotics, image processing, artificial intelligence and multimedia. Inference and learning. 2. Parameter estimation. Least Squares Method. Robust estimation. RANSAC algorithms. 3. Classic Estimation Theory. Maximum likelihood method. Performance evaluation. The Crámer-Rao Bound. 4. Bayesian Inference. Conjugate priors. MAP method. Model order estimation. 5. Inference with unobserved variables: the EM method. Estimation of multiple models. 6. Data classification. Discriminant functions. Bayes classifier. Model learning. Pattern Recognition applications. 7. Estimation of stochastic processes. Stochastic dynamic models. Nonlinear filtering. Particle filter. Kalman filter. 8. Hidden Markov models. Likelihood function. The forward-backward algorithm. State sequence estimation. Viterbi algorithm. Model estimation. 9. Graphical models and Bayesian networks

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Os conteúdos programáticos incluem o estudo das principais metodologias de estimação de modelos probabilísticos, incluindo em particular a estimação de sequências de observações.

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

Syllabus include the main methods for the estimation of probabilistic models, including as a special case the estimation of sequences of observations.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino baseia-se em aulas teóricas e trabalhos realizados pelos alunos para consolidar os conceitos com base em autoaprendizagem.

A avaliação consiste em séries semanais de problemas e um exame final.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology is based on theoretical classes and work carried out by students to consolidate concepts based on self-learning.

Evaluation consist of weekly series of problems and one final exam.

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

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

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

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

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Pattern Classification, Duda, Hart, Stork, 2001, Wiley

Reconhecimento de Padrões. Métodos Estatísticos e Neurais, J. Marques, 1999, IST Press

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

Bayesian Networks and Decision Graphs, F. Jensen, 2001, Springer

A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications on Speech Recognition, vol. 77 pp. 257-284, L. Rabiner, 1989, Proc. IEEE"

Anexo II - Ensino e Divulgação Científica - Dem

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Ensino e Divulgação Científica - Dem

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Science Dissemination and Teaching Skills - Dem

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CT

9.4.1.3. Duração:

Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

126 h

9.4.1.5. Horas de contacto:

42 OT

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Hélder Carriço Rodrigues (oh)

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

O ensino (42 OT) é assegurado pelo docente que acompanha o aluno na atividade de aprendizagem, que é variável de aluno para aluno, cabendo ao coordenador da UC assegurar esta atividade e dar a nota final, ouvido o docente acompanhante.

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

Desenvolver capacidade de comunicação útil em áreas como ensino, apresentações de trabalhos científicos e/ou técnicos, formação de carácter profissionalizante.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Develop useful communication skills for teaching, professional training, and scientific presentations.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

São abordados tópicos que incluem a preparação e leccionação de aulas, gestão do tempo, ensino em laboratório e/ou aulas práticas (resolução de problemas).

São ainda utilizados como elementos de formação a supervisão e a classificação de trabalhos de laboratório, a elaboração e classificação de trabalhos de casa e de testes e exames

9.4.5. Syllabus:

Training topics include: preparing and delivering lectures; time management; teaching in the laboratory and in problem solving classes; supervising/grading laboratory projects, homework assignments, or tests.

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

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

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

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

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os estudantes têm que submeter um relatório escrito sobre o seu trabalho de apoio ao ensino (relatório de ensino: experiências e resultados) o qual é avaliado por um júri composto no mínimo pelo supervisor da prática de apoio ao ensino e pelo coordenador do programa doutoral.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Students must submit a written report on their work as teaching assistants (teaching report: experiences and results). Each report will be evaluated by a committee including at least the supervisor of the students training program and the coordinator of the doctoral program.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através de sessões práticas em aulas, supervisionadas por um docente. Esta abordagem permitirá cumprir os objetivos.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through teaching activities in classes under the supervising of a professor. This methodology will allow to fulfill the intended learning outcomes.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Não existe bibliografia geral dadas as características desta unidade curricular

9.5. Fichas curriculares de docente

Anexo III - José Alberto Rosado dos Santos Victor**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

José Alberto Rosado dos Santos Victor

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - José Fernando Alves da Silva**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

José Fernando Alves da Silva

9.5.2. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Paulo Jorge Coelho Ramalho Oliveira

9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Paulo Jorge Coelho Ramalho Oliveira

9.5.2. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Mário Alexandre Teles de Figueiredo

9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Mário Alexandre Teles de Figueiredo

9.5.2. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Pedro Manuel Urbano de Almeida Lima

9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Pedro Manuel Urbano de Almeida Lima

9.5.2. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - João Manuel de Freitas Xavier

9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
João Manuel de Freitas Xavier

9.5.2. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - João Manuel Lage de Miranda Lemos

9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
João Manuel Lage de Miranda Lemos

9.5.2. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Leonel Augusto Pires Seabra de Sousa

9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Leonel Augusto Pires Seabra de Sousa

9.5.2. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Jorge Dos Santos Salvador Marques

9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Jorge Dos Santos Salvador Marques

9.5.2. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo III - Hélder Carriço Rodrigues

9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Hélder Carriço Rodrigues

9.5.2. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)