

# NCE/19/1901059 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

---

## 1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:  
*Universidade De Lisboa*

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

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. Designação do ciclo de estudos:  
*Engenharia Mecânica*

1.3. Study programme:  
*Mechanical Engineering*

1.4. Grau:  
*Licenciado*

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:  
*Engenharia Mecânica*

1.5. Main scientific area of the study programme:  
*Mechanical Engineering*

1.6.1 Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):  
*521*

1.6.2 Classificação CNAEF – segunda área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:  
*522*

1.6.3 Classificação CNAEF – terceira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:  
*523*

1.7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:  
*180*

1.8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto):  
*3 anos/6 semestres*

1.8. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 65/2018, of August 16th):  
*3 years/6 semesters*

**1.9. Número máximo de admissões:**

265

**1.10. Condições específicas de ingresso.****Provas de Ingresso: Matemática A + Física e Química****Classificações mínimas:****Classificação mínima de 100 em cada uma das provas de ingresso (exames nacionais do ensino secundário), e;****Classificação mínima de 120 na nota de candidatura. A nota de candidatura (NC) é calculada utilizando um peso de 50% para a classificação do Ensino Secundário (MS) e um peso de 50% para a classificação das provas de ingresso (PI). -****Fórmula de Cálculo da Nota de Candidatura:  $NC = MS \times 50\% + PI \times 50\%$  (ou seja, média aritmética da classificação final do Ensino Secundário e da classificação das provas de ingresso).****1.10. Specific entry requirements.****Admission exams: Mathematics A + Physics and Chemistry****Minimum ratings:****Minimum score of 100 in each of the entrance exams (national secondary education exams), and; Minimum****classification of 120 in the application note. The application grade (NC) is calculated using a weight of 50% for the classification of Secondary Education (MS) and a weight of 50% for the classification of entrance exams (PI). -****Application Note Calculation Formula:  $NC = MS \times 50\% + PI \times 50\%$  (that is, arithmetic average of the final grade of Secondary Education and the classification of entrance exams).****1.11. Regime de funcionamento.****Diurno****1.11.1. Se outro, especifique:**

&lt;sem resposta&gt;

**1.11.1. If other, specify:**

&lt;no answer&gt;

**1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:****Instituto Superior Técnico - Campus Alameda****1.12. Premises where the study programme will be lectured:****Instituto Superior Técnico - Alameda Campus****1.13. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB):****[1.13.\\_Desp n.º 6604-2018, 5 jul\\_RegCreditaçaoExpProfissional.pdf](#)****1.14. Observações:****Relativamente ao ponto 9.1 destacamos o seguinte:**

**"Apesar desta acreditação estar orientada para novos ciclos de estudo, na realidade os cursos que estão a ser contemplados neste processo resultam de uma reestruturação de cursos já em funcionamento e cujo desempenho a nível de emprego, considerando os dados da Direcção-Geral de Estatísticas do Ensino e da Ciência (DGEEC) é significativamente positivo e onde é possível verificar que os actuais ciclos de estudo em funcionamento apresentam níveis de desemprego nulos ou residuais. Não há motivo ou justificação para que os novos ciclos de estudo que estão a ser preparados não mantenham esse mesmo desempenho positivo."**

**1.14. Observations:****Regarding point 9.1, we highlight the following:**

**Although this accreditation is oriented towards new study cycles, in reality the courses that are being contemplated in this process result from a restructuring of courses already in operation. The performance in terms of employment, considering the data from the Directorate-General for Statistics of the Education and Science (DGEEC) is significantly positive and where it is possible to verify that the current study cycles in operation have zero or residual levels of unemployment. There is no reason or justification for the new study cycles being prepared not to maintain that same positive performance. "**

## 2. Formalização do Pedido

### Mapa I - Conselho Científico

---

2.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho Científico*

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

[2.1.2.\\_Parecer\\_CC\\_LEMec.pdf](#)

### Mapa I - Conselho Pedagógico

---

2.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho Pedagógico*

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

[2.1.2.\\_Parecer\\_CP\\_LMec.pdf](#)

### Mapa I - Conselho de Gestão

---

2.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho de Gestão*

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

[2.1.2.\\_parecer\\_CG.pdf](#)

### Mapa I - Conselho de Escola

---

2.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho de Escola*

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

[2.1.2.\\_parecer\\_CE.pdf](#)

### Mapa I - Reitor da Universidade de Lisboa

---

2.1.1. Órgão ouvido:

*Reitor da Universidade de Lisboa*

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

[2.1.2.\\_DespReit n.º 115-2020 \\_ Cr \\_Lic\\_Engª Mecânica.pdf](#)

### Mapa I - Plano de Transição do Mestrado Integrado para a Licenciatura

---

2.1.1. Órgão ouvido:

*Plano de Transição do Mestrado Integrado para a Licenciatura*

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

[2.1.2.\\_LEMec\\_Plano\\_Transição.pdf](#)

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

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

*A engenharia mecânica é uma atividade profissional regulamentada pela Ordem dos Engenheiros (OE) que se consubstancia na aplicação de conhecimentos teóricos, práticos e experimentais, enquadrados por constrangimentos de natureza económica, social, ética e ambiental, à conceção, projeto, fabrico, controlo e gestão de produtos, processos, equipamentos e sistemas energéticos e tecnológicos.*

*A licenciatura em engenharia mecânica está organizada num modelo de ciclo de estudos com a duração total de 6 semestres. O plano curricular foi elaborado com o objetivo de apostar numa formação de base longa e multidisciplinar*

ao nível das ciências básica de engenharia, procurando expor os alunos às principais áreas de conhecimento da engenharia mecânica através da realização de pelo menos um total de 12 ECTS de UCs de cada uma destas áreas.

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

*Mechanical engineering is a professional activity regulated by the Order of Engineers (OE) that consists of the application of theoretical, practical and experimental knowledge, framed by constraints of an economic, social, ethical and environmental nature, to the conception, design, manufacture, control and management of products, processes, equipment and energy and technological systems.*

*The degree in mechanical engineering is organized in a model with a total duration of 6 semesters. The curricular plan was designed with the objective of investing in a long-term and multidisciplinary training at the level of basic engineering sciences, seeking to expose students to the main areas of knowledge of mechanical engineering through the realization of at least a total of 12 ECTS of UCs of each of these areas.*

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

*No final da licenciatura em engenharia mecânica os estudantes deverão ter obtido uma formação sólida em ciências básicas e em ciências de engenharia alicerçadas num conhecimento científico e tecnológico atualizado que lhes permitirão:*

- *Desenvolver competências para, de uma forma criativa, crítica, autónoma e interdisciplinar, conceber, projetar, fabricar e operar sistemas e produtos de engenharia mecânica;*
- *Aplicar os conhecimentos e a capacidade de compreensão adquiridos na resolução de problemas em situações novas e não familiares, em contextos alargados e multidisciplinares;*
- *Adotar uma atitude profissional, adulta e responsável como cidadãos informados que possuam uma sólida formação científica, técnica, humana e ética;*
- *Compreender que a engenharia mecânica é uma área do conhecimento extremamente vasta e interdisciplinar que exige uma atualização permanente ao longo da vida.*

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

*At the end of the degree in mechanical engineering, students should have obtained a solid training in basic sciences and in engineering sciences based on an updated scientific and technological knowledge that will allow them to:*

- *Develop skills to, in a creative, critical, autonomous and interdisciplinary way, conceive, design, manufacture and operate mechanical engineering systems and products;*
- *Apply the knowledge and understanding acquired in solving problems in new and unfamiliar situations, in broad and multidisciplinary contexts;*
- *Adopt a professional, adult and responsible attitude as informed citizens who have a solid scientific, technical, human and ethical background;*
- *Understand that mechanical engineering is an extremely vast and interdisciplinary area of knowledge that requires constant updating throughout life.*

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

*Nos termos do n.º 1 do Artigo 3.º dos Estatutos do IST, homologados pelo Despacho n.º 12255/2013 publicado em Diário da Republica de 25 de setembro de 2013, “É missão do IST, como instituição que se quer prospectiva no ensino universitário, assegurar a inovação constante e o progresso consistente da sociedade do conhecimento, da cultura, da ciência e da tecnologia, num quadro de valores humanistas.”*

*Nos termos do n.º 2 do mesmo artigo estabelece-se que, no cumprimento da sua missão, o IST: Privilegia a investigação científica, o ensino, com ênfase no ensino pós-graduado, e a formação ao longo da vida, assim como o desenvolvimento tecnológico; Promove sinergias entre os domínios científicos que abarca e entre eles e outros afins; Procura contribuir para a competitividade da economia nacional através da transferência de tecnologia, da inovação e da promoção do empreendedorismo; Efetiva a responsabilidade social, na prestação de serviços científicos e técnicos à comunidade e no apoio à inserção dos diplomados no mundo do trabalho e à sua formação permanente. O IST está envolvido ativamente em várias redes e programas internacionais que visam a mobilidade de estudantes, nomeadamente através de programas de graduação e pós-graduação.*

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

*According to paragraph 1 of Article 3 of the IST Statutes, approved by Order No. 12255/2013 published in Diário da Republica of 25 September 2013, “It is IST’s mission, as an institution that wants to be prospective in university education, ensure constant innovation and consistent progress in the knowledge society, culture, science and technology, within a framework of humanistic values.”*

*Under the terms of paragraph 2 of the same article, it is established that, in carrying out its mission, IST: Favors scientific research, teaching, with an emphasis on postgraduate education, and lifelong learning, as well as technological development; It promotes synergies between the scientific domains it encompasses and between them*

*and others like them; It seeks to contribute to the competitiveness of the national economy through the transfer of technology, innovation and the promotion of entrepreneurship; Effective social responsibility, in the provision of scientific and technical services to the community and in supporting the insertion of graduates in the world of work and their permanent training . IST is actively involved in several international networks and programs aimed at student mobility, namely through undergraduate and graduate programs.*

## 4. Desenvolvimento curricular

### 4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)

4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation (if applicable)

Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura: Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation:

<sem resposta>

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

Mapa II - NA

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

NA

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

NA

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Matemáticas Gerais/General Mathematics	MatGer	24		
Química-Física, Materiais e Nanociências/ Physical Chemistry, Materials and Nanosciences	QFMN	6		
Engenharia e Gestão de Organizações / Engineering and Management of Organizations	EGO	3	0	
Probabilidades e Estatística/Probability and Statistics	PE	6		
Análise Numérica e Análise Aplicada/ Numerical Analysis and Applied Analysis	ANAA	6		
Físicas e Tecnologias Básicas/ Basic Physics and Technologies	FBas	12		
Projecto Mecânico e Materiais Estruturais/Mechanical Project and Structural Materials	PMME	15		
Mecânica Aplicada e Aeroespacial/Applied and Aerospace Mechanics	MAA	12		
Mecânica Estrutural e Computacional/Structural and Computational	MEC	24		

Controlo, Automação e Informática Industrial/Control, Automation and Industrial Informatics	CAII	18		
Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia/Thermofluids and Energy Conversion Technologies	TTCE	12		
Ambiente e Energia/Environment and Energy	AE	12		
Tecnologia Mecânica e Gestão Industrial/Mechanical Technology and Industrial Management	TMGI	12		
Humanidades, Artes e Ciências Sociais/ Humanity, Arts and Social Sciences	HACS	0	6	
Metodologia e Tecnologia da Programação/Programming Methodology and Technology	MTP	6		
Todas Áreas Científicas Departamento Engenharia Mecânica/All Scientific Areas of the Mechanical Engineering Department	ACDEM	6		
<b>(16 Items)</b>		<b>174</b>	<b>6</b>	

O Elenco de UC's opcionais é fixado anualmente pelo Órgão Legal e Estatutariamente competente do IST

### 4.3 Plano de estudos

#### Mapa III - NA - 1º ano / 1º semestre; 1st Year / 1st Semetre

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

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

##### 4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular: 1º ano / 1º semestre; 1st Year / 1st Semetre

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Cálculo Diferencial e Integral I / Differential and Integral Calculus I	MatGer	Semestral	168	TP-56	6	
Álgebra Linear / Linear Algebra	MatGer	Semestral	168	TP-56	6	
Química / Chemistry	QFMN	Semestral	168	T-28; TP-14 PL-14	6	
Ciência de Materiais / Materials Science	PMME	Semestral	168	T-28; PL-28	6	
Desenho e Modelação Geométrica / Technical Drawing and Geometrical Modelling	PMME	Semestral	84	PL-28	3	
Gestão / Management	EGO	Semestral	84	T-14;TP-10,5	3	a) 3 ECTS, escolher uma UC de entre as duasoferecidas, Gestão ou Introdução à Economia
Introdução à Economia / Economy Introduction	EGO	Semestral	84	T-14;TP-10,5	3	a) 3 ECTS, escolher uma UC de entre as duasoferecidas, Gestão ou Introdução à Economia

**(7 Items)**

**Mapa III - NA - 1º Ano / 2º Semestre: 1st year / 2nd Semestre****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****NA****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****NA****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****1º Ano / 2º Semestre: 1st year / 2nd Semestre****4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

<b>Unidade Curricular / Curricular Unit</b>	<b>Área Científica / Scientific Area (1)</b>	<b>Duração / Duration (2)</b>	<b>Horas Trabalho / Working Hours (3)</b>	<b>Horas Contacto / Contact Hours (4)</b>	<b>ECTS</b>	<b>Observações / Observations (5)</b>
Cálculo Diferencial e Integral II / Differential and Integral Calculus II	MatGer	Semestral	168	TP-56	6	
Fundamentos da Programação / Foundations of Programming	MTP	Semestral	168	T-35; PL-21	6	
Materiais em Engenharia / Materials in Engineering	PMME	Semestral	168	TP-49; PL-7	6	
Mecânica Aplicada I / Applied Mechanics I	MAA	Semestral	168	T-28; PL-28	6	
Opção de Humanidades, Artes e Ciências Sociais I / Option of Humanity, Arts and Social Sciences I	HACS	Semestral	84	n.a.	3	UC opcionais a fixar anualmente pelos Órgãos competentes do IST
Opção de Humanidades, Artes e Ciências Sociais II / Option of Humanity, Arts and Social Sciences II	HACS	Semestral	84	n.a.	3	UC opcionais a fixar anualmente pelos Órgãos competentes do IST

**(6 Items)****Mapa III - NA - 2º Ano / 1º Semestre: 2nd year / 1st Semestre****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****NA****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****NA****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****2º Ano / 1º Semestre: 2nd year / 1st Semestre****4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

<b>Unidade Curricular / Curricular Unit</b>	<b>Área Científica / Scientific Area (1)</b>	<b>Duração / Duration (2)</b>	<b>Horas Trabalho / Working Hours (3)</b>	<b>Horas Contacto / Contact Hours (4)</b>	<b>ECTS</b>	<b>Observações / Observations (5)</b>
Cálculo Diferencial e Integral III / Differential and Integral Calculus III	MatGer	Semestral	168	TP-56	6	
Matemática Computacional / Computational Math	ANAA	Semestral	168	TP-56	6	
Mecânica dos Materiais / Mechanics of Materials	MEC	Semestral	168	TP-42; PL-7	6	
Electromagnetismo e Óptica / Electromagnetism and Optics	FBas	Semestral	168	T-28; TP-21	6	
Mecânica Aplicada II / Applied Mechanics II	MAA	Semestral	168	T-28; PL-28	6	

**(5 Items)**

**Mapa III - NA - 2º Ano / 2º Semestre: 2nd Year / 2nd Semetre****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****NA****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****NA****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****2º Ano / 2º Semestre: 2nd Year / 2nd Semetre****4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Probabilidade e Estatística / Probabilistic and Statistic	PE	Semestral	168	TP-56	6	
Sinais e Sistemas Mecatrónicos / Signals and Mechatronic Systems	CAII	Semestra	168	T-42; PL-14	6	
Mecânica dos Sólidos / Solid Mechanics	MEC	Semestral	168	TP-42; PL-7	6	
Termodinâmica I / Thermodynamics I	AE	Semestral	168	T-42; PL-14	6	
Introdução à Mecânica Quântica/Introduction to Quantum Mechanics	FBas	Semestral	84	T-14; TP-10.5	3	
Relatividade/Relativity	FBas	Semestral	84	T-14; TP-10.5	3	

**(6 Items)**

**Mapa III - NA - 3º Ano / 1º Semestre; 3rd Year / 1st Semetre****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****NA****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****NA****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****3º Ano / 1º Semestre; 3rd Year / 1st Semetre****4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Mecânica dos Fluidos I / Fluid Mechanics I	TTCE	Semestral	168	T-28; PL-21	6	
Controlo de Sistemas / Control Systems	CAII	Semestral	168	T-28; PL-21	6	
Mecânica Computacional / Computational Mechanics	MEC	Semestral	168	TP-49	6	
Termodinâmica II / Thermodynamics II	AE	Semestral	168	T-35; PL-14	6	
Processos de Fabrico I / Manufacturing Processes I	TMGI	Semestral	168	TP-42; PL-7	6	

**(5 Items)**

**Mapa III - NA - 3º Ano / 2º Semestre: 3rd Year / 2nd Semestre****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****NA****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****NA****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****3º Ano / 2º Semestre: 3rd Year / 2nd Semestre****4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

<b>Unidade Curricular / Curricular Unit</b>	<b>Área Científica / Scientific Area (1)</b>	<b>Duração / Duration (2)</b>	<b>Horas Trabalho / Working Hours (3)</b>	<b>Horas Contacto / Contact Hours (4)</b>	<b>ECTS</b>	<b>Observações / Observations (5)</b>
Mecânica dos Fluidos II / Fluid Mechanics II	TTCE	Semestral	168	T-28; PL-21	6	
Automação Industrial / Industrial Automation	CAII	Semestral	168	TP-42; PL-7	6	
Mecânica Estrutural / Structural Mechanics	MEC	Semestral	168	TP-49	6	
Processos de Fabrico II / Manufacturing Processes II	TMGI	Semestral	168	TP-42 PL-7	6	
Projeto Integrador de 1º Ciclo em Engenharia Mecânica / 1st Cycle Integrated Project in Mechanical Engineering	ACDEM	Semestral	168	OT-14	6	
<b>(5 Items)</b>						

**4.4. Unidades Curriculares****Mapa IV - Mecânica Estrutural****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*****Mecânica Estrutural*****4.4.1.1. Title of curricular unit:*****Structural Mechanics*****4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****MEC*****4.4.1.3. Duração:*****Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****168.0*****4.4.1.5. Horas de contacto:*****49.0*****4.4.1.6. ECTS:*****6.0*****4.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>***

**4.4.1.7. Observations:**

<no answer>

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

*ist13506, Nuno Miguel Rosa Pereira Silvestre, 122,5h*

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

*ist62256, Aurélio Lima Araújo, 122,5h*

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

*Providenciar ao aluno conhecimentos sobre os diversos métodos de análise estrutural. Estudar o comportamento mecânico das estruturas, a sua resposta em serviço e a sua segurança. Introduzir o conceito de não linearidade dos materiais e das estruturas, e entender a forma como esta pode influenciar o seu desempenho. Perceber que o comportamento linear das estruturas (esforços, deformações) tem um domínio de validade, por vezes limitado. Estudar o comportamento dinâmico das estruturas (problemas de valores próprios). Introduzir os conceitos de vibração e de instabilidade das estruturas. Aplicar o método dos elementos finitos a diversos problemas estruturais reais. Utilizar programas de elementos finitos para estudar o comportamento de estruturas com interesse prático na engenharia mecânica.*

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

*To provide knowledge about the various methods of structural analysis. To study the mechanical behaviour of structures, their response in service and their safety. To introduce the concept of nonlinearity of materials and structures, and understand how this can influence their performance. To understand that the linear behaviour of structures (internal forces, deformations) has a limited domain of validity. To study the dynamic behaviour of structures. To introduce the concepts of vibration and instability of structures (eigenvalue problems). To apply the finite element method to several selected problems. To use finite element programs to study the behaviour of structures with practical interest in mechanical engineering.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Tipos de análise estrutural. Sistemas discretos. Conceito de não linearidade. Carga limite. Método de Newton-Raphson. Instabilidade estrutural. Carga crítica e modo de instabilidade. Comportamento de pós-instabilidade. Comportamento dinâmico. Método de Newmark. Frequência e modo de vibração. Amortecimento estrutural. Métodos de Rayleigh-Ritz e dos elementos finitos para a análise dinâmica de uma viga-barra. Resposta dinâmica de vigas e pórticos. Instabilidade de vigas e pórticos. Obtenção de cargas críticas e modos de instabilidade. Fundamentos do método dos elementos finitos não linear. Conceitos básicos de plasticidade. Efeito da deformação por corte no comportamento das estruturas. Viga de Timoshenko. Falha e verificação de segurança estrutural.*

**4.4.5. Syllabus:**

*Types of structural analysis. Discrete structural systems. Nonlinearities. Limit load. Newton-Raphson Method. Structural instability. Buckling load and instability mode. Post-buckling behavior. Dynamic behavior. Newmark method. Frequency and vibration mode. Structural damping. Rayleigh-Ritz and finite element methods for the beam dynamic analysis. Dynamic response of beams and frames. Instability of beams and frames. Determination of critical loads and instability modes. Fundamentals of the nonlinear finite element method for structures. Basic concepts of plasticity. Effect of shear deformation on the behavior of structures. Timoshenko's beam. Failure and structural safety check.*

**4.4.6. 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.*

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

*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.*

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

*A avaliação é baseada num exame final e num trabalho computacional individual baseado na observação de experiências laboratoriais. O exame contribui 75% para a nota final. O trabalho computacional individual contribui com 25% para a nota final.*

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

***The grading is based on a final exam and a computational work based on a laboratory session. The exam counts 75% of final grade. The homework, which is individual, counts 25% to the final grade.***

**4.4.8. 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.***

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
***Apontamentos de Mecânica Estrutural, Silvestre N. e Araújo A. , 2014, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.***

#### **Mapa IV - Probabilidade e Estatística**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
***Probabilidade e Estatística***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**  
***Probabilistic and Statistic***

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

**4.4.1.3. Duração:**  
***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**  
***168.0***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**  
***56.0***

**4.4.1.6. ECTS:**  
***6.0***

**4.4.1.7. Observações:**  
***3 Turnos (TP).***

**4.4.1.7. Observations:**  
***3 Sections (TP).***

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):**  
***ist12634, António Manuel Pacheco Pires, 0h.***

**4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**  
***ist13114, Manuel Cabral Morais, 168h.***

**4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
***Iniciação ao estudo da análise de dados estatísticos, teoria da probabilidade e inferência estatística, tendo em vista a compreensão e aplicação dos seus principais conceitos e métodos.***

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

*Master concepts of statistical data analysis, probability theory and statistical inference to understanding and applying such concepts to solve real-life problems in engineering and science.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- *Representação gráfica de dados estáticos e dinâmicos com recurso ao software R.*
- *Noção de probabilidade. Probabilidade condicionada e lei da probabilidade total. Teorema de Bayes. Independência.*
- *Tipos de variáveis aleatórias (discretas e contínuas). Função de distribuição. Função massa de probabilidade e função densidade de probabilidade. Valor esperado, variância e quantis.*
- *Pares aleatórios e combinação linear de variáveis aleatórias. Teorema do Limite Central.*
- *Introdução à inferência estatística. Estimação pontual e estimação intervalar.*
- *Construção de testes de hipóteses no contexto clássico de amostras de observações provenientes de populações com distribuição Normal. Testes de ajustamento.*
- *Estudo da dependência linear entre duas variáveis aleatórias: regressão linear simples.*

**4.4.5. Syllabus:**

- *Graphical representation of static and dynamic statistical data with R.*
- *Basic concepts of probability theory. Conditional probability and total probability law. Bayes' theorem. Independence.*
- *Random variables (discrete and continuous). Distribution function. Probability mass function and probability density function. Expected value, variance and quantiles.*
- *Random pairs and linear transformation of random variables. Central limit theorem.*
- *Statistical inference. Point estimation and interval estimation.*
- *Hypothesis testing under normal populations.*
- *Goodness of fit testing.*
- *Linear regression.*

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

*Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de probabilidade e estatística. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.*

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

*The course content corresponds to concepts and techniques of probability and statistics. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.*

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

*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua (70%) + projetos computacionais (30%). Prova oral para alunos cuja classificação final seja superior ou igual a 18 valores.*

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

*The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components (70%) + computational projects (30%). Oral evaluation for grades above 17 (out of 20).*

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

*A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.*

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

*The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.*

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

- \* *Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, Ross, Sheldon M, 2014, 5th ed, Academic Press;
- \* *Probability and Statistics for Data Science: Math + R +*, Matloff, N. , 2019, 1st ed., Data Chapman and Hall/CRC;
- \* *Introductory Statistics with R*, Dalgaard, P, 2002, Springer;
- \* *A Modern Introduction to Probability and Statistics: Understanding Why and How*, Dekking, F.M., Kraaikamp, C., Lopuhaä, H.P., Meester, L.E., 2005, Springer.

**Mapa IV - Álgebra Linear****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Álgebra Linear*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Linear Algebra*

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

*MatGer*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*56.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*3 Turnos (TP).*

**4.4.1.7. Observations:**

*3 Sections (TP).*

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

*ist12816, José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão, 0H*

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

*ist12383, Lina Mateus de Oliveira, 168 H.*

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

*Domínio do cálculo matricial e de métodos para resolver sistemas de equações lineares. Domínio de espaços vectoriais e de transformações lineares. Estudar formas canónicas de matrizes, valores e vetores próprios e valores singulares. Estudar exemplos de aplicações.*

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

*Master matrix calculus and methods for solving systems of linear equations. Learn about vector spaces and linear transformations. Study canonical forms of matrices, eigenvectors, eigenvalues and singular values. Study applications of the previous subjects.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Métodos de eliminação de Gauss e Gauss-Jordan. Aplicação à solução de sistemas lineares. Matrizes. Matrizes inversas. Determinantes.*

**Definição e exemplos de espaços vetoriais. Conjuntos linearmente independentes.**

**Transformações Lineares. Núcleo e imagem de uma transformação linear. Espaço de soluções de uma equação linear. Valores e vetores próprios. Multiplicidade algébrica e geométrica. Forma canónica de Jordan. Exemplos de aplicações (e.g. sistemas de equações diferenciais ordinárias lineares com coeficientes constantes, estabilidade de sistemas dinâmicos lineares, cadeias de Markov, algoritmo de PageRank).**

**Definição de produto interno. Ortogonalização de Gram-Schmidt. Método dos quadrados mínimos.**

**Teorema espectral. Transformações ortogonais, unitárias, hermitianas. Decomposição em valores singulares de uma transformação entre espaços euclidianos. Classificação das formas quadráticas reais.**

#### 4.4.5. Syllabus:

**Gauss and Gauss-Jordan elimination applied to the solution of linear systems. Matrices, inverse matrices and determinants.**

**Definition and examples of vector spaces. Linearly independent sets.**

**Linear transformations. Nullspace (kernel) and range of a linear transformation. Solution space of a linear equation.**

**Eigenvectors and eigenvalues. Algebraic and geometric multiplicity of an eigenvalue. Jordan canonical form.**

**Applications (e.g. systems of linear ordinary differential equations with constant coefficients, stability of linear dynamical systems, Markov chains, PageRank algorithm).**

**Inner product spaces. Gram-Schmidt orthogonalization. The least squares method.**

**Spectral theorem. Orthogonal, unitary and hermitean linear transformations. Singular value decomposition of a linear transformation between euclidean spaces. Classification of quadratic forms.**

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

**Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de Álgebra Linear. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas interligações, à formulação de problemas bastante variados cuja resolução requer a utilização de ferramentas de álgebra linear de uma forma criativa.**

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

**The topics to be covered correspond to concepts and methods of Linear Algebra. Besides learning those topics the student is encouraged to use a combination of different methods and of their interrelations to formulate problems whose solution requires the creative application of tools from Linear Algebra.**

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

**As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.**

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

**The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).**

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

**A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa por parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em diferentes contextos**

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

**The formulation and solution of problems, the practice of autonomous work and active learning by the student imply that he has acquired throughout the course a solid and dynamic understanding of the concepts and techniques taught, being able to relate and use them in different contexts.**

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

**\* Linear Algebra and its applications, D. Lay, S. Lay, and J. McDonald, 2016, (5th edition), Pearson Education.;**

**\* Linear Algebra, J. Hefferon, 2017, (3rd edition), Saint Michael's College;**

**\* Álgebra Linear como Introdução à Matemática Aplicada, L. Magalhães, 1998, (8ª edição), Texto Editora;**

**\* Introduction to Linear Algebra, G. Strang, 2016, (5th edition), Wellesley-Cambridge Press,**

**\* Linear Algebra, S. Friedberg, A. Insel and L. Spence, 2003, (4th edition), Pearson Education.**

**Mapa IV - Desenho e Modelação Geométrica****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Desenho e Modelação Geométrica*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Technical Drawing and Geometrical Modelling*

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

*PMME*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*84.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*28.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*3.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist12095, José Arnaldo Pereira Leite Miranda Guedes, 56 horas*

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

*ist12855, Luís Alberto Gonçalves de Sousa, 56 horas*

*ist13209, João Manuel Pereira Dias, 28 horas*

*ist13915, Miguel Pedro Tavares da Silva, 28 horas*

*ist12962, Manuel Filipe Simões Franco Ventura, 28 horas*

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

*Desenvolver a capacidade de representação gráfica associada a sistemas e produtos industriais. O aluno no fim da disciplina deverá ser capaz de facilmente produzir e transmitir ideias, conceitos e realizar pequenos projectos utilizando desenho técnico e modelação geométrica tridimensional (CAD 3D)*

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

*Development of graphical representation skills associated with systems and industrial products. With this course the student will be able to produce and transmit ideas, concepts and carry out small design projects using sketching, CAD and geometric modeling techniques.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Modelação CAD 3D:*

*- Modelos paramétricos.*

*- Entidades.*

*- Operações.*

*- Relações geométricas.*

*- Superfícies.*

*- Assemblagem de componentes: Visualização de modelos; Detecção de interferências.*

*- Obtenção de desenhos.*

*Introdução ao Desenho Técnico:*

- **Aspectos gerais:** Normas; Escrita; Formatos, esquadria, dobragem, legenda; Linhas e traços; Escalas.
  - **Projecções:** Tipos de Projecções; Escolha de Vistas. Tipos de perspectivas
  - **Cortes e Secções:** Representação; Tracejados; Tipos de corte; Representações convencionais; Secções.
  - **Cotagem:** Elementos da cotagem; Escolha de cotas; Cotagem de conjuntos.
  - **Representação de Componentes normalizados:** Roscas; Anilhas, Chavetas; Molas; Engrenagens; Rolamentos; Transmissões.
- Introdução à documentação de projecto.**
- **Desenhos de Produção:** Memória descritiva; Desenho de conjunto, peça a peça; Revisão de desenhos.
- xxxxxxx

#### 4.4.5. Syllabus:

##### **CAD 3D Modelling:**

- Parametric models
- Entities
- Features
- Geometric relations
- Surfaces
- Assemblies: Visualization, interference detection
- Generation of drawings

##### **Introduction to technical drawing:**

- General aspects related with technical drawing
- Multiview Projections
- Section views
- Dimensioning
- Special representation: Threads, fasteners, springs, gears, bearings, etc.
- Introduction to project documentation.

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

*Os conteúdos programáticos abordam os tópicos principais da modelação em CAD 3D e de desenho técnico, que permitirão ao aluno aprofundar conhecimentos, transmitir ideias de uma maneira gráfica ou digital, sobre componentes e sistemas mecânicos. Além disso fomenta a auto-aprendizagem e a pesquisa autónoma, uma vez que são solicitados aos alunos a realização de trabalhos durante as aulas e um pequeno projecto final.*

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

*The course contents consider the main topics on 3D Cad modelling as well as Technical Drawing. These main topics will allow the student to obtain in-depth knowledge on the subject, to communicate and share ideas either through technical drawings or solid modelling, on components and mechanical systems. Also, it fosters students self-training and autonomous research, since in classes there will be assignments that they have to as well as the elaboration of a small final project with multiple components.*

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

*Trabalhos ao longo das aulas (TA - 50%) e Projecto Final(PF 50%). O Projecto Final tem nota mínima de 10 valores, deverá ser efectuado em grupo e terá uma apresentação oral.*

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

*Practical work during class (50%) and Final Project (50%). Final project should be a group project. A minimum grade of 10/20 is required for the final project in order to obtain a passing grade. An oral presentation of the final project is required.*

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

*Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A realização de trabalhos práticos durante as aulas e da execução de um pequeno projecto serão importantes na consolidação dos conhecimentos adquiridos ao longo das aulas, quer de desenho técnico, quer de modelação geométrica Cad 3D.*

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

*Teaching methods were designed in order for the students to develop a wide scope knowledge on the subject, in order to comply with the course objectives. The hands on approach to working examples during class, and the final project assignment will be very important for the improvement of the student in-depth knowledge on technical drawing and 3D Cad Modelling.*

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

**"Desenho Técnico Moderno", A. Silva, C. T. Ribeiro, J. Dias, L. Sousa, 2005, LIDEL Editora, ISBN: 972-757-337-1;  
"Desenho Técnico Básico", Vol. III, Simões Morais, 2006, Porto Editora**

#### Mapa IV - Química

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

**Química**

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

**Chemistry**

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

**QFMN**

##### 4.4.1.3. Duração:

**Semestral**

##### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

**168.0**

##### 4.4.1.5. Horas de contacto:

**56.0 (28.0 T, 14 TP, 14 PL)**

##### 4.4.1.6. ECTS:

**6.0**

##### 4.4.1.7. Observações:

**<sem resposta>**

##### 4.4.1.7. Observations:

**<no answer>**

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

**ist12082, Pedro Manuel Machado Teixeira Gomes, 126.0 horas/semestre (28.0 T, 42.0 TP, 56.0 PL)**

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

**- ist90175, Alexander Kirillov, 84.0 horas/semestre (28.0 T, 28.0 TP, 28.0 PL)**

**- ist134419, Ana Paula Valagão Amadeu do Serro, 28.0 horas/semestre (28.0 TP)**

**- Outro docente ou Assistente Convidado/Monitor a designar ou a contratar pelo Departamento de Engenharia Química (para aulas laboratoriais), 56.0 horas/semestre (56.0 PL)**

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

**Esta UC destina-se a diferentes cursos de engenharia que exigem conhecimentos de base de Química.**

**No final, os alunos terão adquirido e desenvolvido a capacidade de compreensão da estrutura, propriedades e transformação dos materiais em geral. Essa capacidade assenta no conhecimento de como e porquê os átomos se combinam, formando moléculas ou materiais, e de como é possível estimar as respetivas propriedades a partir da sua composição e estrutura (relações estrutura-propriedade).**

**Este objetivo é atingido através da inclusão de temas novos e atuais, mas também de "Case-studies" dos tópicos focados, que motivam os alunos para a importância dos mesmos em diversas áreas da Engenharia, nomeadamente nas áreas referentes ao curso em causa.**

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

**This CU is intended for different Engineering courses that require a basic knowledge of Chemistry.**

**At the end, the students will have developed the ability to understand the structure, properties and transformation of materials, based on the knowledge of how and why atoms combine to form molecules and materials, and how to estimate their properties from their composition and structure (structure-properties relationships).**

**This objective is achieved through the inclusion of new and current topics, as well as Case-studies on specific subjects**

*that motivate students to their importance in various areas of Engineering, namely in those related to their respective undergraduate course.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Introdução ao Modelo quântico do átomo.*

*Propriedades periódicas dos elementos.*

*Ligação Química em Moléculas Diatómicas – Teoria das Orbitais Moleculares (TOM).*

*Ligação Química em Moléculas poliatômicas – Teoria do Enlace de Valência (TEV).*

*Forças Intermoleculares e propriedades de compostos covalentes.*

*Polímeros: Estrutura e morfologia. Reações de polimerização.*

*Metais: Estruturas. Ligação metálica segundo a TOM: Teoria das bandas e Energia de Coesão. Ligas metálicas.*

*Sais Iónicos – Estruturas. Energia Reticular.*

*Cristais Covalentes - Ligação segundo a TOM: Teoria das bandas.*

*Introdução às propriedades elétricas: Condutores, Semicondutores e Isoladores.*

*Fundamentos de Cinética e Termodinâmica Química.*

*Reações Ácido-Base e de Dissolução.*

*Reações de Oxidação-Redução. Eletroquímica.*

*Corrosão e métodos de proteção contra a corrosão.*

*Aplicações ao curso de engenharia em causa.*

#### 4.4.5. Syllabus:

*Introduction to the quantum model of the atom.*

*Periodic properties of elements.*

*Chemical Bonding in Diatomic Molecules - Molecular Orbital Theory.*

*Chemical Bonding in Polyatomic Molecules - Valence Bond Theory.*

*Intermolecular Forces and Properties of Covalent Compounds.*

*Polymers: Structure and morphology. Polymerization reactions.*

*Metals: Structures. Molecular Orbital Theory applied to metal bonds: Band theory and Cohesion Energy. Metal Alloys.*

*Ionic Salts - Structures. Lattice Energy.*

*Covalent Crystals - Molecular Orbital Theory: Band Theory.*

*Introduction to electrical properties: Conductors, Semiconductors and Insulators.*

*Fundamentals of Kinetics and Chemical Thermodynamics.*

*Acid-Base and Dissolution-Precipitation Reactions.*

*Oxidation-Reduction Reactions. Electrochemistry.*

*Corrosion and corrosion protection methods.*

*Applications to this specific engineering course.*

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

*Os conteúdos programáticos, descritos em 5, abrangem os principais tópicos de uma cadeira de Química Geral. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação prática e laboratorial, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos, a resolução de exercícios de aplicação e racionalização/interpretação dos resultados laboratoriais.*

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, é possível constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias para a aquisição dos referidos objetivos.*

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

*The syllabus, described in 5, cover the main topics of a General Chemistry course. Theoretical background, essential concepts and examples of practical and laboratory applications are provided, the students being asked to study the contents, solve application exercises and rationalize/interpret laboratory results.*

*In view of the learning objectives of the CU, described in 4, it is possible to see that all points of the syllabus aim to provide students with the knowledge and skills necessary for the acquisition of these objectives.*

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

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

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

*The teaching methodologies aim to foster learning based on problem solving and on carrying out laboratory work to illustrate the syllabus, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student*

**accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (e.g. homework, practical and laboratory worksheets, etc.) compatible with the significant reduction in the weight of assessment by exams (50%).**

**4.4.8. 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 teórico-práticas e trabalhos experimentais em laboratório. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.**

**4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes: The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of theoretical-practical classes and experimental work in the laboratory. This approach will not only fulfill the objectives but will also help to level the knowledge of students with different origins and backgrounds.**

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

- *Chemistry, Raymond Chang and Jason Overby, 2019, 13th Edition, McGraw-Hill;*
- *General Chemistry for Engineers, Jeffrey S. Gaffney and Nancy A. Marley, 2018, Elsevier;*
- *Apontamentos das Aulas Teóricas de Química, Corpo docente, 2019, AEIST*

#### **Mapa IV - Mecânica dos Materiais**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Mecânica dos Materiais***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Mechanics of Materials***

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

***MEC***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***49.0***

**4.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**4.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**4.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***Helder Carriço Rodrigues, ist12094, 42h***

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

***João Orlando Folgado, ist13786, 84***

***Luis Goncalves Sousa, ist12855, 35***

***Pedro Areias, ist24806, 84***

- 4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
*Compreender os mecanismos de deformação de componentes estruturais sujeitos a esforços axiais, de flexão e de torção, atuando individual ou conjuntamente. Adquirir capacidade de dimensionar treliças, vigas e veios de transmissão.*
- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**  
*Understand the deformations for structural components under axial, torsion and bending loading only, or combined loading. Acquire the ability to design truss structures, beam and shaft elements.*
- 4.4.5. Conteúdos programáticos:**  
*Conceito de tensão. Tensões normais e de corte. Tensão admissível e fator de segurança. Conceito de deformação. Deformações normais e de corte. Diagrama tensão-deformação. Comportamento elástico. Lei de Hooke. Esforço axial. Deformação elástica de barra carregada axialmente. Barras estaticamente indeterminadas. Método da sobreposição. Problemas envolvendo variações de temperatura. Torção. Deformação de torção de veios de secção circular em regime elástico. Tensão de torção. Ângulo de torção. Veios estaticamente indeterminados. Flexão. Diagramas de esforço transversal e momento fletor. Deformação de flexão de viga reta com plano de simetria em regime elástico. Tensão normal de flexão. Flexão não simétrica. Tensão de corte devido a esforço transversal. Tensão de corte em perfis de parede fina. Centro de corte. Cargas combinadas. Tensões devido a cargas combinadas. Deformada de vigas. Curva elástica. Cálculo da deformada de vigas. Vigas estaticamente indeterminadas.*
- 4.4.5. Syllabus:**  
*Concept of stress. Normal and shear stresses. Allowable stress and factor of safety. Concept of deformation. Normal and shear strains. Stress-Strain diagram. Elastic behaviour. Hooke's law. Axial loading. Elastic deformations under axial loading. Statically indeterminate bars. Superposition Method. Problems involving temperature changes. Torsion. Torsion deformations of circular section shafts in the elastic range. Stresses under torsion. Angle of torsion. Statically indeterminate shafts. Bending. Transversal loading and bending moment diagrams. Bending deformations of straight beams with symmetric section in the elastic range. Bending normal stress. Unsymmetric bending. Shear stress from transverse loading. Shear stress in thin-walled beams. Shear center. Combined loading. Stresses under combined loads. Deformation of beams. Elastic curve. Beams deformed curve. Statically indeterminate beams.*
- 4.4.6. 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.*
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**  
*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.*
- 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
*As metodologias de ensino fomentam a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa. Laboratório experimental com relatórios (20%). 3 minitests durante as aulas (30%) Exame final (50%). Há uma nota mínima de 8 no exame.*
- 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**  
*The teaching methodologies promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The evaluation model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning. Experimental laboratory with reports (20%). 3 mini-tests during classes (30%) Final exam (50%). There is a minimum score of 8 in the exam.*
- 4.4.8. 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.*
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended 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.*

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

*"Mechanics of Materials", R.C. Hibbeler, 2018, 10th edition in SI Units, Pearson; "Mechanics of Materials", F. Beer, E.R. Johnston, J. DeWolf, D. Mazurek, 2015, 7th edition in SI Units, McGraw Hill*

**Mapa IV - Mecânica dos Fluidos I**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Mecânica dos Fluidos I*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Fluid Mechanics I*

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

*TTCE*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist30274, Carlos Frederico Neves Bettencourt da Silva, 30h*

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

*ist12117, José Maria Campos da Silva André, 20h*

*ist14442, José Manuel Da Silva Chaves Ribeiro Pereira, 40h*

*ist30176, João Carlos de Campos Henriques, 20h*

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

*Introdução à ciência da mecânica dos fluidos a partir de primeiros princípios da física clássica.*

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

*Introduction to fluid mechanics from first principles of classical physics.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Meio contínuo. Densidade, velocidade, e energia interna. Equações termodinâmica. Teorema de Leibnitz; Cinemática do movimento num fluido: ponto de vista Lagrangeano e Euleriano, derivada material. Taxa de deformação e taxa de expansão. Função de corrente e potencial de velocidade; Equação da continuidade e da quantidade de movimento, pressão e tensor das tensões viscosas. Equações diferenciais da continuidade, quantidade de movimento, momento angular e energia. Forma integral das equações da continuidade, quantidade de movimento, e energia; Fluidos*

**Newtonianos e as equações de Navier-Stokes. Líquidos não Newtonianos. Perda de carga e a equação de Bernoulli. Escoamento de Couette. Problema de Rayleigh; Análise dimensional. Teorema dos Pis. Análise de sistemas de bombeamento. Rugosidade. Distribuições de velocidade no escoamento em condutas. Sistemas de condutas. Introdução às turbomáquinas. Semelhança e curvas de desempenho de bombas. Bomba ajustada às características de um sistema.**

#### 4.4.5. Syllabus:

**Continuum assumption. Density, velocity, and internal energy. Equations of thermodynamics. Leibnitz theorem; Kinematics of local fluid motion: Lagrangian and Eulerian viewpoints, substantial derivative. Rate of strain and rate of expansion. Stream function and velocity potential; Continuity and momentum equations, pressure and viscous stress tensor. Differential momentum, angular momentum and energy equations. Integral form of the continuity, momentum and energy equations; Newtonian fluids and the Navier-Stokes equations. Non-Newtonian liquids. Head loss and Bernoulli equation. Plane Couette flow. The Rayleigh problem; Dimensional analysis. Pi Theorem and its applications. Pump and blower analysis. The effect of roughness. Velocity distributions in pipe flows. Flow in pipe systems. Introduction to turbomachines. Pump Performance Curves and Similarity Rules. Matching Pumps to System Characteristics.**

#### 4.4.6. 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.**

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

**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.**

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

**Trabalho Computacional (25%), trabalho experimental (25%), exame final (50%)**

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

**Computational work (25%), experimental work (25%), exam (50%).**

#### 4.4.8. 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.**

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

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

**"Incompressible Flow", Ronald L. Panton, 2013, Wiley; "Fluid Mechanics", F.M. White, 2016, McGraw-Hill**

### Mapa IV - Gestão

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

**Gestão**

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

**Management**

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

**EGO**

#### 4.4.1.3. Duração:

**Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****84.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****24.5****4.4.1.6. ECTS:****3.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****João Agostinho de Oliveira Soares - ist 12631 (14h)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****Carlos M. F. Monteiro - ist 12228 (10,5h)****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*O objetivo da unidade curricular é introduzir os alunos a um conjunto de conceitos e ferramentas que lhes irá permitir compreender a natureza sistémica e integrada do funcionamento das organizações, e avaliar a multidisciplinaridade e recursos necessários ao seu funcionamento. Pretende-se que os alunos fiquem habilitados com as competências necessárias para poderem contribuir ativa e positivamente para o crescimento sustentável das organizações, com particular foco nos seguintes aspetos: Cultura, ética e estrutura organizacional; Contabilidade e Análise Financeira; Análise de Investimentos; Planeamento e Gestão Estratégica; Fundamentos de Marketing. A aplicação dos conhecimentos adquiridos é válida tanto para empresas em atividade, como para projetos de empreendedorismo – por exemplo, startups resultantes da Inovação & Desenvolvimento Tecnológico. A UC de Gestão integra a simulação de gestão IST Management Challenge (ISTMC).*

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

*The main objective of the Management course unit is to introduce students to a set of concepts and tools that will enable them to understand the nature of the systemic and integrated functioning of organizations, and evaluate the multidisciplinary methods and resources necessary for their operation. It is intended that students become empowered with the skills that enable them to contribute active and positively to the sustainable growth of organizations, with a particular focus on the following aspects: Culture, ethics, and organizational structure; Accounting and Financial Analysis; Investment Appraisal; Planning and Strategic Management; Marketing Fundamentals. The application of the knowledge acquired is valid for both firms in activity, and entrepreneurial projects, like start-ups resulting from Innovation & Technology Development. The course integrates the simulation management game IST Management Challenge (ISTMC).*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Introdução. Cultura, ética e estrutura das organizações.**
- 2. A Informação Financeira.**
- 3. Análise de Projetos de Investimento.**
- 4. Gestão Estratégica.**
- 5. Marketing.**

**4.4.5. Syllabus:**

- 1. Introduction to Management. Culture, ethics, and organizational structure.**
- 2. Financial Analysis.**
- 3. Investment Project Appraisal.**
- 4. Strategic management.**
- 5. Marketing.**

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

**Os conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências fundamentais de Gestão e, através da sua aplicação a situações práticas, permitem que se atinjam os objetivos de aprendizagem definidos.**

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

**The syllabus aims to provide students with the fundamental knowledge and skills of Management and, through its application to practical situations, allows the achievement of the defined learning objectives.**

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

**A nota final da UC de Gestão resulta da soma de duas componentes:**

**a) Avaliação Individual**

**1. Teste cotado para 10 valores, com nota mínima de 4.5 valores, contando a melhor nota das duas épocas (50% da nota final).**

**2. Elaboração e entrega em aula de 4 exercícios. Cada exercício é cotado para 2 valores, num total de 8 valores (40% da nota final). Os exercícios serão realizados em papel ou no telemóvel, com o apoio de software adequado.**

**b) Avaliação em grupo**

**Jogo de Gestão-ISTManagementChallenge(ISTMC) - 2 valores pelo desempenho e a participação válida da respetiva equipa (3-5 estudantes) no ISTMC (10% da nota final).**

**Época Especial e Estudantes Trabalhadores ou desportistas de Alta Competição: os alunos fazem apenas a componente de avaliação individual, sendo o teste final/exame cotado para 20 valores (100% da nota final).**

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

**The Final Grade for the Management course is the sum of two components:**

**a) Individual assessment:**

**1. Multiple choice final test (score max.: 10 points, 50% of the final grade; minimum required: 4.5 points). Students can do the test in two different dates; the best score of both tests prevails.**

**2. Four Exercises/quizzes to be done in class (max score of each exercise: 2 points; max score in this part: 8 points, 40% of the final grade)**

**b) Group work :**

**Management game – IST Management Challenge (ISTMC)**

**2 points according to the the performance and valid participation of the group in the ISTMC (teams with 3-5 students) - 10% of the final grade.**

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

**As metodologias de ensino foram concebidas de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A participação no Jogo de Gestão-IST Management Challenge(ISTMC) permite o desenvolvimento de competências transversais em Competências Interpessoais.**

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

**Teaching methodologies were designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. Participation in the Management Game-IST Management Challenge (ISTMC) allows the development of transversal skills in Interpersonal Skills.**

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

**Manual do Global Management Challenge.**

**Soares, João O. (2015), “Apontamentos de Contabilidade”, Folhas da unidade curricular de Gestão, DEG-IST, Universidade de Lisboa.**

**Soares, João O. (2015), “Análise de Projetos de Investimento: conceitos fundamentais” – Folhas da unidade curricular de Gestão, DEG-IST, U. Lisboa.**

**Mapa IV - Eletromagnetismo e Óptica**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Eletromagnetismo e Óptica**

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

**Electromagnetism and Optics**

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

**FBas**

**4.4.1.3. Duração:****Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****49.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist12493 Mário José Gonçalves Pinheiro, 84h****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist12179 Ana Maria Guerreiro Martins, 70h****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Geral: Prever quantitativamente as consequências de uma variedade de fenómenos com ferramentas de cálculo.******Garantir formação científica avançada e profunda num dos domínios fundamentais da Física que permita abordagens de inovação disciplinares ou interdisciplinares.******Específico: Compreensão dos conceitos, princípios básicos e fenomenologia do Eletromagnetismo e da Óptica.******Compreensão através da fenomenologia da história da síntese das equações de Maxwell para o campo electromagnético e da perspectiva integradora das equações de Maxwell; capacidade de aplicar os conceitos do Electromagnetismo e da Óptica à resolução de problemas, nomeadamente no que respeita às suas aplicações tecnológicas.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****General: Quantitatively predict the consequences of a variety of physical phenomena with calculatory tools. Ensure advanced and thorough scientific training in a fundamental field of Physics, hence allowing for disciplinary or interdisciplinary approaches to innovation.******Specific: Ability to understand and interconnect the concepts and basic principles of Electromagnetism and Optics, to understand how the history of how Maxwell's equations for the electromagnetic field have emerged and the integrative perspective of Maxwell's equations; ability to apply the concepts of to problem solving, particularly in what concerns their technological applications.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****1.Eletrostática: lei de Coulomb; campo eletrostático; princípio de sobreposição; campo e potencial; dipolo elétrico; lei de Gauss; capacidade e condensadores; dielétricos e polarização; energia elétrica.******2.Corrente elétrica estacionária: densidade e intensidade de corrente; continuidade da carga; leis de Ohm, Joule e Kirchhoff.******3.Magnetostática: campo magnético; leis de Biot-Savart e Ampère; força de Lorentz; fluxo magnético; coeficientes de indução e bobinas; magnetização (dia, para e ferromagnetismo); energia magnética.******4.Campo eletromagnético (e.m.) variável e aplicações: indução e lei de Faraday; transformadores, motores e geradores elétricos; corrente de deslocamento; energia e.m.; circuitos RC, RL e RLC.******5.Equações de Maxwell e ondas e.m.: ondas planas monocromáticas; energia e intensidade das ondas.******6.Ótica: caráter e.m. da luz; dispersão, polarização, reflexão, interferência e difração; óptica geométrica, reflexão e refração; equações de Fresnel e princípio de Fermat.*****4.4.5. Syllabus:*****1.Electrostatics: Coulomb's law; electrostatic field; superposition principle; field and potential; electric dipole; Gauss's law; capacity and capacitors; dielectrics and polarization; electroc energy.***

- 2. Stationary electric current: current intensity and current density; equation for charge continuity; Ohm, Joule and Kirchhoff laws.**
- 3. Magnetostatics: magnetic field; Biot-Savart and Ampère laws; Lorentz force; magnetic flux; induction coefficients and coils; magnetization (dia, para and ferromagnetism); magnetic energy.**
- 4. Variable electromagnetic (e.m.) field and applications: induction and Faraday's law; electric transformers, motors and generators; displacement current; e.m. energy; RC, RL and RLC circuits.**
- 5. Maxwell's equations and e.m. waves: monochromatic plane waves; wave energy and intensity.**
- 6. Optics: character of light; dispersion, polarization, reflection, interference and diffraction; geometric optics, reflection and refraction; Fresnel equations and Fermat's principle.**
- 4.4.6. 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.***
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes: *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.***
- 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
**50% avaliação contínua por Fichas/Mini-Testes (exclusivamente durante o horário das aulas)**  
**[Mediante recursos adequados de monitores e/ou assistentes de ensino, o docente poderá usar também séries de problemas, apresentações orais e/ou discussões de resolução]**  
**50% exame**
- 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**  
**50% continuous assessment by Mini-tests (exclusively during class hours) [If an appropriate number of graders and/or teaching assistants is available, oral presentations and/or solution discussions can be considered]**  
**50% Exam**
- 4.4.8. 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.***
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended 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.***
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
***Physics for Global Scientists and Engineers (vols 1 and 2), Serway, Jewett, Wilson, Wilson and Rowlands , 2017 , ISBN10: 1-4737-5721-5; Physics for Scientists and Engineers, R. A. Serway, J. W. Jewett , 2004, ISBN: 0-53-440842-7***

#### Mapa IV - Materiais em Engenharia

- 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
***Materiais em Engenharia***
- 4.4.1.1. Title of curricular unit:**  
***Materials in Engineering***
- 4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**  
***PMME***
- 4.4.1.3. Duração:**  
***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****56.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist12459, Maria de Fátima Reis Vaz, 18.h****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist13988, Virgínia Isabel Monteiro Nabais Infante, 18.h****ist11941, Maria Emília Da Encarnação Rosa, 12h****ist12896, Augusto Manuel Moura Moita de Deus, 8h****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

**Fornecer aos alunos os conhecimentos fundamentais da engenharia dos materiais seguindo a sequência: Microestrutura, Propriedades, Requisitos para determinada aplicação. Dotar o aluno com a capacidade de selecionar materiais para uma dada aplicação com base nas suas propriedades, conhecendo os métodos necessários para a sua caracterização. O aluno deve ser capaz de identificar o melhor método de selecionar materiais para uma aplicação específica e de fazer a integração entre a escolha de materiais e o desenho técnico. O aluno deverá saber identificar necessidades de clientes de um produto, traduzindo-as em especificações realistas; perceber toda a envolvente do produto, desde os primeiros esboços conceptuais até à produção e comercialização e projetar um produto em equipa.**

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

**Provide students with the fundamental knowledge of materials engineering following the sequence: Microstructure, Properties, Requirements for a given application. Provide the student with the ability to select materials for a given application based on their properties, knowing the methods required for their characterization. The student should be able to identify the best method of selecting materials for a specific application and integrating material selection with technical drawing. Students should be able to identify customer needs of a product by translating them into realistic specifications; understand the entire product environment, from first concept sketches to production and marketing, and design a product as a team.**

**4.4.5. Conteúdos programáticos:****1- Revisão de propriedades mecânicas. Ensaios mecânicos: tração, compressão, dureza, choque, flexão.****2- Comportamento de materiais: fratura, fadiga, atrito e desgaste.****3- Famílias de materiais.****4- Projeto e seleção de materiais:****- projeto à rigidez, projeto à resistência, projeto a alta temperatura****- seleção de materiais, mapas de Ashby, programa CES, índices ponderados****- casos de estudo (incluindo representações em Desenho Técnico)****- materiais e ambiente****5. Desenvolvimento de produto:****- Os materiais e o desenvolvimento de produto.****- Tipologias de produtos e a relevância dos materiais.****- O processo e metodologia de desenvolvimento de produto.****- Função, forma, material e processo no desenvolvimento de produto****6. Integração do projeto e seleção de materiais com o desenho técnico através de casos de estudo****4.4.5. Syllabus:****1- Review of mechanical properties. Mechanical tests: traction, compression, hardness, shock, bending.**

**2- Behavior of materials: fracture, fatigue, friction and wear.**

**3- Families of materials.**

**4- Design and selection of materials:**

- design to stiffness, design to resistance, high temperature design
- material selection, Ashby maps, CES program, weighted indexes
- case studies (including representations in Technical Drawing)
- materials and environment

**5. Product Development:**

- materials and product development.
- product typologies and material relevance.
- the process and methodology of product development.
- function, shape, material and process in product development

**6. Project integration and material selection with technical drawing through case studies**

**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

**4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**  
*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.*

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

*A avaliação compreende duas parcelas:*

*Relatórios dos Laboratórios (30%) e*

*Avaliação escrita 2 mini-testes durante as aulas (30%) e exame final (40%). A nota mínima de cada teste é de 8 valores e a nota mínima na avaliação escrita é 9,5 valores.*

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

*The evaluation comprises two parts:*

*Laboratory Reports (30%) and*

*Written assessment 2 mini-tests during classes (30%) and final exam (40%). The minimum grade of each test is 8 values and the minimum grade in the written evaluation is 9.5 values.*

**4.4.8. 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.*

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

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

*"Materials: engineering, science, processing and design", Ashby, M., Shercliff, H., and Cebon, D. , 2019, 4ª Edição, Butterworth-Heineman; "Product Design and Development", K. T. Ulrich, S. D. Eppinger, Yang, M, 2020, 7 Ed, McGraw-Hill.; "Product Design", Kevin Otto, Kristin Wood , 2001, Prentice-Hall*

#### Mapa IV - Cálculo Diferencial e Integral III

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Cálculo Diferencial e Integral III*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Differential and Integral Calculus III*

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

**MatGer**

**4.4.1.3. Duração:**  
**Semestral**

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**  
**168.0**

**4.4.1.5. Horas de contacto:**  
**56.0**

**4.4.1.6. ECTS:**  
**6.0**

**4.4.1.7. Observações:**  
**3 Turnos (TP).**

**4.4.1.7. Observations:**  
**3 Sections (TP).**

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):**  
**ist12881, Luís Manuel Gonçalves Barreira, 0h.**

**4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**  
**ist13224, Jorge Filipe Drumond Pinto da Silva, 56h.**  
**ist12838, Jorge Manuel Amaro d' Almeida, 112h.**

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

- **Resolução de equações diferenciais ordinárias elementares; resolução de equações e sistemas de equações diferenciais lineares.**
- **Propriedades de existência, unicidade e dependência contínua de soluções de equações diferenciais ordinárias.**
- **Teoremas de Gauss e de Stokes, propriedades gerais de divergência e rotacional de campos vectoriais, e aplicações.**
- **Resolução de equações diferenciais parciais de 1ª e 2ª ordem lineares elementares.**
- **Propriedades gerais e convergência de séries de Fourier, transformação de Fourier e aplicações.**

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

- **Resolution of elementary ordinary differential equations; resolution of linear differential equations and systems of linear differential equations.**
- **Existence, uniqueness and continuous dependence of solutions of ordinary differential equations.**
- **Gauss and Stokes theorems, general properties of the divergence and curl of vector fields, and applications.**
- **Resolution of elementary linear partial differential equations of 1st and 2nd order.**
- **General properties and convergence of Fourier series, Fourier transform and applications.**

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

**Equações Diferenciais Ordinárias (EDOs): exemplos de EDOs de primeira ordem resolúveis, fatores de integração; existência, unicidade e dependência contínua de soluções de sistemas de EDOs de primeira ordem; fórmula de variação das constantes; EDOs de ordem  $> 1$ ; transformação de Laplace e aplicações a EDOs.**

**Teoremas de Gauss e de Stokes e introdução a Equações Diferenciais Parciais (EDPs): superfícies em  $R^3$ ; integrais de superfície de campos escalares e de campos vectoriais; Teoremas de Gauss e de Stokes; divergência e rotacional de campos vectoriais; obtenção das equações diferenciais de continuidade, onda, calor, Laplace e Poisson.**

**EDPs e séries de Fourier: EDPs lineares de 1ª ordem; equações de onda, calor, Laplace e Poisson; séries de Fourier trigonométricas; soluções das equações de onda, calor, Laplace e Poisson, via separação de variáveis e séries de Fourier; transformação de Fourier e aplicações.**

**4.4.5. Syllabus:**

**Ordinary Differential Equations (ODEs):** examples of solvable 1st order ODEs, integration factors; existence, uniqueness and continuous dependence of solutions of systems of 1st order ODEs; variation of constants formula; ODEs of order  $> 1$ ; Laplace transform and applications to ODEs.

**Gauss and Stokes Theorems and introduction to Partial Differential Equations (PDEs):** surfaces in  $R^3$ ; surface integrals of scalar and vector fields; Gauss and Stokes Theorems; divergence and curl of vector fields; derivation of the continuity, wave, heat, Laplace and Poisson differential equations.

**PDEs and Fourier series:** linear 1st order PDEs; wave, heat, Laplace and Poisson equations; trigonometric Fourier series; solutions of wave, heat, Laplace and Poisson equations, via separation of variables and Fourier series; Fourier transform and applications.

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

**Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de equações diferenciais e séries de Fourier. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.**

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

**The course content corresponds to concepts and techniques of differential equations and Fourier series. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.**

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

**As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.**

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

**The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).**

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

**A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.**

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

**The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.**

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

- \* *Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems*, Boyce and Di Prima, 2013, 10th ed Wiley.
- \* *Vector Calculus*, Marsden and Tromba, 2012, 6th ed Freeman.
- \* *Análise Complexa e Equações Diferenciais*, Luís Barreira, 2019, 4ª ed. IST Press.
- \* *Introdução à Análise Complexa, Séries de Fourier e Equações Diferenciais*, Pedro Girão, 2018, 2ª ed. IST Press.
- \* *Métodos de Resolução de Equações Diferenciais e Análise de Fourier com Aplicações*, Luís Magalhães, 2013 DM-IST.
- \* *Análise de Fourier e Equações Diferenciais Parciais*, Djairo Figueiredo, 2012, 4ª ed IMPA.
- \* *Cálculo Diferencial e Integral em  $R^n$* , Gabriel Pires, 2016, 3ª ed. IST Press.
- \* *Integrais em Variedades*, Luís T. Magalhães, 1993, 2ª ed. Texto Editora.
- \* *Exercícios de Análise Complexa e Equações Diferenciais*, Luís Barreira e Claudia Valls, 2010, 2ª ed. IST Press.
- \* *Exercícios de Cálculo Integral em  $R^n$* , Gabriel Pires, 2018, 2ª ed. IST Press.

## Mapa IV - Fundamentos da Programação

### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Fundamentos da Programação*

### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Foundations of Programming*

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

*MTP*

### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*168.0*

### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*56.0*

### 4.4.1.6. ECTS:

*6.0*

### 4.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

### 4.4.1.7. Observations:

*<no answer>*

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

*ist11416, Joao Emilio Segurado Pavao Martins*

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

*<sem resposta>*

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

*Fornecer conhecimentos sobre conceitos fundamentais relativos à actividade de programação, nomeadamente, algoritmo, abstracção procedimental e abstracção de dados, a programação como construção de abstracções, paradigmas de programação. Após a frequência da cadeira, os alunos deverão dominar os conceitos apresentados e serem capazes de desenvolver programas numa linguagem de programação de alto nível, o Python.*

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

*Provide knowledge about fundamental concepts related to programming activity, namely, algorithm, procedural abstraction and data abstraction, programming as construction of abstractions, programming paradigms. After attending the course, students should master the concepts presented and be able to develop programs in a high level programming language, Python.*

### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Computadores, algoritmos e programas. Linguagens de programação. Sintaxe e semântica. Elementos básicos de programação. Tipos elementares de dados. Nomes e atribuição. Comunicação com o exterior. Programas, instruções e sequenciação. Selecção. Repetição. Funções. Abstracção procedimental. Tuplos e ciclos contados. Cadeias de caracteres. Listas. Funções recursivas. Funções de ordem superior. Programação funcional. Recursão e iteração. Ficheiros. Dicionários. Abstracção de dados. Tipos abstratos de dados. Programação com objectos.*

### 4.4.5. Syllabus:

*Computers, algorithms and programs. Programming languages. Syntax and semantics. Basic elements of programming. Elementary data types. Names and assignment. Communication with outside world. Programs, instructions and sequencing. Selection. Repetition. Functions. Procedural abstraction. Tuples and counted cycles.*

**Strings. Lists. Recursive Functions. Higher order functions. Functional programming. Recursion and iteration. Files, Dictionaries. Data abstraction. Abstract data types. Object-oriented programming.**

**4.4.6. 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.***

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
*Avaliação contínua nas aulas práticas*  
*2 Projetos de programação*  
*1 Exame.*  
*A componente de avaliação contínua terá um peso  $\geq 40\%$*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**  
*Continuous assessment in practical classes*  
*2 Programming Projects*  
*1 Exam*  
*The continuous evaluation component will have a weight  $\geq 40\%$*

**4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A realização de trabalhos práticos (projecto e aulas de laboratório) permite o confronto com problemas reais.***

**4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes: *The teaching methodologies have been designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. The realization of practical work (project and laboratory classes) allows confrontation with real problems.***

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*Programação em Python: Introdução à programação com múltiplos paradigmas: João P. Martins 2013 IST Press*

#### **Mapa IV - Mecânica dos Sólidos**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Mecânica dos Sólidos*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Solid Mechanics*

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

**4.4.1.3. Duração:**  
*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**  
*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

49.0

4.4.1.6. ECTS:  
6.0

4.4.1.7. Observações:  
<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:  
<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):  
*ist11870 Luiz Manuel Varejão de Oliveira Faria, 84 h*

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:  
*ist13786 João Orlando Marques Gameiro Folgado, 84 h*  
*ist12855 Luís Alberto Gonçalves de Sousa, 77 h*

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):  
*Introdução à teoria clássica da Mecânica dos Sólidos, em particular à teoria da Elasticidade Linear, com aplicações a vários problemas práticos de Mecânica dos Meios Contínuos e dando uma base para construir teorias mais complexas do comportamento dos materiais.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):  
*Introduction to the classical theory of Solid Mechanics, in particular to the theory of Linear Elasticity, with application to various practical problems of Continuum Mechanics and background to develop more complex theories of material behaviour.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:  
*Forças aplicadas em corpos. Conceito de tensão. Fórmula de Cauchy. Tensor das tensões. Equações de equilíbrio. Tensões principais. Estados planos de tensão e representação no círculo de Mohr. Conceito de deformação. Deformações homogéneas e não homogéneas. Alongamentos. Tensor das deformações. Deformações infinitesimais. Deformações principais. Relações constitutivas. Sólido de Hooke isotrópico e anisotrópico. Extensão de barras por forças longitudinais e pelo peso próprio. Flexão de barras por momentos aplicados. Torção de barras por momentos aplicados, com secção circular e não circular. Torção de perfis finos, fechados e abertos, uni e multicelulares. Torção de barras anisotrópicas. Torção de cilindros por forças na superfície lateral e momentos torsores. Cilindros espessos sujeitos a pressão. Introdução à teoria da falha dos materiais.*

4.4.5. Syllabus:  
*Applied Forces. Stress. Cauchy's formula. Stress Tensor. Equilibrium equations. Principal stresses. Plane states of stress and its representation by Mohr's circle. Deformation. Homogeneous and non-homogeneous deformations. Stretch. Deformation Tensor. Infinitesimal deformations. Principal deformations. Constitutive relations. Hooke's solid, isotropic and anisotropic. Bar extension by longitudinal forces and own weight. Bar bending by applied moments. Bar torsion by applied moments with circular and non circular cross-section. Torsion of thin-walled bars with open and closed cross-sections, uni and multicellulars. Torsion of anisotropic bars. Torsion of cylinders subjected to lateral forces and torsional moments. Thick cylinders subjected to pressure. Introduction to materials failure.*

4.4.6. 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.*

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):  
*Trabalhos de laboratório com relatório ao longo das aulas (20%), 3 Mini-Testes nas aulas (30%) e Exame Final(50%). O*

**Exame Final tem nota mínima de 7 valores.**

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

**Laboratory experiments with reports (20%), 3 mini-tests during classes (30%) and final exam (50%). Minimum grade of 7/20 in the final exam.**

**4.4.8. 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.**

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

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

**Mecânica dos Sólidos – Notas das Aulas e Problemas, Luis Faria, Luís Sousa e Aurélio Araujo, 2018, IST; "A First Course in Continuum Mechanics", Y. C. Fung, 1991, Prentice Hall; "An Introduction to Continuum Mechanics", M. Gurtin,, 1981, Academic Press; "The Theory of Materials Failure", R. Christensen, 2016, Oxford University Press**

**Mapa IV - Sinais e Sistemas Mecatrónicos**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Sinais e Sistemas Mecatrónicos**

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

**Signals and Mechatronic Systems**

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

**CAII**

**4.4.1.3. Duração:**

**Semestral**

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

**168.0**

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

**56.0**

**4.4.1.6. ECTS:**

**6.0**

**4.4.1.7. Observações:**

**<sem resposta>**

**4.4.1.7. Observations:**

**<no answer>**

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

**ist14074, Duarte Pedro Mata de Oliveira Valério, 84 horas**

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

**ist12745, José Raul Carreira Azinheira, 84 horas**

**ist13093, Paulo Jorge Coelho Ramalho Oliveira, 56 horas**

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

*Formação teórica e laboratorial na área de modelação e análise do comportamento no tempo e na frequência de sistemas dinâmicos, representados no tempo contínuo.*

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

*Theoretical and laboratorial instruction in modelling and performance analysis, in time and frequency, of dynamical systems continuous in time.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Sinais analógicos. Sistemas estáticos, dinâmicos e determinísticos. Transformadas de Laplace e Fourier. Representação de sistemas SISO em função de transferência. Modelação de sistemas dinâmicos como conversores de energia: fluxo, potencial, acumuladores, dissipadores. Aplicação a sistemas mecânicos, elétricos, fluidicos e térmicos: analogias entre sistemas. Álgebra de diagramas de blocos. Análise de sistemas dinâmicos de primeira ordem, segunda ordem, com zeros, ordem superior, de fase não-mínima, estáveis e instáveis, e redução de sistemas. Critério de estabilidade de Routh-Hurwitz. Respostas no tempo: impulso, degrau, rampa. Respostas em frequência: diagramas de Bode e polares. Sensores de posição, velocidade, aceleração, proximidade, força, binário, escoamento, nível, temperatura. Atuadores num anel de controlo: servomotores e atuadores pneumáticos. Linearização e ponto de funcionamento. Cadeia de atuação e cadeia de medida. Conversão AD/DA. Filtros e condicionamento de sinal.*

**4.4.5. Syllabus:**

*Analogical systems. Static, dynamical and deterministic systems. Laplace and Fourier transforms. Transfer function representation of SISO dynamical systems. Modelling of dynamic systems as energy converters: flow, effort, accumulators, dissipators. Application to mechanical, electrical, fluidic and thermal systems: analogies. Block diagram algebra. Analysis of dynamical systems of first order, second order, with zeros, higher order, of minimum and non-minimum phase, stable and unstable, and system reduction. Routh-Hurwitz stability criterion. Time responses: impulse, step, ramp. Frequency responses: Bode and polar diagrams. Sensors: position (linear and angular), velocity, acceleration, proximity, force, torque, flow, level, temperature. Actuators in a control loop: servomotors, pneumatic actuators. Linearisation and point of interest. Actuation chain and measuring chain. AD/DA conversion. Filters and signal conditioning.*

**4.4.6. 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. Estes são para além disso os conteúdos que se acham em todos os manuais correntes da área.*

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

*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. Additionally, these are the contents found in all standard textbooks of the area.*

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

*Avaliação por exame escrito (50%), e por quatro (4) trabalhos laboratoriais (50%). Nota mínima de 9,5 nas duas componentes.*

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

*Written evaluation with one written examination (50%), and four (4) laboratory works (50%). Minimum grade of 9.5 on each of the evaluation components.*

**4.4.8. 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.*

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

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

*“Mechatronics, a foundation course”, Clarence de Silva, 2010, CRC; “Control Systems Engineering”, Norman Nise, 2011, Wiley; “Feedback Control of Dynamic Systems”, Gene F. Franklin, J. David Powell, Abbas Emami-Naeini, 2015, Pearson Education Limited.; “Modern Control Engineering”, K. Ogata, 2010, 5th Edition, Prentice Hall; “Automatic Control Systems”, Golnaraphi, Kuo, 2010, Wiley*

#### Mapa IV - Processos de Fabrico II

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

*Processos de Fabrico II*

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

*Manufacturing Processes II*

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

*TMGI*

##### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

##### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*168.0*

##### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*49.0*

##### 4.4.1.6. ECTS:

*6.0*

##### 4.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

##### 4.4.1.7. Observations:

*<no answer>*

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

*ist152513, Carlos Manuel Alves da Silva, 122.5 h*

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

*ist13787, Inês da Fonseca Pestana Ascenso Pires, 110 h*

*ist12945, Artur Jorge da Cunha Barreiros, 12.5 h*

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

*Possibilitar a compreensão dos fundamentos teóricos do processamento térmico de materiais aplicados às tecnologias de fundição e soldadura.*

*Adquirir conhecimentos gerais no domínio do processamento térmico de materiais.*

*Apresentar os principais processos de fundição e soldadura com ênfase nos parâmetros operativos, aspetos económicos e qualidade final dos componentes obtidos.*

*Desenvolver no aluno a capacidade para selecionar processos de fundição e soldadura, escolher os respetivos parâmetros operativos e conceber e projetar os respetivos moldes e ferramentas.*

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

*Enable the understanding of the fundamentals of thermal processing of materials applied to metal casting and welding technologies.*

*Present the main casting and welding processes with emphasis on the operating parameters, economic aspects and final quality of the components.*

*Develop the ability to select casting and welding processes, choose the respective operating parameters and project and design the respective molds and tools.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1 Introdução às tecnologias de processamento térmico de materiais metálicos.**
- 2 Fundamentos do processamento térmico de materiais aplicados à fundição. Escoamento de metais líquidos. Transmissão de calor aplicada à fundição. Tensões e extensões térmicas.**
- 3 Fusão, vazamento, solidificação e arrefecimento de metais em fundição. Propriedades metalúrgicas.**
- 4 Fundição em molde perdido e molde permanente. Enchimento por gravidade e por pressão. Transferência de calor em molde isolante e molde condutor. Sistema de alimentação.**
- 5 Fundamentos do processamento térmico de materiais aplicados à soldadura. Fontes de calor, densidade de energia e entrega térmica. Transferência de calor, solidificação e propriedades metalúrgicas.**
- 6 Soldadura por arco elétrico, por resistência, de elevada densidade de potência (laser e feixe de eletrões) e no estado sólido (frição e difusão).**
- 7 Qualidade, inspeção, projeto e custos de produção.**

**4.4.5. Syllabus:**

- 1 Introduction to thermal processing technologies.**
- 2 Fundamentals of thermal processing of materials applied to metal casting. Fundamentals of fluid flow in liquid metals. Heat transfer applied to metal casting. Thermal strains and stresses.**
- 3 Fusion, pouring, solidification and cooling of metals in metal casting. Heating and melting of metals. Solidification and cooling shrinkage. Metallurgical properties.**
- 4 Permanent and non-permanent mold. Gravity and pressure casting. Heat transfer in conductive and insulating mold. Engineering analysis of mold filling and riser design.**
- 5 Fundamentals of thermal processing of materials applied to welding. Welding heat sources, energy density and heat input. Analysis of heat flow during welding. Solidification and metallurgical properties.**
- 6 Electric arc, resistance and high energy density (laser and electron beam) welding processes. Solid-state welding: friction and diffusion.**
- 7 Quality, inspection, design and costs.**

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

**O conteúdo programático abrange os conceitos teóricos para o processamento térmico de materiais indispensáveis à aquisição de competências no domínio da seleção de parâmetros operativos para processos de fundição e soldadura e na conceção, projeto e dimensionamento dos respetivos moldes e ferramentas industriais. O conteúdo desta unidade curricular é muito importante para a atividade profissional dos engenheiros mecânicos, capacitando-os ainda para outras aprendizagens por intermédio de pesquisa autónoma. São fornecidas as bases teóricas e efetuados exemplos de aplicação prática e laboratorial solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos teóricos, a resolução de exercícios e a realização de um trabalho experimental que integre os conhecimentos adquiridos na unidade curricular.**

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

**This course covers the key topics on thermal processing of materials that are needed to acquire knowledge to select casting and welding operating parameters and to project and design the respective industrial molds and tools. The course contents is very important for the professional careers of mechanical engineers and will enable them to acquire additional knowledge through autonomous learning. Theoretical basis are provided and examples of practical application and laboratory work are carried out. Students are asked to study the theoretical contents, to solve the application exercises and to perform an experimental work that integrates the entire knowledge acquired in the course.**

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

**As metodologias de ensino pretendem apoiar a aprendizagem da componente teórica com a resolução de problemas e a realização de ensaios laboratoriais. O trabalho de natureza experimental reforça a componente prática aplicada a processos de fabrico reais bem como o trabalho autónomo e a responsabilização dos estudantes. A metodologia de avaliação desta unidade curricular é a seguinte: 1 exame (60% classificação), 1 trabalho de grupo que consiste na definição dos parâmetros operativos e no projeto dos moldes e ferramentas para o fabrico de um componente metálico através de tecnologias de processamento térmico de materiais (30% classificação) e questões dos laboratórios (10% classificação).**

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

**Teaching methodologies are design to support the acquisition of theoretical knowledge with problem solving and laboratory tests. The experimental work reinforces the applicability to real manufacturing processes as well as the autonomous work and accountability of the students. The evaluation methodology in this course is the following: 1 exam (60% of the final classification) and 1 group project comprehending the definition of operating parameters and the design of the molds and tools to fabricate a metallic component through thermal processing technologies (30% of the final classification) and laboratory questions (10% of the final classification).**

**4.4.8. 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 complementados com ensaios**

**laboratoriais de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente e compatível com os objetivos da unidade curricular. A resolução de exercícios e a realização de um trabalho experimental permitirá confrontar os alunos com problemas de engenharia associados a processos de fundição e soldadura reais.**

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

***The teaching methodology is based on the acquisition of theoretical and practical knowledge complemented with laboratory tests so that students can develop a comprehensive and broad understanding that is compatible with the objectives of the course. The resolution of exercises and the experimental work will enable students to face engineering problems associated with real metal casting and welding processes.***

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

***"Materials Processing during Casting", Fredriksson, H. and Åkerlind, U. , 2006, John Wiley and Sons.; "Principles of Welding: Processes, Physics, Chemistry, and Metallurgy", Messler, R. W. , 1999, John Wiley and Sons; "Fundamentals of Modern Manufacturing: Material, Processes, and Systems", Mikell P. Groover, 2019, 7th edition, John Wiley and Sons.; "Manufacturing Processes for Engineering Materials", Serope Kalpakjian and Steven Schmid, 2007, 5th Edition, Pearson (Prentice Hall)***

**Mapa IV - Processos de Fabrico I**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Processos de Fabrico I***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Manufacturing Processes I***

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

***TMGI***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***49.0***

**4.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**4.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**4.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***Maria Beatriz Cipriano de Jesus Silva, 105***

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

***ist12470, Paulo António Firme Martins, 14***  
***ist13976, Luís Manuel Mendonça Alves, 98***  
***ist14190, Pedro Alexandre Rodrigues Carvalho Rosa, 14***  
***ist149016, Inês Esteves Ribeiro, 14***

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

***Possibilitar a compreensão dos fundamentos teóricos da plasticidade e do atrito, desgaste e lubrificação aplicados aos***

*processos de fabrico.*

*Adquirir conhecimentos gerais no domínio do processamento mecânico de materiais.*

*Desenvolvimento da capacidade para seleccionar um processo de fabrico, para sugerir eventuais alterações na conceção de um produto em face do processo de fabrico e de outros requisitos, para seleccionar as matérias-primas e os materiais para as ferramentas mais adequados.*

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

*Enable the understanding of the general plasticity, friction, wear and lubrication applied to manufacturing processes.*

*Acquire a general knowledge of metal forming, shearing/blanking and metal cutting.*

*Develop the ability to select a manufacturing process, suggest possible changes in a product design considering its requirements, to select the most suitable raw materials and tool materials.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Introdução aos processos tecnológicos de deformação plástica na massa, na chapa e de corte. Selecção de tecnologias de processamento mecânico de materiais metálicos em função de atributos relacionados com os materiais, o tipo de produto, a série de fabrico e o factor de custo. Enquadramento ambiental.*

*Aspectos fenomenológicos do comportamento mecânico dos materiais metálicos. Influência da temperatura e da velocidade de deformação. Equações empíricas tensão-extensão/velocidade de deformação. Ensaios de caracterização mecânica.*

*Teoria da plasticidade e viscoplasticidade. Atrito, desgaste e lubrificação, ensaios de caracterização tribológica.*

*Métodos da energia uniforme, da fatia elementar e das linhas de escorregamento.*

*Processos tecnológicos de deformação plástica na massa: Forjamento. Processos tecnológicos de deformação plástica na chapa: Estampagem. Processos tecnológicos de corte de chapa: Corte por Arrombamento. Processos tecnológicos de Maquinagem: Corte ortogonal.*

#### 4.4.5. Syllabus:

*1. General introduction to the manufacturing processes, bulk and sheet forming, shearing/blanking and machining. Selection of mechanical processing technologies based on specifications related to materials, geometries, tolerances, surfaces, batch size and production costs. Environmental topics.*

*2. Phenomenological topics in the mechanical behaviour of materials. Temperature and strain-rate sensitivity. Stress-strain/strain-rate relationships. Mechanical and formability testing of materials.*

*3. Plasticity and viscoplasticity. Friction testing of materials and lubricants. Analysis based on the ideal work, slab and slip line field methods.*

*4. Mechanical processing of materials. Fundamentals of bulk metal forming: Forging. Fundamentals of sheet metal forming. Fundamentals of shearing/blanking. Fundamentals of metal cutting: orthogonal metal cutting.*

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

*Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos associados aos processos tecnológicos de processamento de metais. Os estudantes irão também adquirir conhecimento sobre o processo de fabrico de um componente através de pesquisa autónoma. São fornecidas as bases teóricas, exemplos de aplicação e demonstrações laboratoriais, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos, resolução de exercícios de aplicação e realização de trabalho autónomo na definição da sequência de fabrico de um componente metálico.*

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

*The syllabus covers the main topics associated with the manufacturing processes for metals. Students will also gain knowledge about a component manufacturing process through autonomous research. Theoretical bases, application examples and laboratory demonstrations are provided, asking students to study the contents, solve application exercises and perform autonomous work in the definition of the manufacturing sequence of a metallic component.*

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

*A metodologia de ensino pretende fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora um trabalho de grupo em que os estudantes analisam a sequência de fabrico de um componente metálico (40%) e questões dos laboratórios (10%). O exame final terá um peso de 50%.*

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

*The teaching methodology aims to encourage learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The evaluation model incorporates a group work in which students analyze the manufacturing sequence of a metallic component (40%) and questions from the laboratories (10%). The final exam will have a weight of 50%.*

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

**Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A realização de trabalhos práticos (projecto e aulas de laboratório) permite o confronto com problemas reais.**

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

***The teaching methodologies have been designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. The realization of practical work (project and laboratory classes) allows confrontation with real problems.***

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

***"Tecnologia Mecânica – Tecnologia da Deformação Plástica" Vol I, Jorge Rodrigues e Paulo Martins, , 2005, Escolar Editora; "Tecnologia Mecânica – Tecnologia da Deformação Plástica" Vol II, Jorge Rodrigues e Paulo Martins, 2005, Escolar Editora; "Tecnologia Mecânica – Tecnologia da Deformação Plástica" Vol III, Bárbara Gouveia, Jorge Rodrigues e Paulo Martins, 2011, Escolar Editora; "Introduction to manufacturing processes", Schey J. A. , 1987, McGraw Hill; "Manufacturing processes for engineering materials", Kalpakjian S. , 1984, Addison-Wesley***

**Mapa IV - Ciência de Materiais**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Ciência de Materiais***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Materials Science***

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

***PMME***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***56.0***

**4.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**4.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**4.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***ist11941, Maria Emília da Encarnação Rosa, 28h T***

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

***ist12459, Maria de Fátima Reis Vaz, 28h T***

***ist428157, Paulo Jorge Matos Fernandes Martins Ferreira, 84h P***

***ist12896 Augusto Moita de Deus, 56h P***

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

***Pretende-se que o aluno seja capaz de:***

- *prever as principais propriedades dos materiais e as suas relações com a estrutura;*
- *seleccionar os materiais mais apropriados para um dado projeto de engenharia.*

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

*The student should be able:*

- *to predict the main properties of materials and their relations to structure;*
- *to select a material for a specific engineering application.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução*
2. *Matérias-primas*
3. *Propriedades mecânicas dos materiais*
4. *Materiais compósitos*
5. *Estrutura cristalina dos materiais*
6. *Materiais poliméricos*
7. *Solidificação*
8. *Difusão atômica em sólidos*
9. *Diagramas de equilíbrio de fases*
10. *Ligas ferrosas*
11. *Ligas não-ferrosas*
12. *Outras propriedades dos materiais*

#### 4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to Materials Science and Engineering*
2. *Raw materials*
3. *Mechanical properties of materials*
4. *Composite materials*
5. *Crystalline structure of materials*
6. *Polymeric materials*
7. *Solidification*
8. *Atomic diffusion in solids*
9. *Phase diagrams*
10. *Ferrous alloys*
11. *Nonferrous alloys*
12. *Other properties of materials*

#### 4.4.6. 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.*

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

*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.*

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

*A avaliação tem 2 componentes: 3 mini-testes durante as aulas (40%) e exame final (60%). A classificação mínima de cada teste é 8,0 valores (numa escala 0 -20) e a classificação mínima para aprovação na UC é 9,5 valores (numa escala 0 - 20).*

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

*The evaluation comprises two parts: written assessment 3 mini-tests during classes (40%) and final exam (60%). The minimum grade of each test is 8.0 values (in a 0 - 20 scale) and the minimum grade in the evaluation is 9.5 values (in a 0 - 20 scale).*

#### 4.4.8. 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 práticas e algumas demonstrações. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

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

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

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

*"Materials Science and Engineering. An Introduction", William D. Callister Jr e David G. Rethwisch, 2018, 10ª edição. John Wiley & Sons.; "Materials Science and Engineering", William F. Smith e Javad Hashemi, 2018, 6ª edição. Mc Graw-Hill; "Materials. Engineering, Science, Processing and Design", Michael Ashby, Hugh Shercliff e David Cebon,, 2019, 4ª edição. Butterworth-Heinemann*

**Mapa IV - Termodinâmica II****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Termodinâmica II*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Thermodynamics II*

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

*AE*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist11413, Gabriel Paulo Alcantara Pita , 70*

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

*ist12089, António Luís Nobre Moreira, 28  
ist12489, Aires José Pinto dos Santos, 28  
st13384, Mário Manuel Gonçalves da Costa, 14*

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

*Estudar os processos termodinâmicos de mistura de multi-componentes com e sem reação química com vista a saber caracterizar processos de tratamento de ar húmido (psicrometria) e de combustão e, com base no conhecimento adquirido em Termodinâmica I, avaliar o desempenho energético e ambiental de sistemas reais de conversão de energia (e.g. motores de combustão interna, turbinas a gás, centrais a vapor, sistemas de refrigeração). Nesta disciplina é ainda feita referência a técnicas de diagnóstico utilizadas para a caracterização experimental do ar húmido e processos com combustão)*

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

*To study the thermodynamic processes of multi-component mixing with and without chemical reaction in order to know how to characterize humid air (psychrometry) and combustion treatment processes and, based on the knowledge acquired in Thermodynamics I, to evaluate the energy and environmental performance of real energy conversion systems (eg internal combustion engines, gas turbines, steam plants, refrigeration systems). In this course, reference is also made to diagnostic techniques used for the experimental characterization of humid air and combustion processes.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Parte I - Misturas Multi-componentes e Ar Húmido 1.1 Propriedades Termodinâmicas das misturas. 1.2 Misturas de gases ideais 1.3 Aplicações à psicometria 1.3.1 Balanço de massa e energia. Conforto térmico e carga térmica 1.3.2 Processos com ar húmido. Condicionamento de ar. Diagrama psicométrico 1.3.3 Torre de arrefecimento .Parte II - Combustão 2.1 Introdução: Combustíveis. Tipos de chamas 2.2 Reações químicas. Razão de equivalência. Estequiometria 2.3 Termoquímica. Entalpia de formação e de reação, poder calorífico 2.4 Balanço de energia a processos de combustão 2.5, Temperatura de combustão adiabática .Parte III - Ciclos Termodinâmicos Avançados 3.1 Ciclos de Vapor, Ciclos combinados e Cogeração 3.2 Ciclos Orgânicos., fontes de energia para ciclos orgânicos: Biomassa, Geotermia, efluentes térmicos industriais. Energia solar 3.2 Turbina a Gás. Aplicações aeronáuticas e industriais. 3.3 Máquinas Frigoríficas e Bombas de Calor. Ciclos de compressão de vapor e de absorção .*

#### 4.4.5. Syllabus:

*Part I - Multi-Component Mixtures and Moist Air 1.1 Thermodynamic properties of mixtures. 1.2 Ideal gas mixtures 1.3 Applications to psychometrics 1.3.1 Mass and energy balance. Thermal comfort and thermal load 1.3.2 Atmospheric air processes. Air conditioning. Psychometric diagram 1.3.3 Cooling tower.*

*Part II - Combustion 2.1 Introduction: Fuels. Types of flames 2.2 Chemical reactions. Equivalence ratio. Stoichiometry 2.3 Thermochemistry. Enthalpy of formation and reaction, calorific power 2.4 Energy balance to combustion processes 2.5, Adiabatic combustion temperature.*

*Part III - Advanced Thermodynamic Cycles 3.1 Steam Cycles. Combined cycles and Cogeneration 3.2 Organic Cycles., energy sources for organic cycles: Biomass, Geothermal, industrial thermal effluents. Solar energy 3.2 Gas Turbine with intermediate heating and cooling and regeneration. Aeronautical and industrial applications. 3.3 Refrigeration Machines and Heat Pumps. Steam compression and absorption cycles*

#### 4.4.6. 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.*

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

*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.*

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

*4 mini testes realizados ao longo do periodo de aulas, contribuindo com 40% para a nota final. O exame final contribui com 60% da nota final. No caso de a nota final exceder 17 valores, o aluno pode optar entre submeter-se a uma prova oral ou ficar com a nota de 17 valores.*

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

*4 mini tests performed during the class period, contributing 40% to the final grade. The final exam contributes 60% of the final grade. In the event that the final grade exceeds 17 values, the student can choose between taking an oral exam or staying with the grade of 17 values.*

#### 4.4.8. 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.*

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

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

*"Fundamentals of Engineering Thermodynamics", M.J. Moran and H. N. Shapiro, ----, John Wiley & Sons Publishers ; "Thermodynamics: an engineering approach", Çengel, Y.A. e Boles, M.A., 1994, McGraw-Hill ; "Engineering Thermodynamics" , Reynolds, W. e Perkins, H.C., 1977 , McGraw-Hill ; "Aerothermodynamics of Gas Turbine and Rocket Propulsion" , Oates, G.C., 1988, AIAA ; "Analysis of Engineering Cycles" , Haywood, R.W. , 1991 , Pergamon Press*

**Mapa IV - Termodinâmica I****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Termodinâmica I*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Thermodynamics I*

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

*AE*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*56.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist13408, Edgar Caetano Fernandes, 84h/semestre*

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

*ist11413, Gabriel Paulo Alcantara Pita, 28h/semestre*

*ist12489, Aires José Pinto dos Santos ,42h/semestre*

*ist13384, Mário Manuel Gonçalves da Costa , 14h/semestre*

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

*A disciplina aborda os conceitos fundamentais da Termodinâmica e desenvolve as ferramentas para uma avaliação do desempenho de sistemas de conversão de energia. Esta abordagem inclui a definição/ identificação/estudo de sistemas e volumes de controlo com os seus processos termodinâmicos de transformação, envolvendo a lei de conservação de massa, as duas Leis da Termodinâmica e as propriedades das substâncias envolvidas na transformação.*

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

*The course covers the fundamental concepts of thermodynamics and develops the tools for performance evaluation of energy conversion systems. This approach includes the definition / identification / study of control volumes and systems with their thermodynamic transformation processes, involving the law of conservation of mass, the two Laws of Thermodynamics and the properties of the substances involved in the transformation.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

**Conceitos Introdutórios e Definições:** sistemas abertos e fechados (sistemas e volumes de controlo). Variáveis termodinâmicas: Intensivas/Extensivas. Processo e equilíbrio termodinâmico.

**Substâncias:** Propriedades das substâncias puras e equações de estado. O modelo de gás ideal e real. Fluidos com mudança de fase.

**Lei da Conservação de massa. A Primeira Lei da Termodinâmica. Formas de transferência de energia. A Segunda lei da Termodinâmica e corolários. A Entropia: Desigualdade de Clausius e definição de entropia. Processos reversíveis e irreversíveis. Rendimento isentrópico. Teorema de Transporte de Reynolds: A relação entre sistemas fechados e abertos.**

**Equação Fundamental da substância: Relações matemáticas e de Maxwell, Relação entre as propriedades termodinâmicas e as suas derivadas. Ciclos Termodinâmicos : Carnot, Rankine, Brayton, refrigeração e bomba de calor, Otto e Diesel. Breve introdução à termodinâmica estatística**

**4.4.5. Syllabus:**

**Introductory Concepts and Definitions: open and closed systems (control systems and volumes). Thermodynamic variables: Intensive / Extensive. Process and thermodynamic balance.**

**Substances: Properties of pure substances and equations of state. The ideal and real gas model. Phase shift fluids. Mass Conservation Law. The First Law of Thermodynamics. Forms of energy transfer. The Second Law of**

**Thermodynamics and Corollaries. Entropy: Clausius inequality and definition of entropy. Reversible and irreversible processes. Isentropic efficiency. Reynolds Transport Theorem: The relationship between closed and open systems. Fundamental Equation of Substance: Mathematical and Maxwell Relations. Relationship between thermodynamic properties and their derivatives**

**Thermodynamic Cycles: Carnot, Rankine, Brayton, Refrigeration and Heat Pump, Otto and Diesel.**

**Brief introduction to thermostatics.**

**4.4.6. 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. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios de aplicação que o permitam utilizar os conceitos fundamentais da Termodinâmica no desenvolvimento de ferramentas e metodologias para uma avaliação do desempenho de sistemas de conversão de energia e para uma intervenção activa na discussão dos problemas actuais da sociedade a nível ambiental-energético-saúde.**

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

**In view of the learning objectives of the UC, described in 6.2.1.4, any specialist in the subject will be able to verify that all points of the syllabus, described in 6.2.1.5, aim to provide students with the knowledge and skills necessary for their fulfillment and the acquisition of those objectives. Theoretical bases, essential concepts and application examples are provided, students are asked to study the contents and solve application exercises that allow them to use the fundamental concepts of Thermodynamics in the development of tools and methodologies for performance evaluation of energy conversion systems and for an active intervention in the discussion of the current problems of society at the environmental-energy-health level.**

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

**O ensino da disciplina é suportado por aulas teóricas e praticas onde a exposição da matéria é secundada por exemplos práticos, pretendendo assim fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. Adicionalmente, a natureza do assunto que está a ser abordado é alvo de uma contextualização e enquadramento nos estudos dos problemas sociais e dos processos industriais.**

**O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exame. Avaliação contínua com quatro mini-testes e um exame final (50%+50%). Nota Final superior a 17v/20v o aluno pode ir à oral (ou a nota é reduzida a 17v/20v)**

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

**The teaching of the discipline is supported by theoretical and practical classes where the exposition of the subject is supported by practical examples, thus intending to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and accountability of the student. Additionally, the nature of the subject being addressed is subject to contextualization and framing in the studies of societal problems and industrial processes.**

**The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning compatible with the significant reduction in the weight of assessment per exam. Continuous assessment with four mini-tests and a final exam (50% + 50%). Final grade higher than 17v / 20v the student can go to oral (or the grade is reduced to 17v / 20v)**

**4.4.8. 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.*

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*"Fundamentals of Engineering Thermodynamics", M.J. Moran , H. N. Shapiro, D. D. Boettner and M. B. Bailey John Wiley & Sons, Inc , ----, John Wiley & Sons, Inc*

#### **Mapa IV - Automação Industrial**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Automação Industrial*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Industrial Automation*

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

**4.4.1.3. Duração:**  
*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**  
*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**  
*49.0*

**4.4.1.6. ECTS:**  
*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**  
*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**  
*<no answer>*

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):**  
*João Carlos Prata dos Reis, 84*

**4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**  
*ist12229, Mário António Ramalho, 70*  
*ist14135 Jorge Manuel Mateus Martins, 84*

**4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
*Introdução à tecnologia de automação industrial e à modelação e comando automático de processos industriais. O aluno deverá ficar capacitado para: criar o modelo de um processo de produção numa forma normalizada; reconhecer e identificar os principais componentes de uma célula de fabrico; especificar os sinais de entrada e de saída dos controladores lógicos e criar programas de comando; utilizar ferramentas de modelação para analisar o sistema*

*industrial e identificar situações críticas para o seu desempenho ou segurança; conhecer as principais diferenças entre os vários protocolos de comunicação industriais.*

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

*Introduction to industrial automation technology and the modeling and automatic control of industrial processes. The successful student should be able to: create a model of a production process in a standardized form; recognize and identify the main components of a manufacturing cell; specify the input and output signals of the logic controllers (PLC) and create control programs; use modeling tools to analyze the industrial system and identify situations critical to its performance or security; know the main differences between industrial communication protocols.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução à Automação industrial: pirâmide de automação industrial. Elementos de lógica combinatória e sequencial. A norma Grafcet para representação de modelos de sistemas sequenciais. Arquitectura e linguagens de programação de autómatos programáveis. Aplicações dos modelos Grafcet à programação de controladores industriais. Sistemas de accionamento pneumático e hidráulico. Modelos dinâmicos de eventos discretos. Máquinas de estados finitos. Relação entre modelos Grafcet e máquinas de estados finitos. Composição de máquinas de estados finitos. Redes de Petri. Análise de redes de Petri. Aplicações. Fundamentos de comunicação digital e de redes digitais. Comunicação síncrona e assíncrona entre elementos: mesmo nível hierárquico e níveis diferentes. Comunicação isócrona entre sensores, atuadores e controladores. Protocolos de comunicação industriais. Veículos guiados automaticamente. Comunicação entre autómatos programáveis e dispositivos industriais. Normas e análise de segurança.*

**4.4.5. Syllabus:**

*Introduction to Industrial Automation: the industrial automation pyramid. Elements of combinatorial and sequential logic. The Grafcet standard for sequential system model representation. PLC architecture and programming languages (IEC 61131-3 standard). Applications of Grafcet models to PLC programming. Pneumatic and hydraulic drive systems. Dynamic models of discrete event systems. Finite state machines. Relationship between Grafcet models and finite state machines. Composition of finite state machines. Petri nets. Petri net analysis. Applications. Fundamentals of digital communication and digital networks. Synchronous and asynchronous communication between elements of the same hierarchical level and between different levels. Isochronous communication between sensors, actuators and controllers. Industrial communication protocols. Automated guided vehicles. Communication between PLCs and industrial devices. Safety analysis and standards.*

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

*Os conteúdos programáticos abrangem as principais técnicas de modelação de sistemas sequenciais e sistemas de eventos discretos. De entre estas, os modelos Grafcet possuem aplicação directa à programação de controladores industriais, e as redes de Petri possuem ferramentas matemáticas de análise do comportamento dos modelos, permitindo concretizar os objectivos de especificação e programação de controladores industriais e de análise dos sistemas modelados. Para além disso, a comunicação entre controladores industriais e os restantes componentes de um sistema de automação industrial é também expressamente focada no programa, Exemplos de aplicação teórico-práticos, e o contacto directo dos alunos com componentes de tecnologias de automação industrial, permitem completar o alinhamento do programa com os objectivos de aprendizagem enunciados.*

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

*The syllabus covers the main techniques for modeling sequential systems and discrete event systems. Among these, Grafcet models have direct application to the programming of industrial controllers, and Petri nets have mathematical tools to analyze the behavior of the models, allowing to achieve the objectives of specification and programming of industrial controllers, and analysis of the modeled systems. In addition, the communication between industrial controllers and the other components of an industrial automation system is also expressly focused on the syllabus content. Case studies, and the direct contact of students with components of industrial automation technologies, allow to complete the alignment of the syllabus with the stated learning objectives.*

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

*Avaliação por objectivos atingidos nas 4 sessões de laboratório (em grupo) 50% e exame final 50%. Nota mínima de 9.5 valores (em 20) em cada componente.*

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

*Four (4) laboratory sessions (group) 50% and final exam 50%. Minimum grade of 9.5 points (out of 20) in each component.*

**4.4.8. 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 casos de estudo, trabalho experimental e trabalho em grupo. Esta abordagem permitirá assegurar a conformidade com os objectivos da unidade curricular.**

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

***The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of case studies, experimental work and group work. This approach will ensure compliance with the objectives of the course.***

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

***Técnicas de Automação, Pinto, J. R. Caldas, 2004, Lidel, 2004.; “Introduction to discrete event systems”, Cassandras, Christos G., and Stephane Lafortune, 2009, Springer Science & Business Media; “Introduction to embedded systems: A cyber-physical systems approach”, Lee, Edward Ashford, and Sanjit A. Seshia, 2016, MIT Press; “Automation network selection: A reference manual”, Dick Caro, 2009, International Society of Automation, ; “Structure and interpretation of signals and systems”, Edward A. Lee, Pravin Varaiya, 2011, 2nd Edition, LeeVaraiya.org; “Petri nets”, James L. Peterson, 1997, ACM Computing Surveys (CSUR), Volume 9(3), pp. 223-252***

**Mapa IV - Mecânica Computacional**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Mecânica Computacional***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Computational Mechanics***

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

***MEC***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***49.0***

**4.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**4.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**4.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***ist13157, Paulo Rui Alves Fernandes, 98 h***

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

***ist13443, Miguel António Lopes de Matos Neves, 98 h***

***ist11785, José Leonel Monteiro Fernandes, 49 h***

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

***O Objectivo desta UC é apresentar o método dos elementos finitos (MEF) e a sua implementação na resolução de problemas em estruturas mecânicas, em transmissão calor e em mecânica dos fluidos. São expostos os aspetos fundamentais do método dos elementos finitos e utilizam-se softwares comerciais para proporcionar experiência***

**prática na modelação de problemas pelo MEF. Quem concluir com sucesso esta UC deve ser capaz de: i) reconhecer as potencialidades e limitações do MEF; ii) resolver analiticamente problemas em geometrias simples pelo MEF; iii) conhecer a implementação computacional do MEF; iv) conseguir modelar problemas utilizando um software comercial de elementos finitos; v) fazer a análise crítica dos resultados numéricos obtidos.**

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

**The objective of this UC is to introduce the Finite Element method (FEM) and its application to solve problems in structural mechanics, heat transfer and fluid mechanics. The basic concepts of the FEM are presented and commercial software packages are used to give students some practical experience in FEM modelling. On successful completion of the course students will be able to: i) discuss the strengths and weaknesses of the FEM; ii) to solve simple problems by the FEM using analytical techniques; iii) to know the computational implementation of the FEM; iv) to perform finite element analysis using commercial software packages; v) to analyze the obtained numerical results.**

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

**Equações diferenciais de 2ª ordem. Formulação forte e fraca. Aproximação de Galerkin.**

**Problemas 1D: Discretização do domínio. Elemento finito e função de forma. Elementos lineares, quadráticos e de ordem superior. Aplicações: Barras unidimensionais; Transmissão de Calor; Escoamento laminar. Sistemas discretos.**

**Problemas 2D: Elementos finitos triangulares e quadrangulares. Funções interpoladoras lineares e quadráticas.**

**Elemento padrão. Transformação de coordenadas. Integração numérica. Elementos isoparametricos. Aplicações: Transmissão de calor; Escoamento potencial; Torção; Deformação de membranas elásticas. Elementos finitos em elasticidade bidimensional.**

**Elementos finitos para treliças no plano. Elemento de viga e de viga-barra.**

**Estimativas de erro. Considerações sobre modelação: Fontes de erro, elementos admissíveis, refinamento de malhas.**

**Extensão a problemas 3D. Implementação de um programa de EF. Softwares comerciais de EF.**

**4.4.5. Syllabus:**

**Second order differential equations. Strong and weak formulation. Galerkin approximation.**

**1D problems: Domain discretization; Finite element and shape function. Linear and quadratic elements. Higher-order elements. Applications: Unidimensional bars; Heat transfer; Laminar flow. Discrete systems.**

**2D problems Triangular and rectangular elements. Two-dimensional shape functions. Linear and quadratic elements.**

**Standard element. Coordinate transformation. Numerical Integration. Isoparimetric elements. Applications: Heat transfer, Potential flow; torsion in shafts with non-circular section. Elastic membranes. Finite element for two-dimensional elasticity.**

**Finite elements for plane truss structures. Beam element. Frame element.**

**Error estimation. Modelling 2D problems: errors; admissible elements; mesh refinement.**

**Three-dimensional problems. Development of a Finite Element program. Finite element modelling and analysis using commercial software packages.**

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

**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, é fácil 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.**

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

**Considering the objectives of this the UC, it is clear that all the syllabus points aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described above.**

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

**O processo de avaliação é baseado na execução de um Exame final e de um projeto computacional. A nota final é obtida do seguinte modo: Projecto = 60%; Exame Final = 40%. O projeto é realizado por grupos de três alunos.**

**Aprovação na disciplina implica ter nota mínima no teste de 7.5 valores e uma nota final igual ou superior a 9.5 valores. O projeto pode ser sujeito a apresentação oral.**

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

**The assessment is based on a final written exam and one project. The final grade is obtained as follows: Project = 60%; Final Exam = 40%. The project is developed by groups of three students. Approval in the discipline requires that the final test has a minimal grade of 7.5 (out of 20) and a final grade equal or above 9.5. The project may have an oral presentation and discussion.**

**4.4.8. 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 através da utilização das horas de contacto previstas, e da proposta de um trabalho computacional a executar durante o semestre. Esta abordagem permitirá não**

**só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.**

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

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

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

***"Introduction to the Finite Element Method", J.N Reddy, 2018, 4th Edition, McGraw-Hill***

**Mapa IV - Projecto Integrador de 1º Ciclo em Engenharia Mecânica**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Projecto Integrador de 1º Ciclo em Engenharia Mecânica***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***1st Cycle Integrated Project in Mechanical Engineering***

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

***ACDEM***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***14.0***

**4.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**4.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**4.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***ist30274, Carlos Frederico Neves Bettencourt da Silva, 70h***

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

***<sem resposta>***

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

***O Projecto Integrador tem a duração de um semestre e é enquadrável em uma de três modalidades: 1. Projecto científico, 2. Projecto em empresa e 3. Projeto JUNO. Os objetivos de aprendizagem dependerão do projeto específico, mas, em geral, os estudantes deverão:***

- aplicar os conhecimentos adquiridos na licenciatura no desenvolvimento de um projeto científico, tecnológico ou de gestão.***
- estender os seus conhecimentos a áreas não cobertas na licenciatura.***
- pesquisar, obter, compilar e resumir informações (científicas, técnicas, legislação, entrevistas, inquéritos) relevantes para o projeto.***

- *planear e executar experiências, analisar e interpretar dados, desenvolver modelos matemáticos, realizar simulações em computador.*
- *desenvolver competências intrapessoais, interpessoais e de pensamento crítico e inovador.*
- *escrever e apresentar oralmente e discutir um relatório técnico.*

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

*The integrated project may fall within one of three modalities: 1. Scientific project, 2. Company project and 3. JUNO project. Learning objectives will depend on the specific project, but in general students should:*

- *apply the knowledge acquired during their degree to undertake a project of a scientific, technological or management nature.*
  - *extend their knowledge to areas not covered in their degree.*
  - *search, obtain, compile and summarize information (scientific, technical, legislation, interviews, polls) relevant to the project - plan and execute experiments, analyse and interpret data, develop mathematical models, perform computer simulations*
  - *develop Critical and Innovative Thinking, Intrapersonal and Interpersonal Skills. - write and orally present and discuss a technical report.*
- This project could serve as a seed for the master dissertation theme*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*O projeto é definido inicialmente pelos orientadores ou sob orientação destes. Pode ser realizado individualmente ou em grupo, no IST ou fora do IST (universidades, centros de investigação ou empresas). As seguintes modalidades são possíveis:*

- 1. Projeto científico: uma análise profunda e academicamente rigorosa de um desafio científico, tecnológico ou da área de gestão. Pode incluir trabalho experimental e/ou computacional.*
- 2. Projeto em empresa: projeto individual focado num desafio específico apresentado pela empresa anfitriã que requer uma solução ou análise vocacionada para uma implementação a curto prazo.*
- 3. Projeto JUNO: trabalho em equipa multidisciplinar com base em problemas/desafios reais e complexos apresentados por empresas ou instituições e que exigem contribuições de alunos de diferentes cursos do IST/ULisboa.*

#### 4.4.5. Syllabus:

*The project is initially defined by the supervisors or under the supervisors guidance. It can be carried out individually or in groups, and take place at IST or outside IST (universities, research centers or companies). The following types are possible:*

- 1. Scientific project: an in-depth and academically rigorous analysis of a scientific, technological or management challenge. May include experimental and/or computational work.*
- 2. Company project: individual project focused on a specific challenge posed by a host company that requires a solution or analysis targeted for short term implementation.*
- 3. JUNO project: multidisciplinary team work based on real and complex problems/challenges posed by companies or other institutions that require inputs from students from different courses of IST or the University of Lisbon.*

#### 4.4.6. 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.*

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

*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.*

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

*Para os projectos de modalidade 1 e 2, deve ser submetida para avaliação um relatório e feita uma discussão por júri.*

*Para os projectos de modalidade 3: Avaliação contínua com 3 momentos de exposição pública (pitch inicial (30%) + apresentação intercalar (30%) + apresentação final (40%).*

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

*For project types 1 and 2 a report must be submitted for evaluation and discussion by a jury.*

*For project type 3, evaluation will be continuous, with 3 moments of public exposure (initial pitch (30%) + midterm presentation (30%) + final presentation (40%).*

**4.4.8. 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.*

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*"Engineering Design - a project based introduction", Dym, C.L., Little, P., Orwin, E. J., 2014, Wiley*

#### Mapa IV - Introdução à Economia

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Introdução à Economia*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Economy Introduction*

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

**4.4.1.3. Duração:**  
*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**  
*84.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**  
*24.5*

**4.4.1.6. ECTS:**  
*3.0*

**4.4.1.7. Observações:**  
*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**  
*<no answer>*

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):**  
*ist14021, Rui Miguel Loureiro Nobre Baptista, 0h*

**4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**  
*ist14105, Margarida Catalão Lopes, 14h*  
*ist152309, Hugo Castro Silva, 10.5h*

**4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
*O objetivo principal da unidade curricular de Introdução à Economia é permitir aos alunos um primeiro contacto com conceitos económicos fundamentais para o seu dia-a-dia enquanto cidadãos, profissionais de engenharia, ciência e tecnologia, e consumidores. Pretende-se que adquiram um entendimento e familiaridade com questões básicas e*

**estruturantes na sociedade, tais como inflação, desemprego, PIB e crescimento económico, globalização, desigualdade, inovação, o papel da economia nas alterações climáticas, sustentabilidade, responsabilidade social. Após a frequência desta UC os alunos deverão estar habilitados com as competências necessárias para compreender a envolvente económica em que a sua atividade profissional se virá a desenrolar, quer em empresas já estabelecidas, start-ups, ou instituições públicas.**

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

***The main objective of the Introductory Economics course unit is to provide students with a first contact with economic concepts fundamental to their daily lives as citizens, engineering, science and technology professionals, and consumers. Students are expected to gain an understanding and familiarity with basic and structuring issues in societies such as unemployment, inflation, GDP and economic growth, globalization, inequality, innovation, the role of the economy in climate change, sustainability, and social responsibility. After completing this course students should be qualified with the necessary skills to understand the economic environment in which their professional activity will unfold, across established companies, start-ups, and government institutions.***

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Mercados, eficiência e papel do Estado**
- 2. PIB e crescimento económico, inovação e progresso tecnológico**
- 3. Inflação, desemprego e desigualdade**
- 4. Bancos, dinheiro e mercado de crédito; crises financeiras e globalização**
- 5. Política económica**
- 6. Economia, ambiente e alterações climáticas**
- 7. Economia digital, informação e desafios sociais**

**4.4.5. Syllabus:**

- 1. Markets, efficiency and the role of the Government**
- 2. GDP and economic growth, innovation and technological progress**
- 3. Inflation, unemployment and inequality**
- 4. Banks, money and the credit market; financial crises and globalization**
- 5. Economic Policy**
- 6. Economy, environment and climate change**
- 7. Digital Economy, information, and social challenges**

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

***Os conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias à realização dos objetivos de aprendizagem. Os alunos adquirem conhecimentos sobre conceitos económicos fundamentais por via da sua aplicação a problemas e desafios reais atuais que afetam a sociedade e a economia.***

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

***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.***

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

***Trabalho de aplicação sobre um dos tópicos da matéria (25%) + mini teste (25%) + exame (50%)***

***Note-se que o campo de horas de contacto P deveria estar preenchido com 0.75, mas, por limite de inserção de 3 caracteres, o 5 final é truncado e aparece apenas 0.7.***

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

***Applied mini project on one of the course topics (25%) + mini test (25%) + exam (50%)***

***Note that the contact hours P field should be filled with 0.75, but because of the 3 characters insertion limit, the final 5 is truncated and only 0.7 appears.***

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

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

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

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

\* *The Economy* – <https://www.core-econ.org/the-economy/book/text/0-3-contents.html>;

\* *Economia do Bem Comum*, Jean Tirole, 2018, Guerra e Paz;

\* *Principles of Economics*, Gregory Mankiw, 8th edition, 2018, Cengage;

\* *Foundations of Real-World Economics*, John Komlos, 2nd edition, 2019, Routledge, Taylor and Francis Group.

**Mapa IV - Mecânica Aplicada II****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Mecânica Aplicada II*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Applied Mechanics II*

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

*MAA*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*56.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*N/A*

**4.4.1.7. Observations:**

*N/A*

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

*ist13215, João Manuel Melo de Sousa, 56.0 horas*

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

*ist31052, André Calado Marta, 42.0 horas*

*ist14205, Carlos Manuel Tiago Tavares Fernandes, 42.0 horas*

*ist12909, João Manuel Gonçalves de Sousa Oliveira, 21.0 horas*

*ist14117, Sérgio Bruno Nogueira Ribeiro e Silva, 35.0 horas*

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

*Proporcionar aos alunos uma formação sólida no domínio da Dinâmica dos Corpos Rígidos, bem como uma introdução à Análise Tensorial, de modo a permitir escrever as equações físicas em notação indicial num sistema de coordenadas curvilíneas.*

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

*Provide the students with a solid background in the field of Rigid Body Dynamics, as well as an introduction to Tensor*

*Analysis, aiming to allow the writing of the physical equations using index notation in a curvilinear coordinate system.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Introdução: Cinemática e Dinâmica de Partículas; Sistemas de Partículas.*

*Movimento Plano de Corpos Rígidos: Equações do Movimento; Momento Angular; Princípio de D'Alembert; Trabalho e Energia; Sistema de Corpos Rígidos; Conservação de Energia e Momento Angular.*

*Dinâmica de Corpos Rígidos em Três Dimensões: Momento Angular e Energia Cinética de um Corpo Rígido em Três Dimensões; Movimento de um Giroscópio; Ângulos de Euler; Movimento Livre de um Corpo Axissimétrico.*

*Vibrações Mecânicas: Vibrações Livres de uma Partícula e de um Corpo Rígido; Vibrações Forçadas; Vibrações Amortecidas; Sistema Massa-Mola-Amortecedor.*

*Cálculo Tensorial: Notação Indicial; Convenção da Soma; Operações Vectoriais; Leis de Transformação; Invariância em relação a Sistemas de Coordenadas; Métrica; Componentes Físicas de Tensores; Derivada Covariante; Aceleração Curvilínea; Operadores Diferenciais.*

#### 4.4.5. Syllabus:

*Introduction: Kinematics and Dynamics of Particles; Systems of Particles.*

*Plane Motion of Rigid Bodies: Equations of Motion; Angular Momentum; D'Alembert's Principle; Work and Energy; Systems of Rigid Bodies; Conservation of Energy and Angular Moment.*

*Dynamics of Rigid Bodies in Three Dimensions: Angular Momentum and Kinetic Energy of a Rigid Body in Three Dimensions; Motion of a Gyroscope; Eulerian angles; Motion of an Axisymmetrical Body under No Force.*

*Mechanical Vibrations: Free Vibrations of Particles and Rigid Bodies; Forced Vibrations; Damped Vibrations; Mass-Spring-Damper System.*

*Tensor Calculus: Index Notation; Summation Convention; Vector Operations; Transformation laws; Invariance with Coordinate Systems; Metric Tensor; Physical Components of Tensors; Covariant Derivative; Curvilinear Acceleration; Differential Operators.*

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

*Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos no domínio da dinâmica de corpos rígidos, complementados com noções de análise tensorial. Adicionalmente, aplicações teórico-práticas da matéria leccionada permitem ao aluno integrar conhecimentos anteriores, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua actividade como profissional em engenharia, 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 o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios de aplicação.*

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

*The programmatic contents cover the main topics in the field of rigid body dynamics, complemented with notions of tensorial analysis. In addition, theoretical-practical applications of the taught subject allow the student to integrate previous knowledge, as well as acquiring new knowledge useful to his activity as an engineering professional, enabling him to further learn through autonomous research. Theoretical bases, essential concepts and application examples are provided, and students are asked to study the contents and solve application exercises.*

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

*A Classificação Final é formada por três componentes independentes de avaliação:*

*- Ensaios laboratoriais realizados em grupo, avaliados com base em relatório escrito (15%)*

*- Mini-testes individuais realizados em aula (35%)*

*- Exame Final escrito (50%)*

*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e trabalho laboratorial, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem activa compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames.*

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

*The Final Grade consists of three independent assessment components:*

*- Laboratory work performed in group, evaluated based on a written report (15%)*

*- Individual tests in class (35%)*

*- Final written exam (50%)*

*The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and laboratorial work, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning compatible with the significant reduction of assessment by exams.*

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

*Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente,*

**assegurando a conformidade com os objectivos da unidade curricular. A realização de trabalho laboratorial permite reforçar a componente prática. Na realização dos trabalhos de índole experimental é estimulada a adopção de diferentes abordagens para a resolução dos problemas em questão, bem como a análise dos resultados obtidos, contribuindo deste modo para o desenvolvimento de um Pensamento Crítico e Inovador. Adicionalmente, o trabalho em equipa na realização destes trabalhos contribui para o desenvolvimento das Competências Interpessoais.**

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

***Teaching methods have been designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. The accomplishment of laboratorial work allows reinforcing the practical component. The adoption of different approaches to solve the underlying problems is encouraged in laboratory work, as well as the analysis of the results obtained, thus contributing to the development of Critical and Innovative Thinking. In addition, teamwork in laboratory tests contributes to the development of Interpersonal Skills.***

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

***Vector Mechanics for Engineers: Statics and Dynamics, F.P. Beer, E.R. Johnston Jr., D. Mazurek, P.J. Cornwell, B. Self, 2019, McGraw-Hill Education; Elementos de Análise Tensorial, F.J.P. Lau e P.J.S. Gil, 2020, Instituto Superior Técnico.***

**Mapa IV - Matemática Computacional**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Matemática Computacional***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Computational Mathematics***

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

***ANAA***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***56.0***

**4.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**4.4.1.7. Observações:**

***5 Turnos (TP).***

**4.4.1.7. Observations:**

***5 Sections (TP).***

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

***ist11785, José Leonel Monteiro Fernandes, 56h.***

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

***ist14030, José Viriato Araujo Santos, 112 h.***

***ist24806, Pedro Miguel Almeida Areias, 56 h.***

***ist153478, António Ramos Andrade, 56 h.***

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

***Compreender a limitação finita de algoritmos numéricos. Trabalhar com estimativas de erros e compreender a***

*propagação de erros em algoritmos. Interpolar e extrapolar dados por interpolação e mínimos quadrados. Aplicar a ciências de dados e medições experimentais. Aproximar, derivar e integrar funções por métodos numéricos. Aplicar a funções não elementares. Resolver equações e sistemas não lineares por métodos numéricos. Aproximar a solução de equações diferenciais ordinárias, incluindo sistemas. Aproximar a solução de problemas com equações diferenciais parciais. Desenvolver projectos computacionais elementares. Aplicar a diversos problemas de engenharia e de visualização gráfica.*

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

*Understand the finite limitations of numerical algorithms. Work with error estimates and understand error propagation in algorithms. Interpolate and extrapolate data also using least squares, and application to data science and experimental measurements. Approximate, derive and integrate functions by numerical methods. Solve equations and nonlinear systems by numerical methods. Approximate the solution of ordinary differential equations, including systems.*

*Approximate the solution of some problems with partial differential equations.*

*Develop and present elementary computational projects.*

*Apply the theory to engineering and computational problems.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Representação numérica e introdução ao MATLAB (ou Python).*

*Erros e Condicionamento.*

*Interpolação e extrapolação de dados. Método de Mínimos Quadrados - Projecção L2 discreta.*

*Equações unidimensionais - Métodos da Secante e de Newton.*

*Integração e Equações Diferenciais Ordinárias – Métodos de Euler, Runge-Kutta e adaptativos.*

*Sistemas de Equações Lineares e Não Lineares – Métodos de Ponto Fixo, Newton.*

*Diferenciação e integração numéricas - caso geral e elementar (várias variáveis).*

*Equações com Derivadas Parciais – Diferenças Finitas, Splines e Elementos Finitos.*

**4.4.5. Syllabus:**

*Numeric representation and introduction to MATLAB (or Python). Errors and Conditioning.*

*Data interpolation and extrapolation. Least Squares Method - Discrete L2 projection.*

*One-dimensional equations - Secant and Newton methods.*

*Numerical Integration and Ordinary Differential Equations - Taylor and Runge-Kutta and adaptive methods.*

*Systems of Linear and Nonlinear Equations - Fixed Point Methods, Newton.*

*Numerical differentiation and integration - general and elementary case (several variables).*

*Partial Differential Equations - Finite Differences, Splines and Finite Elements.*

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

*Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de métodos e algoritmos numéricos. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.*

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

*The course content corresponds to concepts and techniques of numerical numerics and algorithms. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.*

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

*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua (70%) + projetos computacionais (30%). Prova oral para alunos cuja classificação final seja superior ou igual a 18 valores.*

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

*The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components (70%) + computational projects (30%). Oral evaluation for grades above 17 (out of 20).*

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

***A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.***

**4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**  
***The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.***

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

***Métodos Numéricos, H. Pina, (2010) 2ª Edição, Escolar Editora.***

***Aftersnotes on Numerical Analysis, Stewart, G. W. (1996) SIAM.***

***Numerical Methods for Engineers, Chapra, S. C. & Canale, R. P. (2002) 4th ed., McGraw-Hill.***

***Elementary Numerical Analysis, An Algorithmic Approach, Conte, S. D. & de Boor, C. (1981) 3ª Edição, McGraw-Hill.***

***Numerical Methods with Matlab, Implementation and Application, Recktenwald, G. (2000) Prentice-Hall.***

#### **Mapa IV - Cálculo Diferencial e Integral II**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Cálculo Diferencial e Integral II***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Differential and Integral Calculus II***

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

***MatGer***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***56.0***

**4.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**4.4.1.7. Observações:**

***3 Turnos (TP).***

**4.4.1.7. Observations:**

***3 Sections (TP).***

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

***ist11151, Luis Magalhães, 0h.***

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

***ist12482, Pedro Resende, 168h.***

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

***Domínio do cálculo diferencial de funções de várias variáveis reais com valores escalares e vetoriais e de integrais múltiplos e de linha, incluindo teoremas fundamentais do cálculo para integrais de linha e integrais duplos, e aplicações geométricas e físicas.***

- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**  
*Master the differential and integral calculus of scalar and vector valued functions of several real variables and multiple and line integrals, including the fundamental theorems of calculus for line and double integrals, and geometric and physical applications.*
- 4.4.5. Conteúdos programáticos:**  
*Noções básicas topológicas em  $R^n$ , sucessões.  
 Campos escalares e vetoriais. Limite e continuidade. Diferenciabilidade e gradiente. Aplicações.  
 Teorema de valor intermédio.  
 Funções  $C^k$ , lema de Schwarz. Extremos e pontos de sela de campos escalares.  
 Teorema de Weierstrass, fórmula de Taylor, matriz hessiana, multiplicadores de Lagrange.  
 Teoremas da função inversa e da função implícita. Aplicações.  
 Integrais múltiplos e aplicações.  
 Curvas, caminhos e integrais de linha. Aplicações.  
 Teorema Fundamental do Cálculo para integrais de linha e aplicações.  
 Teorema de Green e aplicações.  
 Campos vetoriais gradientes de campos escalares.*
- 4.4.5. Syllabus:**  
*Basic topological notions in  $R^n$ , sequences.  
 Scalar and vector fields. Limits and continuity. Differentiability and gradient. Applications.  
 Intermediate value theorem.  
 $C^k$  functions, Schwarz lemma. Extremal and saddle points of scalar fields.  
 Weierstrass theorem, Taylor's formula, Hessian matrix, Lagrange multipliers.  
 Inverse and implicit function theorems. Applications.  
 Multiple integrals and applications.  
 Curves, paths and line integrals. Applications.  
 Fundamental theorem of calculus for line integrals and applications.  
 Greens's theorem and applications.  
 Gradient vector fields of scalar fields.*
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de cálculo diferencial e integral a várias variáveis. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.*
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**  
*The course content corresponds to concepts and techniques of differential and integral calculus in several variables. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.*
- 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.*
- 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**  
*The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).*
- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.*

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

*The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.*

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

- \* *Vector Calculus, Marsden and Tromba, 2012, 6th ed, Freeman;*
- \* *Calculus II, Apostol, 2016, 2nd ed, Wiley;*
- \* *Functions of Several Variables, Fleming, 1977, 2nd ed, Springer;*
- \* *Cálculo Diferencial e Integral em  $\mathbb{R}^n$ , Gabriel Pires, 2016, 3ª ed, IST Press.;*
- \* *Integrais Múltiplos, Luís T. Magalhães, 1996, 3ª ed, Texto Editora;*
- \* *Exercícios de Cálculo Integral em  $\mathbb{R}^n$ , Gabriel Pires, 2018, 2ª ed, IST Press;*
- \* *Exercícios de Análise Matemática I e II, DM-IST, 2003, Departamento de Matemática do IST.*

**Mapa IV - Relatividade****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Relatividade*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Relativity*

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

*FBas*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*84.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*24.5*

**4.4.1.6. ECTS:**

*3.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*José Pizarro de Sande e Lemos, 24,5 h*

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

*<sem resposta>*

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

*Esta cadeira sobre a teoria da relatividade restrita estabelece os conceitos importantes e desenvolve as equações necessárias para a compreensão da teoria. Efeitos cinemáticos físicos como a contração do espaço, dilatação do tempo e o paradoxo dos gémeos serão explicados. Diagramas de espaço-tempo serão usados. Processos dinâmicos relativistas serão também introduzidos e a fórmula  $E=mc^2$  será deduzida.*

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

*This course on the special theory of relativity establishes the important concepts and develops the equations necessary for the understanding of the theory. Physical kinematic effects like space contraction, time dilation and the twin paradox will be explained. Spacetime diagrams will be used. Relativistic dynamical processes will also be introduced and the formula  $E=mc^2$  deduced.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Relatividade Galileana. Princípio da relatividade restrita de Einstein. O conceito de espaço-tempo e diagramas de Minkowski. Efeitos cinemáticos na teoria da relatividade restrita. Lei da adição das velocidades. O paradoxo dos gémeos e outros paradoxos. Dinâmica em relatividade restrita. Energia relativista e momento relativista. Quadri-vetores e propriedades de transformação. Colisões relativistas. O princípio de equivalência e relatividade geral.*

**4.4.5. Syllabus:**

*Galilean relativity. Einstein's principle of special relativity. The spacetime concept and Minkowski diagrams. Physical kinematic effects in special relativity. Law of the addition of velocities. The twin paradox and other paradoxes. Dynamics in special relativity. Relativistic energy and relativistic momentum. Four-vectors and properties of transformation. Relativistic collisions. The equivalence principle and general relativity.*

**4.4.6. 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.*

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

*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.*

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

*50%: exame final*

*30%: avaliação contínua através de projecto de grupo e apresentação de resolução na aula.*

*20% avaliação contínua, através de resolução de série de exercícios nas aulas.*

*Cerca de 30% da avaliação contínua tem uma componente de programação e computação.*

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

*50%: final exam*

*30%: continuous assessment via group project resolution and presentation in class.*

*20% continuous assessment via resolution of series of exercise in class.*

*An estimated 30% of the continuous assessment will be based on a computing component. Curricular unit grading.*

**4.4.8. 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.*

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

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

*Introduction to Special Relativity, R. Resnick, 1968, Wiley, New York ; Special Relativity, A. P. French, 1968, Norton, New York; Relativity: The Special and the General Theory, A. Einstein, 1920, or any other edition, Holt and Company, New York; Spacetime Physics , E. F. Taylor, J. A. Wheeler, 1966, second edition 1992, W. H. Freeman, New York*

**Mapa IV - Introdução à Mecânica Quântica****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

## ***Introdução à Mecânica Quântica***

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

***Introduction to Quantum Mechanics***

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

***FBas***

### **4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

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

***84.0***

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

***24.5***

### **4.4.1.6. ECTS:**

***3.0***

### **4.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

### **4.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***ist12091, Maria Teresa Haderer de la Peña Stadler, 8h***

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

***ist30520, Filipe Rafael Joaquim, 12.5h***

***ist34385, Elmar Biernat, 4h***

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

***Geral: Prever quantitativamente as consequências de uma variedade de fenómenos com ferramentas de cálculo.***

***Garantir formação científica geral para abordagens de inovação interdisciplinares.***

***Específico: Compreensão da Física e tecnologia actual que tem por base a Mecânica Quântica (MQ). Familiarização com o conceito de spin. Aplicação de princípios de MQ a sistemas físicos simples: efeito de túnel numa barreira de potencial, átomo de hidrogénio, oscilador linear harmónico, etc.***

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

***General: Predict quantitatively the consequence of a variety of phenomena through calculations. Ensure advanced and deep scientific training for innovative approaches, both within this field and in interdisciplinary endeavours.***

***Specific: To understand and being able to apply Physics and modern technology based on Quantum Mechanics. To get familiar with the concept of spin. Application of the principles of QM to simple physical systems: tunnel effect through a potential barrier, hydrogen atom and the harmonic oscillator, etc.***

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

***1. A revolução quântica; Base fenomenológica da Mecânica Quântica; Dualidade onda-corpúsculo;***

***2. Princípio da sobreposição; função de onda e interpretação probabilística;***

***3. Princípio da incerteza de Heisenberg;***

***4. Equação de Schrodinger;***

***5. Potenciais unidimensionais. Estados ligados e de dispersão; Efeito de túnel; oscilador harmónico; aplicações;***

***6. A Equação de Schrodinger a 3 dimensões; o átomo de Hidrogénio;***

***7. Experiência de Stern-Gerlach. Spin. Aplicações.***

### **4.4.5. Syllabus:**

***1. The quantum revolution; Phenomenological basis of Quantum Mechanics; Wave-particle duality;***

2. *The superposition principle; Wavefunction and its probabilistic interpretation;*
3. *Heisenberg's uncertainty principle;*
4. *The Schrodinger equation;*
5. *One-dimensional potentials: scattering and bound states; tunnel effect, harmonic oscillator; applications;*
6. *Three-dimensional Schrodinger equation; the Hydrogen atom;*
7. *Stern-Gerlach experiment. Spin. Applications.*

4.4.6. **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Os conteúdos programáticos abrangem os principais conceitos estruturantes do tema da UC; as aplicações teórico-práticas, numéricas e/ou computacionais, permitem ao estudante rever e aprofundar conhecimentos, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua atividade como engenheiro, capacitando-o, ainda, para outras aprendizagens através de pesquisa autónoma.*

4.4.6. **Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**  
*The syllabus contents cover the main structuring concepts of the UC theme; theoretical-practical applications, numerical and / or computational, allow the student to review and deepen knowledge, as well as acquire new knowledge useful to his or her activity as an engineer, enabling him or her for other learning through autonomous research.*

4.4.7. **Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante.*  
*50% - 100% avaliação Contínua por Fichas/Mini-Testes (exclusivamente durante o horário das aulas)*  
*[Mediante recursos adequados de monitores e/ou assistentes de ensino, o docente poderá usar também Séries de problemas resolvidas em grupo, Apresentações orais e Discussões de resolução]*  
*0% - 50% Exame*

4.4.7. **Teaching methodologies (including students' assessment):**  
*Teaching methodologies aim to foster problem-based learning, active learning, autonomous work and student accountability.*  
*50% - 100% grading during the semester with 2 minitests (during the TP classes)*  
*[Provided there are adequate numbers of graders and/teaching assistants, the lecturer may opt to substitute tests for problem series, oral presentations and/or discussions of problem resolutions.]*  
*0% - 50% Exam*

4.4.8. **Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Os métodos de ensino são concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A realização de exercícios permite tratar exemplos concretos e reais de sistemas quânticos.*

4.4.8. **Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**  
*Teaching methods are designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. Problem solving allows to deal with concrete and real examples of quantum systems.*

4.4.9. **Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*Introduction to Quantum Mechanics, 2nd Edition, David Griffiths, 2005, Pearson International Edition, Pearson Prentice Hall*

#### Mapa IV - Controlo de Sistemas

4.4.1.1. **Designação da unidade curricular:**  
*Controlo de Sistemas*

4.4.1.1. **Title of curricular unit:**  
*Control Systems*

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

**4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168.0***4.4.1.5. Horas de contacto:***49.0***4.4.1.6. ECTS:***6.0***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Alexandra Bento Moutinho, 56h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***ist14074, Duarte Pedro Mata de Oliveira Valério, 84h**ist13093 Paulo Jorge Coelho Ramalho Oliveira 42**ist12745 José Raul Carreira Azinheira 56***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Dotar os alunos de conhecimentos de projeto de sistemas de controlo automático. O aluno deverá ficar apto a utilizar um conjunto de ferramentas para o projeto de controladores de sistemas SISO de dinâmica linear, tanto no domínio do tempo contínuo como no domínio do tempo discreto, em qualquer domínio aplicacional da engenharia.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Provide students with knowledge of design of automatic control systems. The student should be able to use a set of tools to design controllers for SISO systems with linear dynamics, both in continuous and discrete time domains, in any engineering field of application.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Controlo em anel aberto, anel fechado, cascata, por modelo interno, com preditor de Smith. Análise de estabilidade em anel fechado: método do lugar geométrico das raízes, e critério de Nyquist. Critérios de desempenho no tempo e na frequência (largura de banda, margens de estabilidade). Controlo PID, e métodos empíricos de projeto (Ziegler-Nichols). Projeto de controladores PID e avanço-atraso no tempo contínuo e na frequência. Aspectos práticos na implementação de controladores PID. Sinais digitais, amostrados, quantizados. Escolha do tempo de amostragem. Métodos de discretização. A transformada Z e a função de transferência discreta. Estabilidade de sistemas discretos. Resposta no tempo e em frequência de sistemas discretos. Projeto de controladores digitais por emulação. Projeto de controladores digitais por método direto. Critérios de desempenho no plano Z. Método do LGR no plano Z. A estabilidade no domínio da frequência de sistemas discretos e transformação bilinear.***4.4.5. Syllabus:***Open-loop control, closed-loop control, cascade control, internal model control, control with Smith predictor (for plants with delay). Closed-loop stability analysis: root locus method and Nyquist criterion. Performance criteria in time (steady-state response, transient response) and in frequency (bandwidth, stability margins). PID control, and empirical design methods (Ziegler-Nichols). PID controller and lead-lag compensator design in continuous time and in frequency. Practical issues of PID control implementation. Digital, sampled and quantised signals. Sampling time selection. Discretisation methods. Time and frequency responses of discrete systems. Design of digital controllers by emulation. Direct design of digital controllers. Performance criteria in the Z plane. Root locus method in the Z plane. Frequency domain stability of discrete systems (Nyquist criterion in the Z plane) and the bilinear transform.***4.4.6. 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. Os conteúdos programáticos, lecionados nas aulas teóricas, abrangem os conceitos base de Controlo de Sistemas, sendo os conhecimentos adquiridos aplicados nas aulas práticas e laboratoriais ao nível da resolução de exercícios de aplicação e implementação de soluções de controlo de sistemas reais.**

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

***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. The syllabus contents, taught in the theoretical classes, cover the basic concepts of Systems Control, being the acquired knowledge applied in practical and laboratory classes in terms of solving application exercises and implementing control solutions to real systems.***

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

***Avaliação escrita por 2 mini-testes (70%) e 2 trabalhos de laboratório (30%). Nota mínima de 9,5 na média dos mini-testes e dos trabalhos de laboratório.***

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

***Written evaluation with 2 mini-tests (70%) and 2 laboratory works (30%). Minimum grade of 9,5 in the average classification of the mini-tests and the laboratory works.***

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

***Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A realização de trabalhos práticos permite o confronto com problemas reais.***

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

***The teaching methods have been designed so that students can develop a comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. Practical work allows confrontation with real problems.***

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

***"Controlo de Sistemas", Ayala Botto, Miguel, 2017, AEIST Press; "Control Systems Engineering", Norman Nise, 2017, 7th Edition, 2017, Wiley. ; "Automatic Control Systems", B. Kuo, F. Golnaraghi, 2010, 9th Edition, 2010, Wiley.; "Discrete time control systems", Katsuhiko Ogata, 1995, 2nd Edition, Prentice-Hall, 1995. ; "Feedback Control of Dynamic Systems", Gene F. Franklin, J. David Powell, Abbas Emami-Naeini, 2019, 8th Edition, 2019, Pearson Education Limited.***

**Mapa IV - Cálculo Diferencial e Integral I**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Cálculo Diferencial e Integral I***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Differential and Integral Calculus I***

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

***MatGer***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***56.0***

**4.4.1.6. ECTS:**

6.0

4.4.1.7. Observações:  
3 Turnos (TP).

4.4.1.7. Observations:  
3 Sections (TP).

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):  
*ist12267, Pedro Simões Cristina de Freitas, 0H.*

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:  
*ist11808, Maria Amélia Bastos, 112H.*  
*ist13235, António José Vieira Bravo, 56H.*

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):  
*Dominar conceitos e técnicas de cálculo diferencial e integral a uma variável. Desenvolver pensamento analítico, criatividade e capacidade de inovação, através da aplicação desses conceitos e técnicas em contextos diferenciados.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):  
*Master concepts and techniques of differentiable and integral calculus in one variable. Develop analytic thinking, creativity and innovation capacity, through the application of those concepts and techniques in different contexts.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:  
*Números reais: axiomas algébricos, de ordem e do supremo. Números naturais e indução matemática. Sucessões; aplicações. Funções reais de uma variável real; limites e continuidade; funções elementares. Propriedades globais de funções contínuas: teoremas do valor intermédio e de Weierstrass. O conceito de derivada. Derivadas das funções elementares. Teoremas de Rolle, Lagrange e Cauchy. Regra de l'Hôpital. Derivadas de ordem superior. Funções inversas.*  
*Primitivação: partes, substituição, funções racionais. Integral de Riemann. Teorema Fundamental do Cálculo. Regra de Barrow. Aplicações: cálculo de áreas; definição de funções (ex.: logaritmo, erro, gama); exemplos de equações diferenciais separáveis da forma  $f(y) y'(t) = g(t)$ . Polinómio de Taylor. Séries numéricas. Critérios de convergência. Convergência simples e absoluta. Séries de potências, raio de convergência. Séries de Taylor: definição, exemplos e convergência.*

4.4.5. Syllabus:  
*Real numbers: algebraic, order and supremum axioms. Natural numbers and mathematical induction. Sequences: the concept of limit; applications. Real functions of one real variable: limits and continuity; elementary functions. Global properties of continuous functions: intermediate value and Weierstrass theorems. The concept of derivative. Derivatives of elementary functions. Rolle, Lagrange and Cauchy theorems. L'Hôpital's rule. Derivatives of higher order. Inverse functions.*  
*Primitives: parts, substitution, rational functions. Riemann's integral. Fundamental Theorem of Calculus. Barrow's rule. Applications: calculation of areas; definition of functions (ex.: logarithm, error and gamma functions); examples of separable differential equations of the form  $f(y) y'(t) = g(t)$ . Taylor's polynomial. Numerical series. Convergence criteria. Simple and absolute convergence. Power series, convergence radius. Taylor series: definition, examples and convergence.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:  
*Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de cálculo diferencial e integral a uma variável. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:  
*The course content corresponds to concepts and techniques of differential and integral calculus in one variable. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

***As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.***

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

***The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).***

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

***A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.***

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

***The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.***

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

- \* Calculus, M. Spivak, 2006, 3rd Edition, Cambridge University Press;***
- \* Introduction to Real Analysis, W. Trench, 2009, (free edition), Trinity University;***
- \* Aulas teóricas de Cálculo Diferencial e Integral I, M. Abreu e R. L. Fernandes, 2014, DM-IST;***
- \* Cálculo Diferencial e Integral I, M. A. Bastos e A. Bravo, 2010, (texto de apoio às aulas);***
- \* Introdução à Análise Matemática, J. Campos Ferreira, 2018, 12ª edição, Gulbenkian;***
- \* A First Course in Real Analysis, M. H. Protter e C. B. Morrey, 1993, Springer-Verlag;***
- \* Calculus, J. Stewart, 2015, 8th edition.***

**Mapa IV - Mecânica Aplicada I**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Mecânica Aplicada I***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Applied Mechanics I***

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

***MAA***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***56.0***

**4.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**4.4.1.7. Observações:**

***N/A***

**4.4.1.7. Observations:**

N/A

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

*ist14018, Filipe Szolnoky Ramos Pinto Cunha, 56.0 horas*

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

*ist12555, Fernando Manuel Fernandes Simões, 21.0 horas*

*ist12909, João Manuel Gonçalves de Sousa Oliveira, 42.0 horas*

*ist12900, Pedro Da Graça Tavares Álvares Serrão, 35.0 horas*

*ist14117, Sérgio Bruno Nogueira Ribeiro e Silva, 42.0 horas*

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

*Proporcionar aos alunos uma boa formação no domínio da Estática dos Corpos Rígidos, Geometria de Massas e Cinemática de Corpos Rígidos.*

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

*Provide the students with a solid background in the field of Statics of Rigid Bodies, Geometry of Masses and Kinematics of Rigid Bodies.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução: Conceitos de Massa e Força; Acção e Reacção; Forças Externas.*

*Estática dos Corpos Rígidos: Momento de uma Força em relação a um Ponto e a um Eixo; Momento de um Binário; Sistemas Equivalentes de Forças; Equilíbrio de um Corpo Rígido a Duas e Três Dimensões; Cargas Distribuídas em Vigas.*

*Treliças: Treliças Simples e Espaciais; Métodos dos Nós e das Secções; Nós sujeitos a Condições Especiais de Carregamento.*

*Estruturas e Máquinas: Estruturas que deixam de ser rígidas quando separadas dos seus apoios; Atrito. Princípio dos Trabalhos Virtuais: Máquinas Reais; Trabalho de uma Força; Energia Potencial e Equilíbrio; Estabilidade.*

*Geometria de Massas: Centro de Massa; Momentos de Área e de Inércia; Tensor de Inércia.*

*Cinemática dos Corpos Rígidos: Rotação; Movimento Plano; Centro Instantâneo de Rotação; Aceleração Absoluta e Relativa; Movimento Geral; Movimento de uma Partícula em Três Dimensões relativamente a um Sistema de Eixos em Rotação.*

**4.4.5. Syllabus:**

*Introduction: Concepts of Mass and Force; Action and Reaction; External Forces.*

*Statics of Rigid Bodies : Moment of a Force about a Point and about a given Axis; Moment of a Couple; Equivalent Systems of Forces; Equilibrium of a Rigid Body in Two and Three Dimensions; Distributed Loads on Beams.*

*Trusses: Simple and Space Trusses; Method of Joints and Method of Sections; Joints under Special Loading Conditions.*

*Structures and Machines: Structures which cease to be rigid when detached from their supports; Friction. Principle of Virtual Work: Real Machines; Work of a Force; Potential Energy and Equilibrium; Stability.*

*Geometry of Masses: Center of Mass; Moments of Area and Inertia; Inertia Tensor.*

*Kinematics of Rigid Bodies: Rotation; Plano Motion; Instantaneous Center of Rotation; Absolute and Relative Acceleration; General motion; Motion of a Particle in Three Dimensions relative to a Rotating Frame.*

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

*Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos nos domínios da estática e cinemática de corpos rígidos, complementados com noções de geometria de massas. Adicionalmente, aplicações teórico-práticas da matéria leccionada permitem ao aluno integrar conhecimentos anteriores, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua actividade como profissional em engenharia, 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 o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios de aplicação.*

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

*The programmatic contents cover the main topics in the fields of rigid body statics and kinematics, complemented with notions of geometry of masses. In addition, theoretical-practical applications of the taught subject allow the student to integrate previous knowledge, as well as acquiring new knowledge useful to his activity as an engineering professional, enabling him to further learn through autonomous research. Theoretical bases, essential concepts and application examples are provided, and students are asked to study the contents and solve application exercises.*

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

*A Classificação Final é formada por três componentes independentes de avaliação:*

- *Ensaios laboratoriais realizados em grupo, avaliados com base em relatório escrito (15%)*
- *Mini-testes individuais realizados em aula (35%)*
- *Exame Final escrito (50%)*

*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e trabalho laboratorial, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem activa compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames.*

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

*The Final Grade consists of three independent assessment components:*

- *Laboratory work performed in group, evaluated based on a written report (15%)*
- *Individual tests in class (35%)*
- *Final written exam (50%)*

*The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and laboratorial work, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning compatible with the significant reduction of assessment by exams.*

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

*Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objectivos da unidade curricular. A realização de trabalho laboratorial permite reforçar a componente prática. Na realização dos trabalhos de índole experimental é estimulada a adopção de diferentes abordagens para a resolução dos problemas em questão, bem como a análise dos resultados obtidos, contribuindo deste modo para o desenvolvimento de um Pensamento Crítico e Inovador. Adicionalmente, o trabalho em equipa na realização destes trabalhos contribui para o desenvolvimento das Competências Interpessoais.*

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

*Teaching methods have been designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. The accomplishment of laboratorial work allows reinforcing the practical component. The adoption of different approaches to solve the underlying problems is encouraged in laboratory work, as well as the analysis of the results obtained, thus contributing to the development of Critical and Innovative Thinking. In addition, teamwork in laboratory tests contributes to the development of Interpersonal Skills.*

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

*Vector Mechanics for Engineers: Statics and Dynamics, F.P. Beer, E.R. Johnston Jr., D. Mazurek, P.J. Cornwell, B. Self, 2019, McGraw-Hill Education; Engineering Mechanics: Statics; J.L. Meriam, L.G. Kraige, J.N. Bolton; 2018, Wiley.*

### Mapa IV - Mecânica dos Flúidos II

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Mecânica dos Flúidos II*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Fluid Mechanics II*

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

*TTCE*

#### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*168.0*

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*49.0*

#### 4.4.1.6. ECTS:

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***ist30274, Carlos Frederico Neves Bettencourt da Silva, 30h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***ist12117, José Maria Campos da Silva André, 20h**ist14442, José Manuel Da Silva Chaves Ribeiro Pereira, 10h**ist30176, João Carlos de Campos Henriques, 20h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*A UC é complementar à UC de Mecânica dos Fluidos I, e tem por objetivo fornecer os fundamentos físicos associados à dinâmica de escoamentos de fluidos a número de Reynolds elevado, incluindo os escoamentos de camada limite, incluindo escoamentos turbulentos completamente desenvolvidos, com especial ênfase em escoamentos parietais. A UC aborda também a nível introdutório o escoamento compressível unidimensional e adiabático.*

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

*The course complements the Fluid Mechanics I, and has for goal to provide the students with fundamental physical aspects associated to fluid flows occurring at high Reynolds numbers. This includes the boundary layer flows, and fully developed turbulence, particularly in wall bounded flows. The course includes also an introduction to unidimensional and adiabatic compressible flows.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Escoamentos a números de Reynolds moderados: escoamento num cilindro circular; Características de escoamentos a número de Reynolds elevado: escoamentos invíscidos: equações de Euler; Camadas limites: escoamento de Blasius sobre uma placa plana lisa, espessura de deslocamento, Equação de Von-Kármán, método aproximado de Von-Kármán-Pohlhausen, Soluções de semelhança de Falkner-Skan, Separação de camada limite, Camadas limites axissimétricas, Esteira afastada de corpos sem sustentação, camadas de corte livres, camadas limite não estacionárias; Escoamentos turbulentos: características de escoamentos turbulentos, tensões de Reynolds, energia cinética turbulenta, cascata de energia, Turbulência parietal: análise do escoamento turbulento num canal, dados experimentais em canais e condutas: flutuações, estruturas turbulentas. Camadas de corte livres turbulentas; Escoamento compressível estacionário: escoamento de Couette compressível: parede adiabática. velocidade do som. Golpe de ariete.*

**4.4.5. Syllabus:**

*Flows at moderate Reynolds numbers: Flow around a circular cylinder; Characteristics of high Reynolds number flows: inviscid main flows: Euler equations; Boundary layers: Blasius flow over a flat plate, displacement thickness, Von-Kármán momentum integral, Von-Kármán-Pohlhausen approximate method, Falkner-Skan similarity solutions, Boundary layer separation, Axisymmetric boundary layers, Far wake of nonlifting bodies, free shear layers, unsteady boundary layers; Turbulent flows: characteristics of turbulent flows, Reynolds stresses, turbulent kinetic energy, Energy cascade, Wall turbulence: channel flow analysis, channel and pipe flow experiments: fluctuations, turbulent structures, free turbulence; Steady compressible flow: compressible Couette flow: adiabatic wall. speed of sound. Water hammer.*

**4.4.6. 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.*

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

*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.*

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

**Trabalho Computacional (25%), trabalho experimental (25%), exame final (50%).**

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

**Computational work (25%), experimental work (25%), exam (50%).**

**4.4.8. 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.**

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

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

**Mecânica dos Fluidos II: Introdução à fenomenologia e modelação de escoamentos turbulentos, Carlos B. da Silva, 2014, Secção de Folhas, IST; "Fluid Mechanics", F.M. White, 2016, 8th edition, McGraw-Hill; "Incompressible Flow", Ronald L. Panton, 2013, 4th edition, Wiley**

## **4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem**

---

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

**Várias estratégias estão previstas (ver 4.7) e muitas já foram implementadas, nomeadamente:**

**Introdução de unidades curriculares (UC) baseadas em Project-Based Learning, Research-Based Learning, Hands-on, com um maior envolvimento dos estudantes na sala de aula e em processos de avaliação mútua e feed-back;**

**Integração de estudantes no âmbito de projectos interdisciplinares/multidisciplinares, em institutos de investigação e/ou empresas, a nível do 1º.**

**Creditação de actividades extracurriculares, valorizando projectos multidisciplinares, organização de jornadas, cursos/estágios de Verão, etc, que permitem o desenvolvimento de competências transversais.**

**Reforço da avaliação continua com a redução significativa (< 50%) do peso da avaliação por exames.**

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

**Several strategies are foreseen (see 4.7) and many have already been implemented, namely:**

**Introduction of curricular units (UC) based on Project-Based Learning, Research-Based Learning, Hands-on, aiming at a greater involvement of students in the classroom in mutual evaluation processes and feed-back;**

**Integration of students in interdisciplinary / multidisciplinary projects, in research institutes and / or companies, at the level of the 1st cycle.**

**Accreditation of extracurricular activities, namely, multidisciplinary projects, organization of days, summer courses / internships, etc., which allow the development of transversal skills.**

**Reinforcement of continuous assessment with the significant reduction (<50%) of the weight of the evaluation by exams.**

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

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

*acção envolvendo os departamentos e coordenações.*

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

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

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

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

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

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

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

*Diversas unidades curriculares abordam métodos de investigação, nomeadamente nos laboratórios experimentais e computacionais da LEMec e nos trabalhos de algumas UC e.g. Mecânica dos Fluidos II abordam metodologias essenciais a muitas actividades científicas. No âmbito do Projecto Integrador em Engenharia Mecânica, o método de aprendizagem está directamente associado ao planeamento e implementação de atividades de investigação.*

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

*Several courses cover research methods, namely in the experimental and computational laboratories of LEMec and in the work of some UCs e.g. Fluid Mechanics II addresses methodologies essential to many scientific activities. In the Capstone Project in Mechanical Engineering, the learning method is directly associated with the planning and execution of research activities.*

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

**4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto:**

*Tendo em consideração que a normativa legal aponta para uma formação de 1º ciclo entre 180 e 240 créditos ECTS, e considerando os objectivos definidos para este ciclo de estudos no ensino universitário, entendeu-se estabelecer, à semelhança de outros ciclos similares da unidade orgânica, um total de 180 créditos ECTS, decorrendo ao longo de seis semestres lectivos.*

**4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018, of August 16th:**

*Given that the legal regulation points to a formation of the 1st cycle between 180 and 240 credits ECTS, and considering the established objectives for this university course, it was decided to establish, like to other similar cycles of the organic unities, a total of 180 ECTS, elapsing over six semesters.*

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

*O Instituto Superior Técnico tem um padrão para a definição de ECTS nas unidades curriculares de todos os seus ciclos de estudo, e recentemente, uma reflexão e discussão aprofundada na escola conduziu a uniformização da oferta de UC de 12, 9, 6 e 3 ECTS; Alterações específicas a esse padrão são analisadas caso a caso pelo Conselho Científico mediante proposta das coordenações de curso.*

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

*IST has a pattern to define the ECTS for the course units of all its study cycles, and recently, in-depth reflection and discussion in the school has led to the standardization of the UC offer of 12, 9, 6 and 3 ECTS; Specific amendments to that pattern are analyzed on a case-by-case approach at the request of the Scientific Board on a proposal from the course coordinators.*

### 4.7. Observações

#### 4.7. Observações:

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

- *Reconhecimento da importância da formação de base sólida em Ciências de Engenharia;*
  - *Alteração para UCs de 12, 9, 6 e 3 unidades do Sistema europeu de transferência e acumulação de créditos (ECTS);*
  - *Aumento generalizado da flexibilidade curricular a nível de 1º ciclo com a criação de pre-major (até 12ECTS);*
  - *Criação/reforço de projetos integradores e interdisciplinares que envolverá trabalho preferencialmente em equipa e podendo ter por base problemas e desafios reais: i) num projeto tipo Capstone ii) numa Unidade de Investigação, ou iii) em ambiente empresarial (UC “Projeto Integrador de 1º ciclo (PIC1));*
  - *Introdução da formação em Humanidades, Artes e Ciências Sociais (HASS);*
  - *Reforço das competências transversais integradas nas unidades curriculares;*
  - *Reforço das valências em computação e programação;*
  - *Aumento da formação em empreendedorismo e inovação*
  - *Mudança de paradigma de ensino com introdução/reforço de unidades curriculares baseadas em Project-Based Learning, Research-Based Learning, Hands-on;*
- Informação mais detalhada sobre algum destes aspectos poderá ser disponibilizada e consultada em: Relatório CAMEPP e documento PERCIST.*

**Ponto 4.3 - Mapa III - 1º ano/2º semestre**

**b) o elenco das Unidades curriculares de HASS é fixado anualmente pelos órgãos legais e estatutariamente competentes do IST.**

#### 4.7. Observations:

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

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

- *Recognition of the importance of solid training in Engineering Sciences;*
- *Change to UCs of 12, 9, 6 and 3 units of the European credit transfer and accumulation system (ECTS);*
- *Increased of curricular flexibility at the 1st cycle level with the creation of pre-major curricular units (up to 12ECTS),*

**and in the 2nd cycle with curricular units as free options (18-30ECTS);**

- **Creation / reinforcement of integrative and interdisciplinary projects that will involve preferably team work and may be based on real problems and challenges: i) in a Capstone project ii) in a Research Unit, or iii) in a business environment (UC “Projeto Integrador de 1st cycle (PIC1));**
- **Introduction of training in Humanities, Arts and Social Sciences (HASS);**
- **Reinforcement of transversal competences integrated in the curricular units;**
- **Reinforcement of computing and programming skills;**
- **Increased training in entrepreneurship and innovation**
- **Changing the teaching paradigm with the introduction / reinforcement of curricular units based on Project-Based Learning, Research-Based Learning, Hands-on;**

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

**Point 4.3 - Map III - 1st/2nd semester**

**b) the list of HASS curricular units is determined annually by the legal and statutory bodies of IST.**

## 5. Corpo Docente

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

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

**Carlos Frederico Neves Bettencourt da Silva**

### 5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

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

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Alexander Kirillov	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Jorge Filipe Drumond Pinto da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo Rui Alves Fernandes	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Frederico Neves Bettencourt da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor		MECANICA DOS FLUIDOS	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Virgínia Isabel Monteiro Nabais Infante	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Manuel Melo de Sousa	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo Jorge Matos Fernandes Martins Ferreira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia e Ciência dos Materiais	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Mário José Gonçalves Pinheiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		FÍSICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Beatriz Cipriano de Jesus Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Duarte Pedro Mata de Oliveira Valério	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Paula Valagão Amadeu do Serro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

Inês da Fonseca Pestana Ascenso Pires	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Aires José Pinto dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Manuel Mendonça Alves	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Manuel Tiago Tavares Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA CIVIL	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo António Firme Martins	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Miguel Pedro Tavares da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECÂNICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo Jorge Coelho Ramalho Oliveira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Hugo Miguel Fragoso de Castro Silva	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia e Gestão	30	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Manuel Pacheco Pires	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA APLICADA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Emília Da Encarnação Rosa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA METALURGICA E DE MATERIAIS	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Luís Nobre Moreira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Gabriel Paulo Alcântara Pita	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Viriato Araújo dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Edgar Caetano Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Elmar Biernat	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Physics	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Alexandra Bento Moutinho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Sérgio Bruno Nogueira Ribeiro e Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA NAVAL	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Raul Carreira Azinheira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Manuel Pereira Dias	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria de Fátima Reis Vaz	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA METALURGICA E DE MATERIAIS	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Manuel Da Silva Chaves Ribeiro Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Carlos de Campos Henriques	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	20	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Teresa Haderer de la Peña Stadler	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Carlos Prata dos Reis	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Hélder Carriço Rodrigues	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Inês Esteves Ribeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Leaders for Technological Industries	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Lina Maria Mateus de Oliveira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMÁTICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

Miguel António Lopes de Matos Neves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
João Emílio Segurado Pavão Martins	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	INFORMATICA	100	Ficha submetida
Mário António Da Silva Neves Ramalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
André Calado Marta	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Aeronautics and Astronautics	100	Ficha submetida
Rui Miguel Loureiro Nobre Baptista	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA DE SISTEMAS	100	Ficha submetida
Filipe Szolnoky Ramos Pinto Cunha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	CIÊNCIAS APLICADAS	100	Ficha submetida
António Ramos Andrade	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Sistemas de Transportes	100	Ficha submetida
Luís Manuel Gonçalves Barreira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Nuno Miguel Rosa Pereira Silvestre	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA CIVIL	100	Ficha submetida
Pedro Alexandre Rodrigues Carvalho Rosa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Maria Margarida Martelo Catalão Lopes de Oliveira Pires Pina	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ECONOMIA	100	Ficha submetida
José Maria Campos da Silva André	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Artur Jorge Da Cunha Barreiros	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Luís Alberto Gonçalves de Sousa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Pedro Simões Cristina de Freitas	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
António José Vieira Bravo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
João Manuel Gonçalves de Sousa Oliveira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
José Arnaldo Pereira Leite Miranda Guedes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Ana Maria Guerreiro Martins	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Pedro Da Graça Tavares Álvares Serrão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA AEROESPACIAL	100	Ficha submetida
Pedro Miguel de Almeida Areias	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Luís Pereira de Quintanilha e Mendonça Dias Torres Magalhães	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Aurélio Lima Araújo	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Augusto Manuel Moura Moita de Deus	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Manuel João Cabral Morais	Professor Associado ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
João Orlando Marques Gameiro Folgado	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida

Jorge Manuel Amaro D' Almeida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Fernando Manuel Fernandes Simões	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA CIVIL	100	Ficha submetida
João Agostinho De Oliveira Soares	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
Mário Manuel Gonçalves da Costa	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECÂNICA	100	Ficha submetida
José Pizarro de Sande e Lemos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
José Leonel Monteiro Fernandes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Ferreira Monteiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
Luiz Manuel Varejão de Oliveira Faria	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Manuel Filipe Simões Franco Ventura	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA NAVAL	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Machado Teixeira Gomes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Filipe Rafael Joaquim	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Agostinho Resende	Professor Associado ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Alves da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Tecnologia Mecânica e Gestão Industrial	100	Ficha submetida
Maria Amélia Duarte Reis Bastos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Mateus Martins	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
				<b>7850</b>	

<sem resposta>

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

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

###### 5.4.1.1. Número total de docentes.

80

###### 5.4.1.2. Número total de ETI.

78.5

##### 5.4.2. Corpo docente próprio - Docentes do ciclo de estudos em tempo integral

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral.\* / "Full time teaching staff" – number of teaching staff with a full time link to the institution.\*

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº / No.	Percentagem / Percentage
--	----------	--------------------------

Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution: 78 99.363057324841

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

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

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem / Percentage
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	78.5	100

#### 5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

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

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	78.5	100
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

#### 5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.

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

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	78	99.363057324841
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

#### Pergunta 5.5. e 5.6.

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

*A avaliação do desempenho do pessoal docente do IST assenta no sistema multicritério definido no "Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes do Instituto Superior Técnico" (Despacho n.º 3855/2017, DR 2ª série, n.º 88 de 8 de maio de 2017, que actualiza o Despacho n.º 262/2013, DR, 2ª série, n.º 4, de 7 de janeiro de 2013, e o despacho n.º 4576/2010, DR 2ª Série, n.º 51 de 15 de março), sendo aplicado a cada docente individualmente e é aplicado nos períodos estipulados por Lei.*

*Permite a avaliação quantitativa da atuação do pessoal docente nas diferentes vertentes, e reflete-se nomeadamente sobre a distribuição de serviço docente regulamentada pelo Despacho Reitoral n.º 8985/2011 (DR, 2ª Série, N.º 130 de 8 de julho).*

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

*Performance assessment of IST teaching-staff relies on the*

*multi-criteria system defined in the "Regulations of Performance of IST Teaching-staff" (Rectoral Order 3855/2017 Government Journal 2nd Series, No 88 of May 8, that updates the Rectoral Order 262/2013 Government Journal 2nd Series, No 4 of January 7 and the Rectoral Order 4576/2010, Government Journal 2nd Series, No. 51 of 15 March), which is applied to each professor individually and for periods established under the law. It allows for the quantitative assessment of the performance of the teaching staff in different strands and is reflected particularly on the allocation of the teaching duties, which is governed by the Rectoral Order 8985/2011 (Government Journal, 2nd Series, No. 130 of 8th July).*

5.6. Observações:  
<sem resposta>

5.6. Observations:  
<no answer>

## 6. Pessoal Não Docente

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

*Os funcionários não docentes (FND) do Departamento de Engenharia Mecânica (DEM) são afetos à Presidência e às várias áreas científicas definidas pelo DEM. Os funcionários não docentes dão apoio aos vários cursos da responsabilidade do DEM. Todos os funcionários estão em tempo parcial de dedicação à Licenciatura em Engenharia Mecânica (LEMec). Neste contexto, apresentamos a distribuição por serviços dos funcionários não docentes que dão apoio à LEMec, em tempo parcial (TP):*

*Gestão de Espaços - 1 (TP);  
Apoio às salas de aulas - 2 (TP);  
Técnicos de Laboratório - 5 (TP) + 14 (TP) (bolseiros);  
Apoio administrativo às áreas científicas e presidência - 16 (TP);  
Apoio à coordenação da LEMec - 4 (TP);  
Bolseiros: 10 (TP) (apoio à lecionação das aulas).*

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

*Non-academic staff (FND) of the Mechanical Engineering Department (MED) is allocated to the Presidency and to the various scientific areas defined by the DEM. We present the distribution of services by non-teaching staff who support the LEMec in part-time (PT):*

*Building Management - 1 (PT);  
Class support - 2 (PT);  
Laboratory technicians - 5 (PT) + 14 (grant holders);  
Administrative support of the Chairman of the DEM and scientific areas - 16 (PT);  
Administrative support of the coordination of LEMec – 4 (PT);  
Grant holders – 10 (TP) (teaching assistants).*

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

*Os funcionários referidos no ponto anterior têm as seguintes qualificações:*

*4º ano de escolaridade – 2;  
9º ano – 4;  
11º ano – 1;  
12º ano – 17;  
Licenciatura – 3;  
Mestrado – 15;  
Doutoramento – 10.*

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

*The qualification of the non academic staff identified in the section above is the following:*

**Basic Education (4th Grade) – 2;**  
**Basic Education (9th Grade) – 4;**  
**Secondary Education (11th Grade) – 1;**  
**Secondary Education (12th Grade) – 17;**  
**Batchelor – 3;**  
**Master -15;**  
**PhD – 10.**

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

*O IST implementa o SIADAP desde a sua criação jurídica, em 2004, tendo actualizado o funcionamento e os procedimentos, com as revisões do sistema de avaliação, em 2007 e em 2013. A avaliação integra os subsistemas:*

- *de Avaliação do Desempenho dos Dirigentes da Administração Pública - SIADAP 2, aplicado em ciclos de três anos, consoante as comissões de serviço dos avaliados*
- *de Avaliação do Desempenho dos Trabalhadores da Administração Pública - SIADAP 3, com carácter bianual, a partir do ciclo de 2013-2014.*

*Todo este processo foi desmaterializado e está disponível na plataforma de aplicações centrais do IST (.dot), sendo acedido pelos vários intervenientes (avaliadores, avaliados, Direcção de Recursos Humanos e dirigentes de topo) electronicamente. O processo PREVPAP vai permitir a integração de muitos colaboradores do técnico que não detinham um vínculo com a administração pública. Mais informação está disponível na página da DRH do IST na Internet.*

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

*Active since it was legally created in 2004, IST has updated its functioning and procedures and reviewed the evaluation system in 2007 and 2013. The evaluation includes the following subsystems:*

- *the System for Performance Assessment of the Senior Officials of the Public Administration (SIADAP 2), applied in three cycles, depending on the service commissions of those evaluated;*
- *the System for Performance Assessment of the Public Administration Employees (SIADAP 3), every two years, from 2013-2014. This process was dematerialized and is available on the central application form of IST (.dot). Access is made by the different actors (evaluators, evaluated, HR Division, and senior officials) electronically.*

*The PREVPAP regulations will drive IST to integrate diverse members of non-academic staff in the Public Administration. Further information about Human Resources Division available at IST webpage.*

## 7. Instalações e equipamentos

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

- *16 Laboratórios de ensino (Area = 1528 m2)*
- *17 Laboratórios de ensino/investigação (Area = 1526 m2)*
- *3 Oficinas para ensino (Area = 145 m2)*
- *11 Salas de estudo (A = 732 m2)*
- *4 Laboratórios exclusivamente para investigação (A = 576 m2)*
- *1 Biblioteca (A = 929 m2)*
- *45 Salas de aula (A = 2752 m2)*
- *28 Anfiteatros de ensino (A = 2914 m2)*

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

- *16 Teaching laboratories (Area = 1528 m2)*
- *17 Teaching/Research laboratories (Area = 1526 m2)*
- *3 Teaching workshops (Area = 145 m2)*
- *11 Study rooms (A = 732 m2)*
- *4 Research laboratories (A = 576 m2)*
- *1 Library (A = 929 m2)*
- *45 Classrooms (A = 2752 m2)*
- *28 Lecture halls (A = 2914 m2)*

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

*Equipamento ensaios de Ferrografia*  
*Máquina de ensaios servohidraulica biaxial de 25KN e 100 Nm*  
*Extrusora Polímeros*  
*Máquina medida de coordenadas, Scanner de medida 3D*  
*Máquina ensaios de enformabilidade de chapas: ERICHSEN 145/60*  
*Barra Hopkinson*  
*Máquina de pino-no-disco para caracterização tribológica*  
*Impressora 3D: Ultimaker5*  
*Máquina de electroerosão: Charmiles D10*  
*Osciloscópios, sonómetros*  
*Robôs: PUMA 560, ABB IRB2000; ABB 1400*  
*Câmaras vídeo CMOS e CCD*  
*Túneis aerodinâmicos de baixa velocidade.*  
*Laser Doppler Anemometer. Laser pulsado*  
*Espectrofotómetro. Sonómetros*  
*Bancada de ensaio de permutadores de calor de diversas configurações*  
*Laboratório de Motores Térmicos*  
*Bancadas máquinas síncronas e máquinas de indução*  
*Laboratório de monitorização de veículos automóveis e peões*  
*Unidades didáticas de transmissão de calor*  
*Instalações didáticas de Bomba de Ejector*  
*Célula manufactura flexível*  
*MIG Sinérgico da ESAB; Máquina de soldadura MIG/MAG*  
*Máquina de soldadura CMT*  
*Prensa ADIRA 1800 kN CNC*

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

*Ferrogaphy testing equipment*  
*25KN and 100 Nm biaxial servo-hydraulic testing machine*  
*Polymer Extruder*  
*Coordinate measuring machine: TESA Microhite 3D; 3D measurement scanner;*  
*Plate formability testing machine: ERICHSEN 145/60*  
*Hopkinson bar with electromagnetic actuation*  
*Pin-on-disk machine for tribological characterization*  
*Print 3D: Ultimaker5*  
*Charmilles D10 EDM Machine*  
*Oscilloscopes, sound meters*  
*Benches with experimental devices*  
*Robots: PUMA 560, ABB IRB2000; ABB 1400*  
*CMOS and CCD video cameras*  
*Low speed wind tunnels.*  
*Laser Doppler Anemometer. Pulsed laser.*  
*Spectrophotometer. Sonometers.*  
*Test bench for heat exchangers of different configurations*  
*Thermal Motors Laboratory*  
*Benches for teaching synchronous machines and induction machines.*  
*Laboratory for monitoring vehicles and pedestrians*  
*Didactic units for heat transmission:*  
*Ejector Pump didactic installations*  
*Flexible manufacturing cell*  
*ESAB's Synergic MIG; MIG / MAG welding machine*  
*CMT welding machine*  
*Presse ADIRA 1800 kN CNC*

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

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

### 8.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica / Research centre(s) in the area of the study programme where teaching staff develops its scientific activity

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Classification FCT	IES / HEI	N.º de docentes do CE integrados / Number of study programme teaching staff integrated	Observações / Observations
Center for the Environment and Maritime Technologies – MARETEC @ LARSyS	Excellent	IST ULisboa	2	-
Centre for Aeronautic and Spatial Sciences and Technologies – CCTAE @ LAETA	Excellent	IST ULisboa	11	-
Center for Innovation, Technology and Policy Research - IN+ @ LARSyS	Excellent	IST ULisboa	12	-
Institute for Mechanical Engineering – IDMEC @ LAETA	Excellent	IST ULisboa	51	-

### Pergunta 8.2. a 8.4.

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

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/1ad8bfe4-723c-3a19-dc70-5e7114d6ffa4>

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

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/1ad8bfe4-723c-3a19-dc70-5e7114d6ffa4>

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

*Os centros de investigação CCTAE e IDMEC pertencem ao Laboratório Associado de Energia, Transportes e Aeronáutica - LAETA. Entre 2013 e 2017, a FCT financiou o LAETA com cerca de 13,5 M €. Ainda assim, o LAETA atraiu cerca de duas vezes esse valor de financiamento competitivo de outras agências: 18,9 M € (nacional) e 6,3 M € (internacional). No mesmo período, foram criadas 23 cisões no âmbito do LAETA.*

*A pesquisa do IDMEC concentrou-se não apenas na ciência fundamental, mas principalmente nas tecnologias aplicadas e na transferência de conhecimento para a sociedade. Esse esforço foi reconhecido por sua excelência e massa crítica em campos essenciais nos setores de energia, tecnologias de transporte e aeronáutica. Algumas contribuições relevantes são: i) Modelos computacionais para projetar estruturas aeroespaciais compostas, com vários contratos com a Airbus; ii) Avanços nos processos de fundição e conformação de metais, em colaboração com parceiros industriais e a ESA; iii) Avanços no transporte de superfície (sistemas ferroviários de catenária-pantógrafo e autocarros com células de combustível); iv) Avanços em energias renováveis oceânicas, realizados pela start-up KYMANER; e v) Propagação e segurança de incêndios florestais.*

*Os centros de investigação MARETEC e IN+ pertencem ao Laboratório de Robótica e Sistemas de Engenharia - LARSyS. O IN+ lidera a área de Sistemas de Energia Sustentável do Programa MITPortugal e organizou o Simpósio de Laser de Lisboa, as conferências anuais ILASS-Europa; Simpósio de Nanofluidos (ESNF-2017), Cleanair 2015, o SPEIC2014 Rumo à Combustão Sustentável, possui membros do comitê em conferências de biotecnologia (ICBE2016 e Biodevices 2018), Materials and Metallurgical Engineering (MMME'15-17) and Waste Management (2015-17).*

*O grupo principal de pesquisa da MARETEC possui as capacidades e competências necessárias para conduzir a pesquisa para atingir seus objetivos e atrair jovens pesquisadores. Tem também um plano de investigação que pode contribuir para integrar novos conhecimentos e aprimorar a capacidade de inovação em nível nacional / internacional. O MARETEC trabalha em estreita colaboração com seu ecossistema de spinoffs (HidroMod, Moduladores de Ação, Terraprima), garantindo a transferência eficiente de conhecimento, aplicação prática dos seus resultados de investigação e treino e emprego para seus alunos de mestrado e pós-graduação.*

*2017-2021 - iFADO - Innovation in the Framework of the Atlantic Deep Ocean. Financiado pelo Interreg Atlantic Area (EAPA\_165/2016), consórcio de 20 parceiros coordenado pelo IST (financiamento para o IST de 516 447,90€).*

*2017 - Contrato de consultoria com o BCSd Portugal "Meet2030" (financiamento para a ADIST de 60 000 € + IVA), no âmbito do projecto Meet2030 (<https://www.bcsdportugal.org/projetos/meet-2030>).*

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

*The CCTAE and IDMEC research centers belong to the Associated Laboratory for Energy, Transport and Aeronautics -*

**LAETA. Between 2013 and 2017, FCT financed LAETA with circa 13.5 M €. Moreover, LAETA attracted about twice that amount of competitive financing from other agencies: 18.9 M € (national) and 6.3 M € (international). In the same period, 23 divisions were created within the scope of LAETA.**

**IDMEC's research focused not only on fundamental science but mainly on applied technologies and the transfer of knowledge to society. This effort was recognized for its excellence and critical mass in essential fields in the sectors of energy, transport technologies and aeronautics. Some relevant contributions are: i) Computational models for designing composite aerospace structures, with several contracts with Airbus; ii) Advances in metal casting and forming processes, in collaboration with industrial partners and ESA; iii) Advances in surface transport (catenary-pantograph rail systems and fuel cell buses); iv) Advances in ocean renewable energy, made by the start-up KYMANER; and v) Propagation and safety of forest fires.**

**The MARETEC and IN+ research centers belong to the Laboratory of Robotics and Engineering Systems - LARSyS. IN+ leads the Sustainable Energy Systems area of the MIT-Portugal Program and organized the Lisbon Laser Symposium, the annual ILASS-Europe conferences; Nanofluids Symposium (ESNf-2017), Cleanair 2015, SPEIC2014 Towards Sustainable Combustion, has committee members at biotechnology conferences (ICBE2016 and Biodevices 2018), Materials and Metallurgical Engineering (MMME'15-17) and Waste Management (2015 -17).**

**MARETEC's core research group has the necessary skills and competences to conduct research to achieve its objectives and attract young researchers. It also has a research plan that can contribute to integrate new knowledge and improve the capacity for innovation at national / international level. MARETEC works closely with its spinoff ecosystem (HidroMod, Action Modulators, Terraprima), ensuring the efficient transfer of knowledge, the practical application of its research and training results and employment for its master and postgraduate students.**

**2017-2021 - iFADO - Innovation in the Framework of the Atlantic Deep Ocean. Financed by Interreg Atlantic Area (EAPA\_165 / 2016), consortium of 20 partners coordinated by IST (IST financing of € 516 447.90).**

**2017 - Consultancy contract with BCSD Portugal "Meet2030" (ADIST financing of € 60,000 + VAT), within the scope of the Meet2030 project (<https://www.bcsdportugal.org/projetos/meet-2030>).**

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

**9.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclo de estudos similares com base em dados oficiais: Consideraram-se os dados relativos ao desemprego dos diplomados da DGEEC. Os dados mais recentes são relativos à situação em Junho de 2019 (Fonte: Caracterização dos desempregados registados com habilitação superior – junho de 2019 – Tabela Geral).**

**Para comparação considerou-se a oferta formativa congénere ao nível do 1º ciclo das Universidades de Aveiro, Beira Interior, Coimbra, Minho, Porto, Trás-os-Montes e Alto Douro e Nova de Lisboa. Considerando o conjunto de diplomados entre 2010 e 2018, o desemprego varia entre 1,2% e 3,3%. Face a estes dados é legítimo considerar os níveis de desemprego desta oferta formativa são significativamente baixos.**

**Refira-se que o actual o grau de licenciatura em Ciências de Engenharia – Engenharia Mecânica, obtido ao atingir-se 180 ECTS do respectivo Mestrado em funcionamento no IST, para as mesmas coortes e período, apresenta um desemprego residual de 0,2%.**

**9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data: DGEEC graduates' unemployment data were considered. The most recent data are for the situation in June 2019 (Source: Characterization of registered unemployed with higher education - June 2019 - General Table).**

**For comparison, we considered the similar training offer at the 1st cycle level of the Universities of Aveiro, Beira Interior, Coimbra, Minho, Porto, Trás-os-Montes and Alto Douro and Nova de Lisboa. Considering the group of graduates between 2010 and 2018, unemployment varies between 1.2% and 3.3%. In view of these data, it is legitimate to consider the unemployment levels of this training offer to be significantly low.**

**It should be noted that the current degree in Engineering Sciences - Mechanical Engineering, obtained by reaching 180 ECTS of the respective Master in operation at IST, for the same cohorts and period, has a residual unemployment of 0.2%.**

**9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES): É de esperar que a capacidade de atração de alunos da nova LEMec do IST venha a apresentar resultados semelhantes**

*aos do MEMec atualmente em execução. Analisando os dados da DGES para as colocações do MEMec dos últimos 3 anos (2017/2018, 2018/2019, 2019/2020) verifica-se que a taxa de ocupação foi sempre de 100%, e que o número de candidatos tem sido 4,8 a 5,8 vezes maior do que o número de vagas disponíveis. Além disso nos últimos 3 anos mais de 80% dos alunos colocados escolheram a MEMec em 1ª e 2ª opção, e a nota mínima de seriação (NMS) foi sempre maior do que 173 pontos. Finalmente, as vagas têm sido consistentemente preenchidas na totalidade logo na 1ª fase do concurso nacional de acesso ao ensino superior. No contexto nacional, apenas o MEMec da UP apresenta resultados semelhantes, como um número de candidatos na 1ª fase semelhante, e uma nota de mínima de seriação ligeiramente mais elevada, fruto do menor número de vagas comparadas com as do MEMec IST.*

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

*It is expected that the ability to attract students from the new LEMec from IST will present results similar to those of MEMec currently underway. Analyzing DGES data for MEMec placements for the last 3 years (2017/2018, 2018/2019, 2019/2020) it appears that the occupancy rate has always been 100%, and that the number of candidates has been 4.8 to 5.8 times greater than the number of places available. In addition, in the last 3 years, more than 80% of the allocated students chose the MEMec in 1st and 2nd option, and the minimum grade of grade (NMS) was always higher than 173 points. Finally, vacancies have been consistently filled in full in the first phase of the national competition for access to higher education. In the national context, only the MEMec of the UP presents similar results, such as a similar number of candidates in the 1st phase, and a slightly higher grade level, due to the lower number of vacancies compared to those of the MEMec IST.*

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

*O DEM acolhe todos os anos um conjunto de alunos da Academia Militar e da Academia da Força Aérea que ao abrigo do protocolo estabelecido entre o IST e aquelas Instituições, terminam a sua formação académica no IST. Há ainda vários docentes do LEMec que lecionam um número significativo de UCs básicas nas referidas Academias.*

*Ao abrigo do protocolo entre a Universidade dos Açores e o IST, o LEMec recebe alunos daquela universidade que ingressam no 3º ano.*

*Os alunos do LEMec podem através da participação no Programa Almeida Garrett estudar durante um semestre numa outra Escola do Ensino Superior Português. O funcionamento deste Programa é, em muito, semelhante ao adotado pelo ERASMUS, envolvendo um acordo entre as instituições de Ensino Superior e o reconhecimento académico das UCs realizadas em mobilidade.*

*Além disso a colaboração com outras universidades públicas portuguesas inclui a coorientação conjunta de dissertações de mestrado e participações em júris.*

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

*DEM welcomes every year a number of students from the Military Academy and the Air Force Academy that, under a Protocol established between the IST and those institutions, complete their academic training at IST. There are still several teachers of LEMec who teach a significant number of basic UCs in those Academies.*

*Under the Protocol between the University of the Azores and the IST, LEMec receives students from that University who join in third year.*

*LEMec students can also study for a semester in another Portuguese School of higher education through the program Almeida Garrett. The operation of this program is very similar to that adopted by ERASMUS, involving an agreement between higher education institutions and academic recognition of UCs in mobility.*

*In addition, the collaboration with other public universities of Portugal includes the joint coorientation of dissertations and participation in juries.*

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

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

*A proposta foi baseada no relatório CAMEPP, que teve como referência as seguintes universidades Europeias:*

- DTU, Technical University of Denmark, Dinamarca;*
- EPFL, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suíça;*
- ETH, Federal Institute of Technology of Zurich, Suíça;*
- KIT, Karlsruhe Institute of Technology, Alemanha;*
- KTH, Royal Institute of Technology, Suécia;*
- Polimi, Politecnico di Milano, Itália;*
- Polito, Politecnico di Torino, Itália;*
- TU Delft, Technical University of Delft, Holanda;*

**TU/e, Technical University of Eindhoven, Holanda;**  
**UPCatalunya, Universidade Politécnica da Catalunha, Espanha;**  
**UPMadrid, Universida de Politécnica de Madrid, Espanha.**

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

*The proposal was based on the CAMEPP report, which had as reference the following European universities:*

**DTU, Technical University of Denmark, Dinamarca;**  
**EPFL, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suíça;**  
**ETH, Federal Institute of Technology of Zurich, Suíça;**  
**KIT, Karlsruhe Institute of Technology, Alemanha;**  
**KTH, Royal Institute of Technology, Suécia;**  
**PoliMi, Politecnico di Milano, Itália;**  
**PoliTo, Politecnico di Torino, Itália;**  
**TU Delft, Technical University of Delft, Holanda;**  
**TU/e, Technical University of Eindhoven, Holanda;**  
**UPCatalunya, Universidade Politécnica da Catalunha, Espanha;**  
**UPMadrid, Universida de Politécnica de Madrid, Espanha.**

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

*Como indicado no relatório CAMEPP (anexo B2), “considerou-se os objetivos de ensino veiculados nos termos de referência e que se consubstanciam nos objetivos definidos nas orientações EUR-ACE: conhecimento e compreensão; análise em engenharia; projeto de engenharia; investigação; prática de engenharia; capacidade de decisão; capacidade de comunicação e trabalho de equipa; aprendizagem ao longo da vida. Esta escolha de objetivos foi norteada pelo seu uso internacional em múltiplos contextos e por ser um referencial utilizado pela Ordem dos Engenheiros.”*

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

*As pointed out in the CAMEPP report (annex B2), “we considered the teaching objectives conveyed in the terms of reference and which are embodied in the objectives defined in the EUR-ACE guidelines: knowledge and understanding; engineering analysis; engineering design; investigation; engineering practice; decision-making ability; communication skills and teamwork; lifelong learning. This choice of objectives was guided by its international use in multiple contexts and by being a reference used by the Order of Engineers.”*

## 11. Estágios e/ou Formação em Serviço

### 11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

---

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

#### 11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

#### 11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<sem resposta>

#### 11.2. Plano de distribuição dos estudantes

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

<sem resposta>

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

---

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

<sem resposta>

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

<no answer>

**11.4. Orientadores cooperantes**

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

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

<sem resposta>

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

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

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

<sem resposta>

**12. Análise SWOT do ciclo de estudos****12.1. Pontos fortes:**

- *Formação sólida em ciências básicas e em ciências da engenharia;*
- *Capacidade para (auto) aprendizagem ao longo da vida profissional;*
- *Laboratórios de ensino e investigação que permitem complementar a formação dos estudantes e desenvolver trabalhos em ambiente experimental;*
- *Muitos dos docentes são especialistas reconhecidos internacionalmente nas áreas em que lecionam, seja pela sua atividade científica, seja pela vertente profissional;*
- *Existência de um processo de monitorização que inclui o sistema QUC e a realização de reuniões periódicas com representantes dos estudantes e responsáveis pelas UCs para analisar o funcionamento das mesmas e preparar os semestres de uma forma cuidadosa;*
- *Excelente base de recrutamento aferida pelas classificações mínimas de entrada, superiores a 160 pontos nos últimos quatro anos bem como pela proveniência dos alunos de diversas zonas do país.*

**12.1. Strengths:**

- *Solid training in basic sciences and engineering sciences;*
- *Capacity for (self) learning throughout the professional life;*
- *Teaching and research laboratories that complement the training of students and develop work in an experimental environment;*
- *Many of the teachers are internationally recognized specialists in the areas in which they teach, either for their scientific activity or for their professional roles;*
- *Existence of a monitoring process that includes the QUC system and periodic meetings with representatives of students and heads of UCs to analyze their functioning and prepare the semesters in a careful manner;*
- *Excellent recruitment base, as measured by the minimum entry ratings, over 160 points in the last four years, as well as by the origin of students from different areas of the country.*

**12.2. Pontos fracos:**

- *Dificuldade em compatibilizar os diferentes interesses/ritmos de aprendizagem (ensino de massas);*

- *Inexistência de anfiteatros grandes e em número suficiente que permitam acomodar confortavelmente os estudantes dos primeiros anos nas aulas teóricas e em testes e exames;*
- *Dispersão da atividade dos docentes em tarefas não estritamente letivas e de investigação;*
- *Idade média dos docentes elevada;*
- *Componente de formação pedagógica ainda muito incipiente na carreira docente universitária;*
- *Ensino pouco “personalizado”, dado o número de estudantes admitidos neste; em média a formação de base dos estudantes e a sua maturidade à entrada do curso não têm o nível desejável resultante de uma cultura de menor exigência e esforço ao nível do ensino secundário;*
- *Dificuldade em compatibilizar o grau de exigência e ritmo de transmissão de competências com a capacidade de resposta dos estudantes, especialmente nos primeiros anos do curso;*
- *Sobrelocação dos espaços de estudo em determinadas épocas do semestre, que se prende também com a exiguidade de espaço nas instalações da Alameda.*

#### 12.2. Weaknesses:

- *Difficulty in matching the different interests / learning rhythms (mass teaching);*
- *Lack of large and sufficient amphitheaters that allow students of the first years to be comfortably accommodated in theoretical classes and in tests and exams;*
- *Dispersion of the activity of teachers in non-teaching and research tasks;*
- *High average age of the teachers;*
- *Pedagogical training component still very incipient in the university teaching career;*
- *Less “personalized” teaching, given the number of students admitted to this course; on average the basic training of students and their maturity at the entrance to the course do not have the desirable level resulting from a culture of less demand and effort at the level of secondary education;*
- *Difficulty in matching the degree of demand and pace of transmission of skills with the students' ability to respond, especially in the first years of the course;*
- *Overcrowding of study spaces at certain times of the semester, which is also related to the limited space at Alameda facilities .*

#### 12.3. Oportunidades:

- *Possibilidades de os licenciados em engenharia mecânica desenvolverem trabalho em áreas emergentes, tais como energias renováveis, nano e microtecnologia, novos materiais e processos de fabrico, edifícios inteligentes, biomecânica, biomédica, fábricas do futuro, entre outras;*
- *Necessidade crescente de profissionais nas áreas da engenharia mecânica nomeadamente produção, energia e controlo e automação industrial;*
- *Reequipamento laboratorial com base em programas de financiamento nacionais ou europeus, com origem pública ou privada (e.g. alguns laboratórios foram equipados por empresas nacionais);*
- *Número elevado de recém-doutorados com grande qualidade intelectual e científica com potencial para assegurarem a eventual renovação do corpo docente;*
- *Possibilidade de envolver em tarefas de docência os investigadores doutorados afectos a atividade de investigação, nomeadamente nos Centros de Investigação (IDMEC, IN+, CCTAE, CENTEC e MARTEC);*
- *Inclusão dos estudantes em atividades de I&D, por meio de trabalhos e projetos opcionais a UC de especialização.*

#### 12.3. Opportunities:

- *Possibilities for graduates in mechanical engineering to develop work in emerging areas, such as renewable energy, nano and microtechnology, new materials and manufacturing processes, intelligent buildings, biomechanics, biomedics, factories of the future, among others;*
- *Increasing need for professionals in the areas of mechanical engineering, namely production, energy and industrial automation and control;*
- *Laboratory retrofitting based on national or European funding programs, with public or private origin (e.g. some laboratories have been equipped by national companies);*
- *High number of recent doctorates with high scientific quality with the potential to ensure the eventual renewal of the teaching staff;*
- *Possibility of involving doctoral researchers involved in research activities in teaching tasks, namely in the Research Centers (IDMEC, IN +, CCTAE, CENTEC and MARTEC);*
- *Inclusion of students in R&D activities, through optional work and projects in specific UCs.*

#### 12.4. Constrangimentos:

- *Carácter fundamentalmente regional/local da captação de estudantes;*
- *Envelhecimento do corpo docente e falta de renovação, que se acentuou com a crise económico-financeira, que faz com que se funcione acima do rácio docente/aluno desejável;*
- *Falta de bolseiros e estudantes de doutoramento, nas aulas práticas e de laboratório;*
- *Inércia do corpo docente a introduzir alterações aos métodos utilizados por mais de duas décadas;*
- *A redução do financiamento verificado nos últimos anos dificulta a manutenção, reparação e aquisição de equipamentos, a renovação de espaços e a aquisição de consumíveis;*
- *Dificuldade em contratar técnicos de qualidade, nomeadamente para apoio aos laboratórios;*

- *Dificuldade de adaptação ao espírito do ensino universitário por parte de alguns estudantes, nomeadamente no que diz respeito à capacidade de desenvolver estudo autónomo;*
- *Menor aptidão dos estudantes para o estudo das disciplinas de matemática e física o que, a par da evolução demográfica, pode reduzir, em geral, o universo de recrutamento de estudantes para os cursos de engenharia (o que é uma tendência a nível europeu).*

#### 12.4. Threats:

- *Predominantly regional / local character of student recruitment;*
- *Aging of the teaching staff and lack of renewal, which was accentuated by the economic and financial crisis, which makes it work above the desirable teacher / student ratio;*
- *Lack of scholarship holders and PhD students, in practical and laboratory classes;*
- *Inertia of the faculty to introduce changes to the methods used for more than two decades;*
- *The reduction in financing seen in recent years makes it difficult to maintain, repair and purchase equipment, renovate spaces and purchase consumables;*
- *Difficulty in hiring quality technicians, namely to support laboratories;*
- *Difficulty in adapting to the spirit of university education by some students, namely with regard to the ability to develop autonomous study;*
- *Lesser aptitude of students to study the subjects of mathematics and physics which, together with demographic evolution, can, in general, reduce the universe of recruiting students for engineering courses (which is a trend at European level) .*

#### 12.5. Conclusões:

*A engenharia mecânica é uma atividade profissional regulamentada pela Ordem dos Engenheiros que se consubstancia na aplicação de conhecimentos teóricos, práticos e experimentais, enquadrados por constrangimentos de natureza económica, social, ética e ambiental, à conceção, projeto, fabrico, controlo e gestão de produtos, processos, equipamentos e sistemas energéticos e tecnológicos.*

*O modelo de organização da formação superior em engenharia mecânica do IST assenta no desenvolvimento de um conjunto muito diversificado de competências que permitem assegurar aos estudantes e profissionais de engenharia condições de integração profissional num leque relativamente vasto de saídas profissionais e em circunstâncias similares às que são proporcionadas pelas instituições de referência de ensino universitário do espaço Europeu.*

*De facto, os engenheiros mecânicos formados no IST têm grande facilidade em integrar-se no mercado de trabalho, uma vez que as entidades empregadoras continuam a procurar nesta formação superior as boas qualidades sistematicamente demonstradas ao longo dos tempos pelos seus profissionais. O mercado de trabalho é extremamente diversificado merecendo destaque: os gabinetes de projeto, as indústrias de fabricação de equipamentos mecânicos e térmicos, as empresas de produção de energia e climatização, as atividades de manutenção e gestão de operações, as tarefas de avaliação de projetos e consultoria em empresas de serviços (bancos e seguradoras), as atividades técnico-comerciais e os laboratórios de investigação e de desenvolvimento industrial.*

*O Departamento de Engenharia Mecânica do IST acumula a experiência de várias décadas de empenhamento em atividades de ensino, investigação e desenvolvimento. A diversidade de competências intrínsecas a um corpo docente próprio qualificado e constituído integralmente por titulares do grau de doutor associadas à qualidade e variedade dos equipamentos experimentais que se encontram instalados nos seus laboratórios conferem ao actual Departamento de Engenharia Mecânica do IST a excelência indispensável a um ensino de elevada qualidade.*

*A licenciatura em engenharia mecânica está organizada num modelo de ciclo de estudos conducente ao grau de Licenciado em engenharia mecânica com a duração total de 6 semestres curriculares de trabalho. Aos alunos que tenham completado os primeiros 6 semestres curriculares de trabalho é conferido o grau de licenciado em engenharia mecânica. Este grau de licenciado não possibilita o acesso direto ao exercício da profissão. Tem por finalidade garantir o reconhecimento de um nível de competências ainda que não diretamente profissionalizantes e visa ainda permitir e facilitar a mobilidade dos estudantes.*

#### 12.5. Conclusions:

*Mechanical engineering is a professional activity regulated by the Order of Engineers that is based on the application of theoretical, practical and experimental knowledge, framed by economic, social, ethical and environmental constraints, to the conception, design, manufacture, control and management of products, energy and technological processes, equipment and systems.*

*The organization model for higher education in mechanical engineering at IST is based on the development of a very diversified set of skills that enable students and engineering professionals to ensure professional integration conditions in a relatively wide range of professional opportunities and in circumstances similar to those offered at reference universities in Europe.*

*In fact, mechanical engineers trained at IST find it very easy to integrate into the job market, since employers continue to seek in this higher education the good qualities systematically demonstrated over time by their professionals. The labor market is extremely diversified and deserves special mention: the design offices, the mechanical and thermal equipment manufacturing industries, the energy production and air conditioning companies, the maintenance and operations management activities, the project evaluation tasks and consultancy in service companies (banks and*

*insurance companies), technical-commercial activities and research and industrial development laboratories.*

*The Mechanical Engineering Department of IST accumulates the experience of several decades of commitment to teaching, research and development activities. The diversity of competencies intrinsic to a qualified teaching staff entirely composed of holders of a PhD degree associated with the quality and variety of experimental equipment installed in their laboratories gives the current Mechanical Engineering Department of IST the excellence that is essential for high quality teaching.*

*The degree in mechanical engineering is organized in a model of leading to a degree in Mechanical Engineering with a total duration of 6 curricular semesters of work. Students who have completed the first 6 curricular semesters of work are awarded a degree in mechanical engineering. This degree does not allow direct access to the profession. Its purpose is to guarantee the recognition of a level of competences, although not directly professional, and it also aims to allow and facilitate the mobility of students.*