

# ACEF/1314/11302 — Guião para a auto-avaliação

---

## Caracterização do ciclo de estudos.

**A1. Instituição de Ensino Superior / Entidade Instituidora:**  
*Universidade Do Porto*

**A1.a. Outras Instituições de Ensino Superior / Entidades Instituidoras:**

**A2. Unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.):**  
*Faculdade De Engenharia (UP)*

**A3. Ciclo de estudos:**  
*Engenharia Mecânica*

**A3. Study programme:**  
*Mechanical Engineering*

**A4. Grau:**  
*Doutor*

**A5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (nº e data):**  
*Diário da República, 2.ª série — N.º 132 — 10 de Julho de 2009 Deliberação n.º 2015/2009*

**A6. Área científica predominante do ciclo de estudos:**  
*Engenharia Mecânica*

**A6. Main scientific area of the study programme:**  
*Mechanical Engineering*

**A7.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos (3 algarismos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF):**  
*521*

**A7.2. Classificação da área secundária do ciclo de estudos (3 algarismos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:**  
*N/A*

**A7.3. Classificação de outra área secundária do ciclo de estudos (3 algarismos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:**  
*N/A*

**A8. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:**  
*180*

**A9. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL-74/2006, de 26 de Março):**  
*6 semestres*

**A9. Duration of the study programme (art.º 3 DL-74/2006, March 26th):**  
*6 semesters*

**A10. Número de vagas aprovado no último ano lectivo:**  
*60*

**A11. Condições de acesso e ingresso:***Podem candidatar-se ao programa de doutoramento:*

- a) Os titulares de grau de Licenciatura (pré Bolonha) em Engenharia Mecânica ou área considerada elegível pela Comissão Científica do programa..*
- b) Os titulares de atual grau de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica ou área considerada elegível pela Comissão Científica do programa.*
- c) Os titulares de grau de Mestrado ou detentores de Licenciatura (pré-Bolonha) correspondente a Segundo Ciclo de Estudos, em área considerada elegível pela Comissão Científica do programa.*
- d) Os titulares de grau de Mestrado (pré Bolonha), obtido em área considerada elegível pela Comissão Científica do programa.*
- e) Os titulares de habilitações estrangeiras reconhecidas pela Comissão Científica do programa como equiparáveis para efeito de admissão neste Programa.*

**A11. Entry Requirements:***The following may apply for a cycle of studies conferring a Doctoral degree:*

- a) Holders of a pre-Bologna Higher Education Degree in Mechanical Engineering or any other area which is considered eligible by the Scientific Committee of the program.*
- b) Holders of a MIEM or in any other area which is considered eligible by the Scientific Committee of the program.*
- c) Holders of a Master's degree or legal equivalent who have Bologna Higher Education Degree, corresponding to a second study cycle, in an area which is considered eligible by the Scientific Committee of the program.*
- d) Holders of a pre-Bologna Higher Education Degree in an area which is considered eligible by the Scientific Committee of the program.*
- e) Holders of a foreign academic degree recognized by the Scientific Committee as attesting to their ability to attend this cycle of studies.*

*The Scientific Committee may admit candidates with classifications, other than those referred, based on the appreciation of their CV.***A12. Ramos, opções, perfis...****Pergunta A12****A12. Percursos alternativos como ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):***Não***A12.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento (se aplicável)**

**A12.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras formas de organização de percursos alternativos em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor, or other forms of organisation of alternative paths compatible with the structure of the study cycle (if applicable)**

**Opções/Ramos/... (se aplicável):****Options/Branches/... (if applicable):****A13. Estrutura curricular****Mapa I -****A13.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia Mecânica***A13.1. Study programme:***Mechanical Engineering***A13.2. Grau:***Doutor***A13.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

&lt;sem resposta&gt;

**A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**

&lt;no answer&gt;

**A13.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
Engenharia Mecânica/Mechanical Engineering *	EM	55	0
Tese/Thesis *	EM	120	0
Engenharia Mecânica/Outra área / Mechanical Engineering/Other area **		0	5
* Constam os valores máx. obrig. (o estudante deverá fazer um total 172 a 175 obr. (ver ponto 14)		0	0
** Constam os valores mín. opt. (o estudante deverá fazer um total 5 a 8 opt. (ver ponto 14)		0	0
<b>(5 Items)</b>		<b>175</b>	<b>5</b>

**A14. Plano de estudos****Mapa II - - 1º Ano / Anual****A14.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia Mecânica***A14.1. Study programme:***Mechanical Engineering***A14.2. Grau:***Doutor***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

&lt;sem resposta&gt;

**A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**

&lt;no answer&gt;

**A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano / Anual***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year / Anual***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Seminário de Elaboração do Projecto de Investigação	EM	Anual	540	T-10;S-30;OT-100	20	
<b>(1 Item)</b>						

**Mapa II - - 1º Ano / 1º Semestre**

**A14.1. Ciclo de Estudos:**  
**Engenharia Mecânica**

**A14.1. Study programme:**  
**Mechanical Engineering**

**A14.2. Grau:**  
**Doutor**

**A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
**<sem resposta>**

**A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
**<no answer>**

**A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
**1º Ano / 1º Semestre**

**A14.4. Curricular year/semester/trimester:**  
**1st Year / 1st Semester**

**A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Métodos de Aproximação em Engenharia	EM	Semestral	202.5	T: 35; OT: 35	7.5	
Acidentologia	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Análise de Riscos Industriais	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Análise e Simulação de Sistemas Térmicos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Análise Numérica Avançada	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Auditorias e Certificação Energética de Edifícios	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Biomecânica	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Cálculo Matricial de Grande Dimensão	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Climatização	EM	Semestral	175.5	T: 60	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Comandos e Accionamentos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Complementos de Elementos Finitos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Concepção de Estruturas	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Controlo de Sistemas Não-Lineares	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS

Corrosão e Revestimentos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Dinâmica das Estruturas	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Dinâmica de Máquinas	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Dinâmica Não Linear	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Eficiência Energética e Sustentabilidade de Edifícios	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Energia Solar	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Energia, Ambiente e Sustentabilidade	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Energias Renováveis	EM	Semestral	175.5	T: 60	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Engenharia das Superfícies	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Estabilidade Estrutural	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Estratégias Empresariais e Gestão de Operações	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Estruturas Metálicas	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Fadiga e Mecânica da Fractura	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Fiabilidade e Manutenção	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Gestão de Energia Térmica	EM	Semestral	175.5	T: 60	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Instrumentação e Controlo	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Juntas Adesivas Estruturais	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Laminados Compósitos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Materiais Compósitos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Mecânica do Contacto e Lubrificação	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Mecânica dos Fluidos Avançada	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Mecânica dos Sólidos não Linear	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Mecânica Experimental	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS

Mecânica Não Linear dos Meios Contínuos para Análise por Elementos Finitos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Mecânica Probabilística e Fiabilidade	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Método dos Elementos Finitos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Métodos Computacionais em Eng. <sup>a</sup> Térmica	EM	Semestral	175.5	T: 60	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Métodos Computacionais em Plasticidade e em Mecânica da Fractura	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Métodos Experimentais em Eng. <sup>a</sup> Térmica	EM	Semestral	175.5	T: 15; OT: 45	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Optimização	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Organização e Gestão da Manutenção	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Placas e Cascas	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Processamento e Análise de Imagens em Engenharia	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Processamento, Representação e Análise Computacional de Dados	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Qualidade do Ambiente Interior	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Robótica	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Segurança de Máquinas	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS

(50 Items)

## Mapa II - - 1º Ano / 1º Semestre (continuação do mapa anterior)

### A14.1. Ciclo de Estudos:

**Engenharia Mecânica**

### A14.1. Study programme:

**Mechanical Engineering**

### A14.2. Grau:

**Doutor**

### A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

**<sem resposta>**

### A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

**<no answer>**

### A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

**1º Ano / 1º Semestre (continuação do mapa anterior)**

**A14.4. Curricular year/semester/trimester:****1st Year / 1st Semester (continuation of the previous map)****A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Seleção e Ensaio de Materiais	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Simulação e Dimensionamento de Sistemas AVAC	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Sistemas de Informação em Manutenção	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Sistemas Electromecânicos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Sustentabilidade, Ambiente e Reciclagem	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Técnicas de Inspeção e de Manutenção Condicionada	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Técnicas Experimentais Avançadas em Fluidos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Técnicas Experimentais em Mecânica	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Tecnologias da Computação Industrial	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Tecnologias da Conformação Plástica	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Termomecânica	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Viscoelasticidade e Viscoplasticidade	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Unidade Curricular Optativa Livre de qualquer Área (13 Items)	LIVRE	Semestral	135	T: 25; OT:25	5	Entre 5 e 8 ECTS

**Mapa II - - 1º Ano / 2º Semestre****A14.1. Ciclo de Estudos:****Engenharia Mecânica****A14.1. Study programme:****Mechanical Engineering****A14.2. Grau:****Doutor****A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):****<sem resposta>**

**A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**

&lt;no answer&gt;

**A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:****1º Ano / 2º Semestre****A14.4. Curricular year/semester/trimester:****1st Year / 2nd Semester****A14.5. Plano de estudos / Study plan**

<b>Unidades Curriculares / Curricular Units</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>
Métodos de Aproximação em Engenharia	EM	Semestral	202.5	T: 35; OT: 35	7.5	
Acidentologia	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Análise de Riscos Industriais	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Análise Numérica Avançada	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Biomassa e Biocombustíveis	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Biomecânica	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Cálculo Matricial de Grande Dimensão	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Células de Combustível	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Comandos e Accionamentos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Combustão Avançada	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Complementos de Elementos Finitos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Complementos em Física dos Edifícios	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Concepção de Estruturas	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Controlo de Sistemas Não-Lineares	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Corrosão e Revestimentos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Dinâmica das Estruturas	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Dinâmica Não Linear	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Energia Eólica	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Engenharia das Superfícies	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Engenharia de Manutenção	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Estabilidade Estrutural	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Estratégias Empresariais e Gestão de Operações	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Fiabilidade e Manutenção	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Gestão de Energia Térmica	EM	Semestral	175.5	T: 60	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS



Gestão, Controlo e Segurança de Sistemas AVAC	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Inovação e Desenvolvimento do Produto	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Instrumentação e Controlo	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Instrumentação para Medição, Aquisição e Transmissão de Dados	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Integração de Energias Renováveis e Novas Tec. Energ. nos Edifícios	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Juntas Adesivas Estruturais	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Laminados Compósitos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Mecânica dos Fluidos Computacional	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Mecânica dos Fluidos Não Newtonianos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Mecânica dos Sólidos não Linear	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Mecânica Não Linear dos Meios Contínuos para Análise por Elementos Finitos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Métodos Computacionais em Plasticidade e em Mecânica da Fractura	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Microfluidica	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Novas Tecnologias Energéticas e Sistemas Híbridos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Optimização	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Organização e Gestão da Manutenção	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Processamento e Análise de Imagens em Engenharia	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Processamento, Representação e Análise Computacional de Dados	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Processos Avançados de Produção	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Redes de Gás e Vapor	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Robótica	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Segurança de Máquinas	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Seleção e Ensaio de Materiais	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Simulação de Processos Tecnológicos	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Sistemas de Informação em Manutenção	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Sustentabilidade, Ambiente e Reciclagem	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS

**(50 Items)****Mapa II - - 1º Ano / 2º Semestre (continuação do mapa anterior)****A14.1. Ciclo de Estudos:  
Engenharia Mecânica**

**A14.1. Study programme:**  
***Mechanical Engineering***

**A14.2. Grau:**  
***Doutor***

**A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
***<sem resposta>***

**A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
***<no answer>***

**A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
***1º Ano / 2º Semestre (continuação do mapa anterior)***

**A14.4. Curricular year/semester/trimester:**  
***1st Year / 2nd Semester (continuation of the previous map)***

**A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Técnicas de Inspeção e de Manutenção Condicionada	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Técnicas Experimentais em Mecânica	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Tecnologias da Computação Industrial	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Tecnologias de Desenvolvimento de Produto	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Termodinâmica Avançada	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Termomecânica	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Viscoelasticidade e Viscoplasticidade	EM	Semestral	175.5	T: 30; OT: 30	6.5	Unidade Curricular Optativa de 24,5 até 27,5 ECTS
Unidade Curricular Optativa Livre de qualquer Área (8 Items)	LIVRE	Semestral	135	T: 25; OT:25	5	Entre 5 a 8 ECTS

**Mapa II - - 2º e 3º Ano / Bianual**

**A14.1. Ciclo de Estudos:**  
***Engenharia Mecânica***

**A14.1. Study programme:**  
***Mechanical Engineering***

**A14.2. Grau:**  
***Doutor***

**A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

&lt;sem resposta&gt;

**A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**

&lt;no answer&gt;

**A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º e 3º Ano / Bianual***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd and 3rd Year / Biannual***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Elaboração de uma Tese Original (1 Item)	EM	Bianual	3200	O: 240	120	

**Perguntas A15 a A16****A15. Regime de funcionamento:***Diurno***A15.1. Se outro, especifique:**

&lt;sem resposta&gt;

**A15.1. If other, specify:**

&lt;no answer&gt;

**A16. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos (a(s) respectiva(s) Ficha(s) Curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa VIII)***José Manuel de Almeida César de Sá, Professor Catedrático da FEUP***A17. Estágios e Períodos de Formação em Serviço****A17.1. Indicação dos locais de estágio e/ou formação em serviço****Mapa III - Protocolos de Cooperação****Mapa III****A17.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

&lt;sem resposta&gt;

**A17.1.2. Protocolo (PDF, máx. 100kB):**

&lt;sem resposta&gt;

**Mapa IV. Mapas de distribuição de estudantes****A17.2. Mapa IV. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio.(PDF, máx. 100kB)****Documento com o planeamento da distribuição dos estudantes pelos locais de formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.**

&lt;sem resposta&gt;

### A17.3. Recursos próprios da instituição para acompanhamento efectivo dos seus estudantes no período de estágio e/ou formação em serviço.

A17.3. Indicação dos recursos próprios da instituição para o acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e períodos de formação em serviço.

<sem resposta>

A17.3. Indication of the institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods.

<no answer>

### A17.4. Orientadores cooperantes

A17.4.1. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes (PDF, máx. 100kB).

A17.4.1. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes (PDF, máx. 100kB)

Documento com os mecanismos de avaliação e selecção dos monitores de estágio e formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino e as instituições de formação em serviço.

<sem resposta>

Mapa V. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (para ciclos de estudos de formação de professores).

Mapa V. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (para ciclo de estudos de formação de professores) / Map V. External supervisors responsible for following the students' activities (only for teacher training study cycles)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional / Professional Qualifications	Nº de anos de serviço / No of working years
----------------	--	--	---	--

<sem resposta>

## Pergunta A18 e A19

A18. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

*O ciclo de estudos é ministrado na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.*

A19. Regulamento de creditação de formação e experiência profissional (PDF, máx. 500kB):

[A19. Regulamento Creditação Formação Anterior e Experiência Profissional UPorto.pdf](#)

A20. Observações:

- Os estudantes pela conclusão da parte curricular (60 ECTS) têm direito ao diploma do curso de Doutoramento (não conferente de grau) e pela conclusão do Programa Doutoral (180 ECTS) têm direito ao diploma do grau de Doutor.
- Os dados do campo 5.1. reportam-se ao ano letivo 2012/13 e os dados do campo 7.1.1., relativos aos diplomados, reportam-se aos anos 2009/10, 2010/11 e 2011/12.
- No ponto 5.1.1.4 dado dispormos de respostas sobre a escolaridade dos pais, que não se enquadram nas tipificadas o valor percentual neste ponto não atinge os 100%.
- No ponto 5.1.1.4. e 5.1.1.5., foi considerada uma média dos dados obtidos no inquérito RAIDES12 para o pai e a mãe.
- Na tabela incluída no ponto 7.1.4. do formulário, referente a Empregabilidade, foi colocado nos vários campos de preenchimento o valor de "0", dado que não existem dados para os 3ºs ciclos de estudos, sendo o valor para este ciclo de estudos desconhecido.
- No caso da "Elaboração de uma Tese Original" não é lançado serviço docente oficial pelo que na ficha da UC e na ficha de docente é apenas mencionado o número de estudantes que cada docente orienta.

- As seguintes unidades curriculares aprovadas em DR nunca funcionaram: Acidentologia; Análise Numérica Avançada; Auditorias e Certificação Energética de Edifícios; Células de Combustível; Climatização; Combustão Avançada; Complementos em Física dos Edifícios; Conceção de Estruturas; Corrosão e Revestimentos; Dinâmica de Máquinas; Eficiência Energética e Sustentabilidade de Edifícios, Energias Renováveis; Estabilidade Estrutural; Estratégias Empresariais e Gestão de Operações; Estruturas Metálicas; Gestão de Energia Térmica; Gestão, Controlo e Segurança de Sistemas AVAC; Instrumentação e Controlo; Métodos Experimentais em Engenharia Térmica; Microfluidica; Qualidade do Ambiente Interior; Redes de Gás e Vapor; Sistemas Eletromecânicos; Sustentabilidade, Ambiente e Reciclagem; Técnicas Experimentais Avançadas em Fluidos; Termodinâmica Avançada; Termomecânica; Viscoelasticidade e Viscoplasticidade; Energia, Ambiente e Sustentabilidade.
- No ponto 7.3.4, relativo ao nível de internacionalização, os dados percentuais são referentes a 2012/13.

#### A20. Observations:

- By completing the curricular component (60 ECTS), students are entitled to a Doctorate diploma (without a degree) and by completing the Doctoral Programme (180 ECTS) they are entitled to a Doctorate Degree diploma.
- Data in section 5.1. refer to the academic year 2012/13 and data in section 7.1.1 . , regarding graduates, refer to the years 2009/10, 2010/11 and 2011/12.
- In section 5.1.1.4, given that we possess the replies regarding the level of schooling of the parents, which do not fall in the typified data, the percentage in this section does not reach 100 %.
- In sections 5.1.1.4. and 5.1.1.5., an average of the data obtained in the survey RAIDES12 was considered both for the father and mother .
- In the table included in section 7.1.4. of the form regarding employability, several sections were filled out as '0', given the unavailability of data on third cycle study programmes, with the value for this study programme being unknown.
- In the 'Thesis', there isn't an official number of contact hours and thus in the UC's and the teacher's specifications only the number of students supervised by each teacher is mentioned.
- The following course units were approved in the DR but have never worked: Accidentology; Advanced Numerical Analysis, Energy Auditing and Certification in Buildings, Fuel Cells, Climatization, Advanced Combustion; Complements of Building Physics, Structural Design, Corrosion and Coatings; Machine Dynamics, Energetic Efficiency and Buildings Sustainability, Renewable Energies, Structural Stability, Corporate Strategy and Operations Management; Metallic Structures; Thermal Energy Management, Management, Control and Safety of AVAC Systems, Instrumentation and Control, Experimental Methods in Thermal Engineering, Microfluids Technology, Quality of Indoor Environment; Gas and Steam Networks; Electro mechanic Systems, Sustainability, Environment and Recycling, Advanced Experimental Techniques in Fluids, Advanced Thermodynamics; Thermo Mechanics; Visco-elasticity and Visco-plasticity, Energy, Environment and Sustainability.
- In section 7.3.4, concerning the level of internationalisation, the percentage data refers to 2012/13.

#### A21. Participação de um estudante na comissão de avaliação externa

A Instituição põe objecções à participação de um estudante na comissão de avaliação externa?

Não

## 1. Objectivos gerais do ciclo de estudos

### 1.1. Objectivos gerais definidos para o ciclo de estudos.

O Programa de Doutoramento de Engenharia Mecânica (PRODEM) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) tem como objetivo a formação de investigadores altamente qualificados na área da Engenharia Mecânica. A formação é conduzida por um estudo e investigação de nível elevado num assunto incluído no largo espectro de áreas cobertas pela Engenharia Mecânica. Como resultado o estudante deverá ficar apto a levar a cabo investigação importante na área do seu doutoramento, de uma forma ao mesmo tempo autónoma mas também integradora de várias competências, que potencie o desenvolvimento do conhecimento tanto em ambiente académico e científico como em ambiente empresarial.

### 1.1. study programme's generic objectives.

The Mechanical Engineering Doctoral Program (PRODEM) of the Faculty of Engineering of the University of Porto (FEUP) aims to train highly qualified researchers in the area of mechanical engineering. The training is conducted by a high level study and research in a subject included in the wide range of areas covered by mechanical engineering. As a result the student should be able to carry out important research in the area of his PhD, autonomous but also, at the same time, integrating several competences, to promote the development of knowledge both in academic and scientific environment as in the business environment.

### 1.2. Coerência dos objectivos definidos com a missão e a estratégia da instituição.

A missão da FEUP desenvolve-se essencialmente nas áreas da engenharia e afins, tendo como dimensões

*principais a formação académica, as atividades de investigação, desenvolvimento e inovação em estreita ligação com as formações de segundo e principalmente de terceiro ciclo e, ainda, as atividades da terceira missão da Universidade que incluem a transferência de conhecimento e tecnologia, a prestação de serviços, a oferta de formação contínua, a participação na discussão de políticas nacionais e o envolvimento na vida económica, cultural e social da nossa região e do país. Deve ver-se como parte integral dessas dimensões, na sua complementaridade, a formação cultural, cívica e humanista da Comunidade FEUP, a valorização da envolvente e do património e a preservação da memória da instituição.*

*O programa doutoral em Engenharia Mecânica contribui para a missão da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto no que se refere à formação de terceiro ciclo, investigação e desenvolvimento, transferência de tecnologia e envolvimento no tecido económico do país.*

#### 1.2. Coherence of the study programme's objectives and the institution's mission and strategy.

*FEUP's mission is mainly developed in the areas of Engineering and the like, comprising as main academic training dimensions the research, development and innovation activities closely connected with the 2nd and specially 3rd cycle instruction and, in addition, activities that include the transfer of knowledge and technology, rendering of services, provision for continuous training, participation in the discussion of national policies and intervention in the economic, cultural and social life of our region and country. Cultural, civil and humanist instruction of the FEUP community, the valorization of its surroundings and heritage, and the preservation of the institution's memory, are an integral part of these dimensions.*

*The doctoral programme in mechanical engineering contributes to the mission of the Faculty of engineering of the University of Porto with regard to third-cycle education, research and development, technology transfer and involvement in the economic fabric of the country.*

#### 1.3. Meios de divulgação dos objectivos aos docentes e aos estudantes envolvidos no ciclo de estudos.

*A divulgação do PRODEM é feita sobretudo através das páginas da internet da FEUP, acessíveis a toda a parte do mundo, em português e inglês. O PRODEM edita ainda regularmente uma brochura em língua inglesa que visa também divulgar os trabalhos de investigação que são levados a cabo no âmbito do PRODEM.*

*São ainda realizadas reuniões de coordenação com os docentes, no início de cada semestre, uma reunião semestral da Comissão Científica e uma reunião semestral da Comissão de Acompanhamento, constituída por representantes dos estudantes e docentes.*

#### 1.3. Means by which the students and teachers involved in the study programme are informed of its objectives.

*The promotion of the PRODEM is done mainly through the internet pages of FEUP, accessible to any part of the world, in Portuguese and English. The PRODEM edits regularly a brochure in English that aims to also disclose research that is carried out within the framework of PRODEM.*

*Additionally, coordination meetings with the teaching staff are held at the beginning of each semester, as well as a Scientific Committee semestral meeting and a semestral Monitoring Commission semestral meeting, composed by student and teacher representatives.*

## 2. Organização Interna e Mecanismos de Garantia da Qualidade

### 2.1 Organização Interna

#### 2.1.1. Descrição da estrutura organizacional responsável pelo ciclo de estudo, incluindo a sua aprovação, a revisão e actualização dos conteúdos programáticos e a distribuição do serviço docente.

*A gestão é assegurada pelo Diretor, Comissão Científica (CC) e Comissão de Acompanhamento (CA).*

*Ao Diretor do ciclo de estudos (CE) compete: assegurar o funcionamento do CE e zelar pela sua qualidade; gerir as dotações orçamentais atribuídas; assegurar a ligação entre o CE e departamentos responsáveis pelas UCs; divulgar, promover o CE e elaborar um relatório anual sobre o seu funcionamento; elaborar e submeter ao Diretor da FEUP o regulamento do CE, ouvida a CC; promover a coordenação curricular; elaborar os documentos dos processos de acreditação e certificação do CE; organizar processos de reconhecimento; planos individuais de estudos; presidir às reuniões da CC e CA; promover a auscultação dos estudantes e docentes; elaborar e submeter ao Diretor da FEUP propostas de organização ou alteração de planos de estudo e propostas de regimes de ingresso e de numerus clausus; elaborar e submeter ao Diretor da FEUP, propostas com necessidades de serviço docente, instalações e laboratórios.*

#### 2.1.1. Description of the organisational structure responsible for the study programme, including its approval, the syllabus revision and updating, and the allocation of academic service.

*Management is ensured by the Director, Scientific Committee and Monitoring Committee. The Director of the study cycle (EC): ensures the functioning of the EC and ensures its quality; manages the budget allocated; ensures the link between the EC and departments responsible for UCs; disseminates, promotes and writes an annual report; prepares and submits to the Director of FEUP the regulations of the study cycle, after hearing the Scientific*

*Committee; promotes curriculum coordination; writes the documents of accreditation and certification; prepares individual plans of equivalence of studies; chairs the meetings of the Scientific Committee and Monitoring Committee; hears the opinions of students and teachers; prepares and submits to the Director of FEUP organization or amendment proposals of the study plans and proposals of numerus clausus; prepares and submits to the Director of FEUP, proposals with the needs of teaching staff, classrooms and laboratories.*

**2.1.2. Forma de assegurar a participação activa de docentes e estudantes nos processos de tomada de decisão que afectam o processo de ensino/aprendizagem e a sua qualidade.**

*A participação de docentes e estudantes nos processos de decisão é assegurada através das Comissões Científica e de Acompanhamento.*

*A Comissão Científica integra, para além do Diretor do Ciclo de Estudos (DCE), um conjunto de dois a quatro docentes designados pelo DCE, e é homologada pelo Diretor da FEUP. A ela compete: coadjuvar o DCE na coordenação curricular; pronunciar-se sobre as propostas de organização ou de alteração dos planos de estudo, sobre as necessidades do serviço docente, sobre propostas de regimes de ingresso e de numerus clausus, sobre o regulamento do ciclo de estudos elaborado pelo respetivo DCE; coadjuvar o DCE sobre os assuntos que ele colocar à sua consideração.*

*À Comissão de Acompanhamento compete verificar o normal funcionamento do CE. É constituída pelo DCE e por outros três membros, um docente e dois discentes. O docente é nomeado pelo DCE. Os estudantes são nomeados pelo DCE, mediante parecer da Comissão Científica, ouvidos os estudantes do CE.*

**2.1.2. Means to ensure the active participation of academic staff and students in decision-making processes that have an influence on the teaching/learning process, including its quality.**

*The participation of teachers and students in the decision-making process is ensured by the Scientific Committee and Monitoring Committee. The Scientific Committee includes, in addition to the Director of the study cycle (DCE), a set of two to four teachers appointed by the DCE, and is approved by the Director of FEUP. It shall: assist the DCE in curriculum coordination; comment on the proposed changes or organization of study plans, on the needs of the teaching service, on proposals and numerus clausus, on the regulation of the study cycle prepared by respective DCE; assist the DCE on the subjects that he may put to his account.*

*The Monitoring Committee shall verify the normal functioning of the CE. Is constituted by DCE and the other three members, a teacher and two students. The teacher is appointed by the DCE. Students are nominated by the DCE, on the advice of the Scientific Committee, after listening to the students.*

## **2.2. Garantia da Qualidade**

**2.2.1. Estruturas e mecanismos de garantia da qualidade para o ciclo de estudos.**

*A estrutura para a qualidade é garantida pela Direção do Ciclo de Estudos( Diretor, Comissão científica e Comissão de Acompanhamento) e tem como mecanismo essencial o Regulamento do Ciclo de Estudos aprovado superiormente, que define o modo de funcionamento com clareza.*

*Mecanismos adicionais de garantia de qualidade do ciclo de estudos incluem a análise dos resultados dos inquéritos pedagógicos, na monitorização do impacto científico das teses concluídas, utilizando como indicadores as publicações em revistas internacionais de elevada qualidade, e na análise do percurso profissional dos antigos estudantes do programa de doutoramento.*

**2.2.1. Quality assurance structures and mechanisms for the study programme.**

*The structure for the quality is guaranteed by the management of the study cycle (Director, Scientific Committee and Monitoring Committee) and has as the essential tool the Regulation of the Study Cycle document approved by the University Rector, which defines the operating mode with clarity.*

*Additional quality assurance mechanisms include the analysis of the survey of pedagogical results inquires, monitoring the impact of scientific theses completed, using as indicators publications in international journals, and the analysis of the career of the former students of the doctoral program.*

**2.2.2. Indicação do responsável pela implementação dos mecanismos de garantia da qualidade e sua função na instituição.**

*O Diretor do ciclo de estudos, Professor José Manuel de Almeida César de Sá.*

**2.2.2. Responsible person for the quality assurance mechanisms and position in the institution.**

*The Director of the CE, Professor José Manuel de Almeida César de Sá.*

**2.2.3. Procedimentos para a recolha de informação, acompanhamento e avaliação periódica do ciclo de estudos.**

*Os estudantes são encorajados a responderem a inquéritos pedagógicos relativos a todas as unidades curriculares do programa doutoral. Os inquéritos pedagógicos têm o objetivo de avaliar a qualidade do ensino ministrado durante a parte escolar do programa doutoral. São também recolhidas informações sobre os artigos publicados, sobre apresentações em congressos internacionais e sobre o percurso profissional dos estudantes.*

*Será produzido um relatório anual de funcionamento do CE.*

- 2.2.3. Procedures for the collection of information, monitoring and periodic assessment of the study programme.**  
*Students are encouraged to respond to teaching surveys for all curricular units of the PhD program. The teaching surveys were designed to evaluate the quality of education provided during the school's doctoral program. Information about the published articles, on presentations in international conferences and on the career of students are also compiled.*  
*An annual report will be produced on the EC running activities.*

**2.2.4. Ligação facultativa para o Manual da Qualidade**

[http://sigarra.up.pt/up/pt/conteudos\\_service.conteudos\\_cont?pct\\_id=11964&pv\\_cod=48xraFgb5Ykp](http://sigarra.up.pt/up/pt/conteudos_service.conteudos_cont?pct_id=11964&pv_cod=48xraFgb5Ykp)

**2.2.5. Discussão e utilização dos resultados das avaliações do ciclo de estudos na definição de acções de melhoria.**

*Os resultados das avaliações do ciclo de estudos são analisados pelo Diretor e pela Comissão Científica que, apoiados pela Comissão de Acompanhamento, definem as ações a implementar para ultrapassar as dificuldades identificadas. Estas ações podem corresponder a medidas adotadas de forma direta pelo Diretor do Ciclo de Estudos ou podem aconselhar a discussão prévia dos aspetos a melhorar, por exemplo, com os docentes envolvidos, com as Comissões Executivas dos Departamentos envolvidos no ciclo de estudos ou, ainda, com o Diretor de outros ciclos de estudos, no caso, por exemplo, de UC's comuns a vários ciclos de estudo. Os resultados dos inquéritos podem ainda ser analisados no Conselho Pedagógico, conforme as competências definidas para este órgão no RJIES e nos Estatutos da U. Porto e da própria UO.*

**2.2.5. Discussion and use of study programme's evaluation results to define improvement actions.**

*The results from the evaluation of the study cycles are analysed by the Director and the Scientific Committee who, supported by the Monitoring Commission, define the actions to be implemented in order to overcome the identified difficulties. These actions can correspond to the measures directly adopted by the Director of the Study Cycle, or advise on the previous discussion of aspects in need of improvement, for instance, with teachers involved, Executive Commissions of the Departments involved in the study cycle or, with the Director of other study cycles in case, for example, of curricular units common to several study cycles. Survey results can be further analyzed in the Pedagogical Council, as defined in this organ competencies in RJIES, UP's Statute and the organic unit itself.*

**2.2.6. Outras vias de avaliação/acreditação nos últimos 5 anos.**

*Avaliação institucional da Universidade do Porto pela European University Association (EUA): relatório de auto-avaliação em outubro de 2009; relatório de avaliação em maio de 2010 (ambos disponíveis no site da UP).*

**2.2.6. Other forms of assessment/accreditation in the last 5 years.**

*Institutional assessment of the University of Porto by the European University Association (EUA): Self-assessment report dating October 2009; assessment report dating May 2010 (both available at the UP's site).*

## 3. Recursos Materiais e Parcerias

### 3.1 Recursos materiais

**3.1.1 Instalações físicas afectas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços lectivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.).**

**Mapa VI. Instalações físicas / Mapa V. Spaces**

<b>Tipo de Espaço / Type of space</b>	<b>Área / Area (m2)</b>
Sala de Aula - Anfiteatro (3 salas, 184 lugares)	456
Sala de Aula - Anfiteatro (13 salas, 99 lugares)	933
Sala de Aula - Anfiteatro (8 salas, 60 lugares)	464
Sala de Aula - Anfiteatro (10 salas, 53 lugares)	670
Sala de Aula - Computadores (3 salas, 16-20 lugares)	199
Sala de Aula - Computadores (14 salas, 24-27 lugares)	785
Sala de Aula - Computadores (4 salas, 30-32 lugares)	298
Sala de Aula - Desenho (2 salas)	250
Sala de Aula - Ensino (3 salas)	169
Sala de Aula - Exame (14 salas),	1508
Sala de Aula - Teórico Práticas (38 salas)	2093
Laboratório - computadores (10 salas),	953



Laboratório - ensino (4 salas)	490
Laboratório - ensino Automatismos industriais	125
Laboratório - ensino CEMAC+Oficinas de mecânica	342
Laboratório - ensino Circuitos lógicos	41
Laboratório - ensino Climatização	84
Laboratório - ensino Controlo automático	125
Laboratório - ensino Electricidade aplicada	56
Laboratório - ensino Ensaaios	156
Laboratório - ensino I&D	41
Laboratório - ensino LET+CEFAD	315
Laboratório - ensino Novas Tecnologias Energéticas	110
Laboratório - ensino Óleo hidráulica	226
Laboratório - ensino Robótica	75
Laboratório - ensino Sala de montagens Des. Tecn.	50
Laboratório - ensino Sistemas Sustentáveis de Energia	57
Laboratório - ensino Software CAD	61
Laboratório - ensino Tecnologia mecânica	336
Laboratório - ensino Tribologia - Cetrib	70
Laboratório - ensino Tribologia - Cetrib	76
Laboratório - ensino Vibrações/Laboratório de análise experim. de tensões e proc. imagem - LOME	163
Laboratório - investigação Laboratório de Instrumentação para medição	78
Laboratório - investigação Materialografia	45
Laboratório - investigação Óptica - LOME	115
Sala de estudo (18 salas)	80
Sala de leitura (11 salas)	3043

### 3.1.2 Principais equipamentos e materiais afectos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didácticos e científicos, materiais e TICs).

#### Mapa VII. Equipamentos e materiais / Map VII. Equipments and materials

Equipamentos e materiais / Equipment and materials	Número / Number
Salas de Aula - Computadores Pessoais	577
Salas de Aula - Projetores de Video	50
Salas de Aula - Equipamentos de Rede	12
Biblioteca - Editoras de Revistas Científicas	15
Biblioteca - Bases de Dados Bibliográficas	26
Biblioteca - Enciclopédias e Dicionários	7
Biblioteca - Editoras de e-Books	15
Biblioteca - Bibliotecas Repositórios Digitais	17
Biblioteca - Livros de Texto	60000
Biblioteca - Revistas em papel	500
Biblioteca - Títulos com acesso on-line	21000
Centro de Informática - Pontos de Acesso à Rede (cabo)	7120
Centro de Informática - Pontos de Acesso à Rede (wireless)	249
Centro de Informática - Impressoras em rede	56
Centro de Informática - Servidores	106
Centro de Informática - Routers	19
Centro de Informática - Switches	278
Cluster com interlig. em GRID (64 procs)	3
Cluster com interlig. em GRID (36 procs)	1
Cluster com interlig. em GRID (80-84 procs)	2

## 3.2 Parcerias

### 3.2.1 Eventuais parcerias internacionais estabelecidas no âmbito do ciclo de estudos.

*Existem parcerias ERASMUS e ERASMUS MUNDUS, MOBILE e “Ciência sem Fronteiras” com mais de 25 universidades europeias, assim como com 45 universidades latino-americanas, incluindo protocolos para mobilidade de estudantes de mestrado, mas que podem incluir mobilidade de estudantes de doutoramento. Em 2012 o PRODEM assinou um acordo de doutoramento em co-tutela com uma instituição estrangeira, para uma estudante deste programa doutoral, com a Université Tunis El Mamar (Tunísia), relativa a uma tese cuja defesa está prevista para junho de 2014.*

*Existem ainda parcerias mais pontuais com empresas e universidades estrangeiras com ligações ao trabalho de tese dos estudantes do PRODEM (no período escolar ou em co-orientações).*

### 3.2.1 International partnerships within the study programme.

*There are ERASMUS and ERASMUS MUNDUS, MOBILE and "Science without Borders" partnerships with more than 25 European universities, as well as with 45 Latin American universities, including protocols for mobility of graduate students, which may include mobility of doctoral students. In 2012 the PRODEM signed a Ph.D. in "co-tutela" with a foreign institution, Université Tunis El Mamar (Tunisia), for a doctoral student of this program, in a thesis being scheduled for defense in June 2014.*

*There are also more specific partnerships with foreign universities and companies with links to the thesis work of students PRODEM (during school or co-guidelines).*

### 3.2.2 Colaborações com outros ciclos de estudos, bem como com outras instituições de ensino superior nacionais.

*O PRODEM procura manter ligação com programas de terceiros ciclos de formação e assim tem mantido colaboração com outros ciclos de estudos, através da partilha de unidades curriculares ou através de cooperação no âmbito de trabalhos de investigação em projetos de parcerias envolvendo as Universidades do Minho, Porto, Aveiro, Coimbra e Lisboa.*

### 3.2.2 Collaboration with other study programmes of the same or other institutions of the national higher education system.

*PRODEM seeks to maintain connection with a third-party training courses and so has maintained collaboration with other courses of study, through, for example, sharing of curricular units or through cooperation in research projects in partnerships involving universities Minho, Porto, Coimbra and Aveiro.*

### 3.2.3 Procedimentos definidos para promover a cooperação interinstitucional no ciclo de estudos.

*O PRODEM em colaboração com o serviço de Cooperação Internacional da FEUP procura analisar e promover protocolos com outras instituições estrangeiras de formação superior, ao nível dos terceiros ciclos, com mobilidade de estudantes e de docentes. Estes protocolos são usualmente facilitados e propostos na sequência de contactos resultantes de projetos de investigação conjuntos, seguidos de uma validação por ambas as universidades, formalizada em protocolos de mobilidade.*

### 3.2.3 Procedures to promote inter-institutional cooperation within the study programme.

*PRODEM in collaboration with the department of International Cooperation FEUP seeks to analyze and promote agreements with other foreign institutions of higher education, the level of the third cycle, the mobility of students and teachers. These protocols are usually facilitated and proposed following contacts resulting from joint research projects, followed by a validation of both universities, formalized protocols for mobility.*

### 3.2.4 Práticas de relacionamento do ciclo de estudos com o tecido empresarial e o sector público.

*O PRODEM promove a integração dos seus estudantes em grupos ligados a institutos de I&D, como é o caso do INEGI e do IDMEC, e procura dar ênfase na participação em projetos que promovam o enquadramento aos seus temas de investigação. Tem ainda exemplos de Programas Doutorais em ambiente empresarial, situação que permite uma partilha mútua de conhecimentos, experiências e aplicações práticas e conduz a um grande enriquecimento científico e tecnológico tanto para o meio industrial como para a instituição universitária. Nessa ligação com o meio empresarial existe e é atribuído o Prémio Fundação Engº. António de Almeida, pela Fundação com o mesmo nome, no âmbito dos programas doutorais.*

### 3.2.4 Relationship of the study programme with business network and the public sector.

*PRODEM promotes the integration of students into groups related to R & D institutes, such as the INEGI and IDMEC, and seeks to focus on projects that promote participation in framing their research topics. It also has examples of PhDs in business environment, a situation that allows mutual sharing of knowledge, experience and practical applications and leads to a great enrichment of science and technology for both industrial as half of the university. In that connection with the business exists and is awarded the Prize Foundation Eng. António de Almeida Foundation of the same name, in the context of doctoral programs.*

## 4. Pessoal Docente e Não Docente

## 4.1. Pessoal Docente

---

### 4.1.1. Fichas curriculares

Mapa VIII - António Augusto Fernandes

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*António Augusto Fernandes*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):  
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Catedrático ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):  
*100*

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

Mapa VIII - José Manuel Laginha Mestre da Palma

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*José Manuel Laginha Mestre da Palma*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):  
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Associado ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):  
*100*

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

Mapa VIII - Manuel Rodrigues Quintas

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Manuel Rodrigues Quintas*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):  
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

**Professor Auxiliar ou equivalente**

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):  
*100*

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

**Mapa VIII - Renato Manuel Natal Jorge**

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Renato Manuel Natal Jorge*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):  
*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):  
*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Associado ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):  
*100*

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

**Mapa VIII - António Paulo Monteiro Baptista**

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*António Paulo Monteiro Baptista*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):  
*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):  
*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Associado ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):  
*100*

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

**Mapa VIII - Carlos Manuel Coutinho Tavares de Pinho**

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Carlos Manuel Coutinho Tavares de Pinho*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):  
*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Abel Dias dos Santos****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Abel Dias dos Santos*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Álvaro Henrique Rodrigues****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Álvaro Henrique Rodrigues*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Ana Rosanete Lourenço Reis****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Ana Rosanete Lourenço Reis*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - António Manuel Ferreira Mendes Lopes

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*António Manuel Ferreira Mendes Lopes*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - António Torres Marques

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*António Torres Marques*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Catedrático ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Augusto Duarte Campos Barata da Rocha

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Augusto Duarte Campos Barata da Rocha*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Carlos Alberto da Conceição António****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Carlos Alberto da Conceição António*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - António José Pessoa de Magalhães****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*António José Pessoa de Magalhães*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

**Mostrar dados da Ficha Curricular****Mapa VIII - Fernando Gomes de Almeida****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Fernando Gomes de Almeida*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Maria Filomena Dias de Almeida****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Maria Filomena Dias de Almeida*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Catedrático ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Francisco Manuel Andrade Pires****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Francisco Manuel Andrade Pires*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*



**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Francisco Jorge Teixeira de Freitas****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Francisco Jorge Teixeira de Freitas*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - João Manuel Ribeiro da Silva Tavares****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*João Manuel Ribeiro da Silva Tavares*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Joaquim Gabriel Magalhães Mendes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Joaquim Gabriel Magalhães Mendes*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Fernando Jorge Lino Alves

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Fernando Jorge Lino Alves*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Jorge Humberto Oliveira Seabra

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Jorge Humberto Oliveira Seabra*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Catedrático ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - José Manuel de Almeida César de Sá

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Manuel de Almeida César de Sá*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Catedrático ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - José Fernando Dias Rodrigues

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*José Fernando Dias Rodrigues*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Associado ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Lucas Filipe Martins da Silva

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Lucas Filipe Martins da Silva*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Lúcia Maria de Jesus Simas Dinis

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

***Lúcia Maria de Jesus Simas Dinis***

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

**<sem resposta>**

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

**<sem resposta>**

**4.1.1.4. Categoria:**

***Professor Associado ou equivalente***

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

**100**

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**

**Mapa VIII - Luís António de Andrade Ferreira**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

***Luís António de Andrade Ferreira***

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

**<sem resposta>**

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

**<sem resposta>**

**4.1.1.4. Categoria:**

***Professor Associado ou equivalente***

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

**100**

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**

**Mapa VIII - Marcelo Francisco de Sousa Ferreira de Moura**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

***Marcelo Francisco de Sousa Ferreira de Moura***

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

**<sem resposta>**

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

**<sem resposta>**

**4.1.1.4. Categoria:**

***Professor Associado ou equivalente***

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

**100**

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**

**Mapa VIII - Maria Teresa Coelho Dias Arêde****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Maria Teresa Coelho Dias Arêde*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Maria Teresa Braga Valente de Almeida Restivo****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Maria Teresa Braga Valente de Almeida Restivo*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Mário Augusto Pires Vaz****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Mário Augusto Pires Vaz*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Paulo Augusto Ferreira de Abreu****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Paulo Augusto Ferreira de Abreu***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

&lt;sem resposta&gt;

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

&lt;sem resposta&gt;

**4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Paulo Manuel Salgado Tavares de Castro****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Paulo Manuel Salgado Tavares de Castro***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

&lt;sem resposta&gt;

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

&lt;sem resposta&gt;

**4.1.1.4. Categoria:***Professor Catedrático ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Pedro Manuel Leal Ribeiro****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Pedro Manuel Leal Ribeiro***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

&lt;sem resposta&gt;

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

&lt;sem resposta&gt;

**4.1.1.4. Categoria:**

**Professor Auxiliar ou equivalente**

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):  
*100*

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

**Mapa VIII - Pedro Manuel Ponces Rodrigues de Castro Camanho**

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Pedro Manuel Ponces Rodrigues de Castro Camanho*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):  
*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):  
*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Associado ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):  
*100*

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

**Mapa VIII - Rui Jorge Sousa Costa de Miranda Guedes**

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Rui Jorge Sousa Costa de Miranda Guedes*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):  
*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):  
*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):  
*100*

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

**Mapa VIII - Viriato Teixeira Abreu Antunes**

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Viriato Teixeira Abreu Antunes*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):  
*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**  
**<sem resposta>**

**4.1.1.4. Categoria:**  
***Professor Associado ou equivalente***

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**  
**100**

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

**Mapa VIII - José Carlos Brito Lopes**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
***José Carlos Brito Lopes***

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**  
**<sem resposta>**

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**  
**<sem resposta>**

**4.1.1.4. Categoria:**  
***Professor Associado ou equivalente***

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**  
**100**

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

**Mapa VIII - José Luís Soares Esteves**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
***José Luís Soares Esteves***

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**  
**<sem resposta>**

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**  
**<sem resposta>**

**4.1.1.4. Categoria:**  
***Professor Auxiliar ou equivalente***

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**  
**100**

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

**Mapa VIII - Armando Carlos Figueiredo Coelho Oliveira**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
***Armando Carlos Figueiredo Coelho Oliveira***



4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Associado ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Manuel António Moreira Alves

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Manuel António Moreira Alves*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Szabolcs Varga

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Szabolcs Varga*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

*IDMEC*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa VIII - Ramiro Carneiro Martins

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Ramiro Carneiro Martins*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*20*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Paulo Alexandre de Avilez Rodrigues de Almeida Valente****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Paulo Alexandre de Avilez Rodrigues de Almeida Valente*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - José Luís Coelho Alexandre****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Luís Coelho Alexandre*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

## Mostrar dados da Ficha Curricular

### 4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático após submissão do guião)

#### 4.1.2. Equipa docente do ciclo de estudos / Study cycle's academic staff

Nome / Name	Grau / Degree	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
António Augusto Fernandes	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Manuel Laginha Mestre da Palma	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Manuel Rodrigues Quintas	Doutor	Automação Industrial	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Renato Manuel Natal Jorge	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Paulo Monteiro Baptista	Doutor	Ciência dos Materiais - Tribologia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Manuel Coutinho Tavares de Pinho	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Abel Dias dos Santos	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Álvaro Henrique Rodrigues	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Rosanete Lourenço Reis	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Manuel Ferreira Mendes Lopes	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Torres Marques	Doutor	Materiais Compósitos/Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Augusto Duarte Campos Barata da Rocha	Doutor	Engenharia Mecânica – Opção Projetos de Máquinas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Alberto da Conceição António	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António José Pessoa de Magalhães	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Fernando Gomes de Almeida	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Filomena Dias de Almeida	Doutor	Análise Numérica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Francisco Manuel Andrade Pires	Doutor	Mecânica Computacional	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Francisco Jorge Teixeira de Freitas	Doutor	Engenharia Mecânica - Automação	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Manuel Ribeiro da Silva Tavares	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Joaquim Gabriel Magalhães Mendes	Doutor	Eletrónica Industrial	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Fernando Jorge Lino Alves	Doutor	Ciência e Engenharia dos Materiais	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Jorge Humberto Oliveira Seabra	Doutor	Mécanique	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Manuel de Almeida César de Sá	Doutor	Engenharia Civil	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Fernando Dias Rodrigues	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Lucas Filipe Martins da Silva	Doutor	Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Lúcia Maria de Jesus Simas Dinis	Doutor	Engenharia Civil	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís António de Andrade Ferreira	Doutor	Tribologia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Marcelo Francisco de Sousa Ferreira de Moura	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Teresa Coelho Dias Arêde	Doutor	Matemática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Teresa Braga Valente de Almeida Restivo	Doutor	Ciências de Engenharia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Mário Augusto Pires Vaz	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo Augusto Ferreira de Abreu	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo Manuel Salgado Tavares de Castro	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Manuel Leal Ribeiro	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Manuel Ponces Rodrigues de Castro Camanho	Doutor	Aeronautical Engineering - Composite Materials	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

Rui Jorge Sousa Costa de Miranda Guedes	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Viriato Teixeira Abreu Antunes	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Carlos Brito Lopes	Doutor	Engenharia Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Luís Soares Esteves	Doutor	Mecânica / Ligações Adesivas, Cálculo Numérico	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Armando Carlos Figueiredo Coelho Oliveira	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Manuel António Moreira Alves	Doutor	Engenharia Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Szabolcs Varga	Doutor	Engenharia Alimentar / Food Engineering	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ramiro Carneiro Martins	Doutor	Engenharia Mecânica	20	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo Alexandre de Avilez Rodrigues de Almeida Valente	Doutor	Engenharia Civil - Especialidade de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Luís Coelho Alexandre	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
			<b>4420</b>	

**<sem resposta>**

#### **4.1.3. Dados da equipa docente do ciclo de estudos**

##### **4.1.3.1.a Número de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição**

**44**

##### **4.1.3.1.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição (campo de preenchimento automático, calculado após a submissão do formulário)**

**99,5**

##### **4.1.3.2.a Número de docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos**

**44**

##### **4.1.3.2.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos (campo de preenchimento automático, calculado após a submissão do formulário)**

**99,5**

##### **4.1.3.3.a Número de docentes do ciclo de estudos em tempo integral com grau de doutor**

**44**

##### **4.1.3.3.b Percentagem de docentes do ciclo de estudos em tempo integral com grau de doutor (campo de preenchimento automático, calculado após a submissão do formulário)**

**99,5**

##### **4.1.3.4.a Número (ETI) de docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano**

**<sem resposta>**

##### **4.1.3.4.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário)**

**<sem resposta>**

##### **4.1.3.5.a Número (ETI) de docentes do ciclo de estudos não doutorados com grau de mestre (pré-Bolonha)**

**<sem resposta>**

##### **4.1.3.5.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos não doutorados com grau de mestre (pré-Bolonha) (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário)**

**<sem resposta>**

**Perguntas 4.1.4. e 4.1.5**

#### 4.1.4. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente actualização

*O artigo 74.º-A do Estatuto da Carreira Docente Universitária, Decreto-Lei n.º 205/2009, de 31 de agosto, determina que os docentes estão sujeitos a um regime de avaliação do desempenho, constante de regulamento a aprovar por cada instituição de ensino superior.*

*Na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, o regulamento para a avaliação do desempenho dos docentes encontra-se publicado em Diário da República, 2ª série, n.º 73, de 12 de abril de 2012, despacho n.º 5096/2012. Complementarmente estabeleceram-se procedimentos para avaliar o processo de ensino-aprendizagem, através da realização de inquéritos pedagógicos que se realizam no final de cada semestre letivo. Os resultados desses inquéritos, em conjunto com o historial de sucesso escolar nas unidades curriculares, são utilizados na análise de funcionamento do ciclo de estudos e na atribuição de prémios de incentivo pedagógico aos docentes. Em 2008, a FEUP, em parceria com a Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação (FPCEUP), criou o Laboratório de Ensino e Aprendizagem (LEA), com o objetivo de melhorar a qualidade do ensino e aprendizagem, através de projetos e de iniciativas de formação que melhorem o desempenho pedagógico e promovam o sucesso escolar. Os projetos presentemente em curso são os seguintes:*

*- “De par em par” consiste na observação de aulas em parceria e é uma ação de formação multidisciplinar, voluntária e de confidencialidade garantida. A observação de aulas baseada no conceito de amigo crítico (observação de pares) recorre à confiança do docente observado perante os seus pares, para obter uma observação da sua prática pedagógica e aumentar a sua sensibilidade pedagógica, tanto na posição de observado como na de observador;*

*- “Assessorias Pedagógicas” pretende melhorar a qualidade do ensino e aprendizagem na FEUP, analisando os resultados dos inquéritos pedagógicos e o historial de sucesso escolar. São efetuados estudos, caso a caso, que procuram identificar as razões que os explicam e propor medidas que melhorem globalmente os índices de desempenho.*

*Anualmente é feito um levantamento das necessidades de formação dos recursos humanos da Universidade do Porto, sendo disponibilizadas ações de formações para o pessoal docente, entre as quais se destacam as seguintes áreas de formação: Formação de Professores/Formadores e Ciências da Educação; Biblioteconomia; e Ciências Informáticas.*

*No âmbito da investigação desenvolvida no seio das unidades e grupos de investigação em que se encontram inseridos, os docentes do PRODEM têm estado regularmente envolvidos na realização e participação em vários eventos que permitem a atualização do conhecimento científico e tecnológico. A FEUP também atribui anualmente prémios de incentivo científico aos docentes que se destacam.*

#### 4.1.4. Assessment of academic staff performance and measures for its permanent updating

*The article No. 74-A of the University Teaching Career Code, Decree-Law No. 205/2009 of 31 August, states that professors are subjected to a performance evaluation scheme defined in the regulation to be approved by each higher education institution.*

*At the Faculty of Engineering of University of Porto, the rules for evaluating the performance of the teaching staff is published in “Diário da República”, 2nd series, No. 73, of 12 April, 2012, Dispatch No. 5096/2012. Additional procedures to evaluate the teaching-learning process were established by conducting educational surveys that take place at the end of each semester. The results of these inquiries, together with the monitoring of academic success in curricular units, are used in the analysis of the study cycle’s performance and in the assignment of incentive awards for the teaching staff.*

*In 2008, FEUP in cooperation with the Faculty of Psychology and Educational Sciences (FPCEUP) created the Laboratory of Teaching and Learning (LEA) with the aim of improving the quality of teaching and learning, through projects and training initiatives, in order to increase pedagogic performance and promote academic success. The projects currently in progress are the following:*

*- “From peer to peer”: consists in the observation of classes in collaboration and it is a volunteer multidisciplinary training with guaranteed confidentiality. The observation of classes based on the critical friend concept (observation by peers), relies on the confidence displayed by the teacher who is being observed by his /her peers in order to obtain an observation of his/her pedagogical practises, and increase the his/her pedagogic sensibility, both as the one that observes and is, in his/her turn, observed.*

*- “Pedagogical Consultancies”: seek to improve the quality of teaching and learning at FEUP, by analysing the results of the pedagogical surveys and the school success records. Case studies are conducted randomly seeking to identify the reasons that explain them and propose measures to improve the overall performance indexes. A survey regarding the UP human resources training is annually carried out, with instruction activities being available to teaching staff, among which are the following training areas: Training of Teachers / Trainers and Educational Sciences; Biblioteconomy; Computer Sciences.*

*In the scope of the research developed within the units and research groups in which they are included, the PRODEM’s teaching staff has been involved in several events that allow for the updating of scientific and technological knowledge. FEUP also annually award scientific incentive prizes to teachers who excel.*

#### 4.1.5. Ligação facultativa para o Regulamento de Avaliação de Desempenho do Pessoal Docente

<http://dre.pt/pdf2sdip/2012/04/073000000/1321713224.pdf>

### 4.2. Pessoal Não Docente

#### 4.2.1. Número e regime de dedicação do pessoal não docente afecto à leccionação do ciclo de estudos.

*O pessoal não docente que apoia o PRODEM está sobretudo ligado aos Departamentos de Eng.<sup>a</sup> Mecânica (DEMec – 19 pessoas) e ainda aos Serviços Comuns da FEUP e UP, com destaque para o Centro de Informática Prof. Correia Araújo (CICA) e Serviços Académicos (SA). Todo o pessoal não docente está integralmente dedicado à FEUP.*

*Um elemento do DEMec garante serviço de secretariado ao PRODEM, não em exclusividade. Os técnicos não docentes do DEMec dão apoio às aulas que envolvem laboratórios e equipamentos especializados.*

*O CICA, 55 técnicos no total, dá apoio às atividades relacionadas com a informática, incluindo tarefas relacionadas com o ensino, investigação e serviços.*

*Os SA, 20 técnicos no total, garantem as atividades no âmbito da administração e apoio na área de gestão de ciclo de estudos e cursos, acesso, ingresso e certificação.*

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

*The non-teaching staff attached to the PRODEM is mainly associated with the Departments of Mechanical Engineering (DEMec – 19 people) and with the Common Services of FEUP and the UP, in particular the Prof. Correia Araújo Computer Centre (CICA) and Academic Services (SA). All non-teaching staff is entirely committed to FEUP. One element of the DEMec ensures the executive secretary activities of the PRODEM. The DEMec's non-teaching staff provides support in classes that involve laboratories and specialised equipment.*

*CICA, with a total of 55 technicians, supports the activities related to computers, including tasks related to teaching, research and services.*

*The SA, 20 technicians in total, ensures activities within the administration and support in the area of study cycle management, access, entry and certification.*

#### 4.2.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à leccionação do ciclo de estudos.

*Os 19 recursos humanos afetos ao DEMec, têm os seguintes graus: 3 mestrados, 4 licenciaturas, 2 bacharéis, 8 ensino secundário e os restantes 2 escolaridade básica (4 e 11 anos).*

*Os 55 recursos humanos afetos ao CICA têm os seguintes graus: 1 doutoramento, 12 mestrados, 27 licenciaturas, 4 bacharéis, e 11 ensino secundário.*

*Os 20 recursos humanos afetos aos Serviços Académicos têm os seguintes graus: 1 possui mestrado, 15 licenciatura e 4 ensino secundário. O número de recursos humanos dos Serviços Académicos com formação superior ajusta-se ao aumento de complexidade do serviço e às suas necessidades, tendo-se verificado uma evolução em termos de habilitações, que se reflete na qualidade do trabalho realizado.*

#### 4.2.2. Qualification of the non academic staff supporting the study programme.

*The 19 people attached to the DEMec hold the following degrees: 3 MSc degrees, 4 1st degrees, 2 BSc, 8 high school diplomas, and 2 have a basic education (4th and 11th years).*

*The 55 human resources attached to CICA hold the following degrees: 1 PhD degree, 12 MSc, 27 1st Degrees, 4 BSc, and 11 High School diplomas.*

*The 20 human resources attached to the Academic Services are distributed as follows: one has a MSc degree, 15 a 1st degree, and 4 high school diplomas. The number of people in the Academic Services with higher education fits the increasing level of complexity of the service and its needs, with a confirmed evolution in terms of qualifications, which is indirectly reflected in the quality of the work performed.*

#### 4.2.3. Procedimentos de avaliação do desempenho do pessoal não docente.

*O pessoal não docente com contrato ao abrigo de funções no âmbito da Administração Pública é avaliado de acordo com o Sistema Integrado de Avaliação de Desempenho na Administração Pública (SIADAP), em conformidade com a Lei n.º 66-B/2007, de 28 de dezembro. O pessoal não docente com contrato em regime de direito privado da Universidade do Porto é avaliado de acordo com o Sistema Integrado de Avaliação de Desempenho dos colaboradores em regime de direito privado da Universidade do Porto (SIADUP).*

*Os respetivos procedimentos de avaliação de desempenho são idênticos e envolvem as seguintes fases: 1) definição dos objetivos, elaboração do plano de atividades, definir orientações para o processo de avaliação e divulgar critérios de ponderação; 2) realização das avaliações de desempenho (no caso do SIADAP é efetuada ainda uma harmonização das avaliações); 3) homologação das avaliações de desempenho pelo dirigente máximo do serviço; 4) elaboração do relatório e divulgação dos resultados.*

#### 4.2.3. Procedures for assessing the non academic staff performance.

*The non-teaching personnel under contract within the Public Administration is evaluated according to the Integrated Performance Assessment in Public Administration (SIADAP), in accordance with Law no. 66-B/2007 of 28 December. The non-teaching personnel under a private law contract with the University of Porto is evaluated according to the 'Evaluation of the Performance of Employees under private law regimen Integrated System in the University of Porto' (SIADUP). The respective procedures for evaluating performance are identical and involve the following steps: 1) definition of objectives, preparation of business plan, setting guidelines for the evaluation and dissemination of mediating criteria, 2) completion of performance evaluations (in the case of SIADAP harmonization of evaluations is made), 3) approval of performance assessments by the head of service; 4) elaboration of reports and dissemination of results.*

**4.2.4. Cursos de formação avançada ou contínua para melhorar as qualificações do pessoal não docente.**

*O plano de formação do pessoal não docente é definido anualmente e resulta de levantamentos de necessidades de formação. São vários os cursos de formação disponibilizados pela Universidade do Porto para melhorar as qualificações do pessoal não docente. Informação mais detalhada encontra-se disponível no sítio Web da UP, na página "Formação dos Recursos Humanos da U. Porto"*

*Os cursos de formação encontram-se distribuídos pelas seguintes áreas: Desenvolvimento Pessoal; Ciências da Educação; Biblioteconomia, Arquivo e Documentação; Contabilidade e Fiscalidade; Gestão e Administração; Direito; Ciências Informáticas; Informática; Necessidades Educativas Especiais.*

**4.2.4. Advanced or continuing training courses to improve the qualifications of the non academic staff.**

*The training plan for the non-teaching staff is annually defined and is the result of surveys of training needs. There are many training courses offered by the University of Porto to improve the qualifications of the non-teaching staff. More detailed information is available on the website of theUP, on the "Training of Human Resources at the U. Porto"*

*The training courses are divided into the following areas: Personal Development, Science Education, Bibliotheconomy, Archives and Documentation, Accounting and Taxation, Management and Administration, Law, Computer Sciences, Computing, Special Educational Needs.*

## 5. Estudantes e Ambientes de Ensino/Aprendizagem

### 5.1. Caracterização dos estudantes

#### 5.1.1. Caracterização dos estudantes inscritos no ciclo de estudos, incluindo o seu género, idade, região de proveniência e origem socioeconómica (escolaridade e situação profissional dos pais).

##### 5.1.1.1. Por Género

##### 5.1.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

Género / Gender	%
Masculino / Male	81.9
Feminino / Female	18.1

##### 5.1.1.2. Por Idade

##### 5.1.1.2. Caracterização por idade / Characterisation by age

Idade / Age	%
Até 20 anos / Under 20 years	0
20-23 anos / 20-23 years	4.2
24-27 anos / 24-27 years	29.1
28 e mais anos / 28 years and more	66.7

##### 5.1.1.3. Por Região de Proveniência

##### 5.1.1.3. Caracterização por região de proveniência / Characterisation by region of origin

Região de proveniência / Region of origin	%
Norte / North	79.2
Centro / Centre	15.3
Lisboa / Lisbon	2.8
Alentejo / Alentejo	0
Algarve / Algarve	0
Ilhas / Islands	0
Estrangeiro / Foreign	2.7

**5.1.1.4. Por Origem Socioeconómica - Escolaridade dos pais****5.1.1.4. Caracterização por origem socioeconómica - Escolaridade dos pais / By Socio-economic origin – parents' education**

Escolaridade dos pais / Parents	%
Superior / Higher	24.3
Secundário / Secondary	11.1
Básico 3 / Basic 3	14.6
Básico 2 / Basic 2	7.6
Básico 1 / Basic 1	18.8

**5.1.1.5. Por Origem Socioeconómica - Situação profissional dos pais****5.1.1.5. Caracterização por origem socioeconómica - Situação profissional dos pais / By socio-economic origin – parents' professional situation**

Situação profissional dos pais / Parents	%
Empregados / Employed	39.6
Desempregados / Unemployed	4.9
Reformados / Retired	22.9
Outros / Others	32.6

**5.1.2. Número de estudantes por ano curricular****5.1.2. Número de estudantes por ano curricular / Number of students per curricular year**

Ano Curricular / Curricular Year	Número / Number
Doutoramento	72
	72

**5.1.3. Procura do ciclo de estudos por parte dos potenciais estudantes nos últimos 3 anos.****5.1.3. Procura do ciclo de estudos / Study cycle demand**

	2011/12	2012/13	2013/14
N.º de vagas / No. of vacancies	60	60	60
N.º candidatos 1.ª opção / No. 1st option candidates	0	0	0
N.º colocados / No. enrolled students	18	15	9
N.º colocados 1.ª opção / No. 1st option enrolments	0	0	0
Nota mínima de entrada / Minimum entrance mark	0	0	0
Nota média de entrada / Average entrance mark	0	0	0

**5.2. Ambiente de Ensino/Aprendizagem****5.2.1. Estruturas e medidas de apoio pedagógico e de aconselhamento sobre o percurso académico dos estudantes.**

*Os planos individuais de estudos dos estudantes são estabelecidos pelos órgãos de gestão do CE (Direção e Comissão científica) em função do seu percurso académico e profissional.*

*A orientação e integração dos estudantes é uma prioridade, deste modo a Unidade de Orientação e Integração dos Serviços Académicos tem como objetivo promover o bem-estar pessoal e académico-profissional. De forma a apoiar e acompanhar os nossos estudantes durante a sua vida académica, são desenvolvidas um conjunto de atividades de aconselhamento psicológico e/ou consulta psicológica individual.*

**5.2.1. Structures and measures of pedagogic support and counseling on the students' academic path.**

*The individual plans of students' studies are established by the CE management body (Director and Scientific*



*Committee) on the basis of their academic and professional career. The orientation and integration of students is a priority, so the orientation and integration of academic services aims to promote academic-professional and personal well-being. In order to support and accompany our students during their academic life, a set of psychological counseling activities and/or individual psychological consultation are undertaken.*

#### 5.2.2. Medidas para promover a integração dos estudantes na comunidade académica.

*A Unidade de Orientação e Integração desenvolve ações que visam apoiar o processo de integração e vivência académica dos estudantes, nomeadamente: apoios na procura de alojamento, na procura de meios de suporte financeiro, na integração de estudantes com necessidades educativas especiais, no desenvolvimento de competências pessoais, comunicacionais e profissionais dos estudantes, na integração social dos estudantes na comunidade através do Projeto Voluntariado Estudantil FEUP.*

*A Divisão de Cooperação do Serviço de Imagem, Comunicação e Cooperação desenvolve iniciativas de apoio à integração e acolhimento de estudantes estrangeiros, nomeadamente: a realização de dois cursos de português para estrangeiros por semestre; a organização de uma sessão de receção, informação e boas-vindas por semestre. Adicionalmente existe a colaboração de algumas associações culturais da cidade do Porto que oferecem bilhetes para visitas culturais aos estudantes estrangeiros na FEUP.*

#### 5.2.2. Measures to promote the students' integration into the academic community.

*The Orientation and Integration Unit develops actions that aim to support the process of integration and academic experience of students, namely: support in finding accommodation, in finding means of financial support, in the integration of students with special educational needs, in the development of personal and professional communication skills of students, in social integration of students into the community through the Student Volunteering Project FEUP. The Image Service Cooperation, communication and cooperation develops initiatives to support integration and reception of foreign students, including: two Portuguese courses for foreigners per semester; the organization of a reception, information and welcome by semester. Additionally there is the collaboration of some cultural associations of the city of Porto that offer tickets for cultural visits to foreign students at FEUP.*

#### 5.2.3. Estruturas e medidas de aconselhamento sobre as possibilidades de financiamento e emprego.

*A FEUP disponibiliza uma estrutura de apoio (DCoop) sobre aconselhamento de financiamento em várias áreas: projetos de I&D&T, bolsas de pós-graduação, bolsas de investigação, bolsas de mobilidade académica e profissional.*

*No âmbito do emprego: disponibiliza apoio técnico à integração profissional de recém-graduados no mercado de trabalho; orienta os estudantes nas diversas etapas de integração profissional; organiza uma Feira anual de Emprego; promove apresentações de empresas na FEUP; realiza sessões informativas e de preparação de candidaturas de programas de estágio nacionais; apoia os processos de recrutamento e seleção de estudantes graduados por parte das empresas; disponibiliza uma Bolsa de Emprego para empresas e graduados que constitui um mecanismo de interface com as empresas no recrutamento de estudantes graduados; promove ações no âmbito do Empreendedorismo, tais como a realização do Consultório de Ideias, Gabinete de Apoio ao Empreendedorismo e sessões de empreendedorismo.*

#### 5.2.3. Structures and measures for providing advice on financing and employment possibilities.

*The FEUP offers a support structure (DCoop) on financing advice in various fields: R&D&T projects, graduate scholarships, research grants, academic and professional mobility grants.*

*In the employment field: provides technical support to the professional integration of graduates in the labour market; guides the students in various stages of professional integration; organizes an annual Job Fair; promotes business presentations at FEUP; conducts information sessions and preparation of applications on national internship programs; supports the processes of recruitment and selection of graduate students FEUP by enterprises; offers a scholarship for companies and graduates as an interface mechanism with companies in the recruitment of graduate students; promotes activities in the context of Entrepreneurship, such as the Office of Ideas, in support of Entrepreneurship and entrepreneurial sessions.*

#### 5.2.4. Utilização dos resultados de inquéritos de satisfação dos estudantes na melhoria do processo ensino/aprendizagem.

*Os inquéritos de satisfação dos estudantes são devidamente considerados na seleção dos docentes responsáveis pelas várias unidades curriculares e em eventuais modificações dos conteúdos das unidades curriculares do programa de doutoramento. Desta forma são elaborados relatórios onde são identificados pontos fortes e fracos sobre as UCs e sobre o desempenho dos docentes, sendo propostas ações que permitam a melhoria do processo pedagógico.*

#### 5.2.4. Use of the students' satisfaction inquiries on the improvement of the teaching/learning process.

*The student satisfaction surveys are properly considered in the selection of teachers responsible for several curricular units and possible changes of the contents of the curricular units of the PhD program. Therefore, reports are created, where strengths and weaknesses are identified for the curricular units and on the performance of teachers and actions are proposed, that should allow the improvement of the pedagogic process.*

#### 5.2.5. Estruturas e medidas para promover a mobilidade, incluindo o reconhecimento mútuo de créditos.

*Em relação à mobilidade de estudantes dos Programas Doutorais, a DCoop disponibiliza informações sobre as duas possibilidades de mobilidade internacional ao nível de doutoramento: co-tutela de doutoramento internacional e título de doutoramento europeu. Em qualquer dos casos deverá existir um acordo nominativo para cada estudante de doutoramento, assinado entre a FEUP e a IES estrangeira parceira.*

**CO-TUTELA DE DOUTORAMENTO INTERNACIONAL:** o doutorando deverá estar inscrito nas duas instituições. O período mínimo a passar numa das duas instituições tem de ser obrigatoriamente 9 meses. No regime de Cotutela Internacional o estudante obterá dois graus de Doutor, um pela U.Porto e outro pela instituição parceira.

**TÍTULO DE DOUTORAMENTO EUROPEU:** o doutorando só estará inscrito na U.Porto, mas tendo passado um período mínimo de 3 meses numa instituição europeia poderá solicitar que este título seja atribuído.

#### 5.2.5. Structures and measures for promoting mobility, including the mutual recognition of credits.

*In relation to mobility of students of Doctoral Programs, the DCoop provides information about the two possibilities of international mobility at the doctoral level: Co-Tutorship of international doctor degree and European PhD title. In any case there should be an agreement for each PhD student, signed between the FEUP and foreign partner institution.*

**Co-tutorship of International Doctoral Studies:** the doctoral student must be enrolled in both institutions. The minimum period spent in one of the two institutions must be 9 months.

*In this case the student will obtain two doctor degrees, one by the each of the two institutions.*

**European PhD Title:** the doctoral student will only be registered at UP, but having spent a minimum period of 3 months in a European institution may request this title.

## 6. Processos

### 6.1. Objectivos de ensino, estrutura curricular e plano de estudos

#### 6.1.1. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes, operacionalização dos objectivos e medição do seu grau de cumprimento.

*O grau de doutor é conferido aos estudantes que demonstrem:*

- a) Capacidade de compreensão sistemática de um domínio científico de estudo;*
- b) Competências, aptidões e métodos de investigação associados a um domínio científico;*
- c) Capacidade para conceber, projetar, adaptar e realizar uma investigação significativa respeitando as exigências impostas pelos padrões de qualidade e integridade académicas;*
- d) Ter realizado um conjunto significativo de trabalhos de investigação original que tenha contribuído para o alargamento das fronteiras do conhecimento, parte do qual mereça divulgação nacional ou internacional em publicações com comité de seleção;*
- e) Ser capazes de analisar criticamente, avaliar e sintetizar ideias novas e complexas;*
- f) Ser capazes de comunicar com os seus pares, a restante comunidade académica e a sociedade em geral sobre a área em que são especializados;*
- g) Ser capazes de, numa sociedade baseada no conhecimento, promover, em contexto académico ou profissional, o progresso tecnológico, social ou cultural.*

*Na persecução destes objetivos o ciclo de estudos do PRODEM integra: a elaboração de uma tese original; o curso de doutoramento, i.e., a realização de unidades curriculares dirigidas à formação para a investigação.*

*Os estudantes admitidos ao programa de doutoramento ficam provisoriamente inscritos durante um período probatório de um ano, durante o qual realizam o curso de doutoramento. O conjunto de unidades curriculares do curso de doutoramento é aprovado, para cada estudante, pela Comissão Científica do PRODEM. Esta, no que diz respeito às unidades curriculares não obrigatórias, tem em consideração a vontade do estudante, no que se refere ao previsível tema de doutoramento, e o parecer do orientador, nos casos em que este já exista. Para prosseguirem o ciclo de estudos os estudantes terão de completar 60 ECTS no âmbito do curso de doutoramento. Destes, 20 ECTS são atribuídos à unidade curricular Seminário de Elaboração do Projeto de Investigação. A aprovação a esta unidade curricular é obtida mediante a apresentação e a discussão pelo estudante do seu projeto de tese e relatório do estado da arte, perante um júri constituído pelo(s) seu(s) orientador(es) e por dois professores designados pela comissão científica do PRODEM.*

*Um estudante concluirá o seu doutoramento com a submissão da sua tese e a sua posterior defesa perante um júri de avaliação final. Este júri é nomeado pelo reitor, por proposta do conselho científico da FEUP, sob proposta da comissão científica do PRODEM. O júri contará com, pelo menos, dois professores ou investigadores doutorados exteriores à Universidade do Porto e, pelo menos, três professores ou investigadores do domínio científico em que se insere a tese.*

*Assim, todo o processo de avaliação está construído de modo a assegurar que os objetivos enunciados são, efetivamente, cumpridos.*

#### 6.1.1. Learning outcomes to be developed by the students, their translation into the study programme, and measurement of its degree of fulfillment.

*The PhD degree is awarded to students who:*

- a) Have the capacity of the systematic understanding of a scientific field of study;*
- b) Have the competencies, skills and methods of research associated with a scientific domain;*
- c) Have the ability to conceive, design, adapt and perform a significant research in compliance with the requirements imposed by the standards of academic quality and integrity;*
- d) Have performed a significant number of original research that has contributed to the expansion of the frontiers of knowledge, part of which deserves national and international dissemination in publications with peer review evaluation;*
- e) Are able to critically analyze, evaluate and synthesize new and complex ideas;*
- f) Are able to communicate with their peers, the rest of the academic community and society in general about the area in which they are specialized;*
- g) Are able to, in a knowledge-based society, promoting, in academic or professional context, technological, social or cultural progress.*

*In pursuit of these objectives the study cycle of PRODEM integrates: the development of an original thesis; the doctoral course, i.e., the achievement of curricular units directed to research training. Students admitted to the PhD program are provisionally registered during a probationary period of one year, during which hold the doctoral course. The set of the doctoral course units is approved, for each student, by the Scientific Committee of PRODEM. This, as regards non-compulsory curriculum units, take into account the wishes of the student, with respect to the anticipated doctoral theme, and the opinion of the supervisor, if applicable. To continue the cycle of studies students must complete 60 ECTS in the doctoral course. Of these, 20 ECTS are attributed to the curricular unit seminar on preparation of the Research Project. The approval on this curriculum unit is obtained through the presentation and the discussion of the student thesis project and report on the state of the art, before a jury formed by the advisor (s) and two lecturers designated by the Scientific Committee of the PRODEM.*

*A student will complete his PhD with the thesis submission and subsequent defense before a jury for the final evaluation. This jury is appointed by the Rector, on the proposal of the Scientific Board of FEUP, based on a proposal from the Scientific Committee of the PRODEM. The jury will have at least two professors or Ph.D. researcher from outside the University of Porto and at least three lecturers or researchers acting in the scientific domain of the thesis. Therefore, all the evaluation process is built in such a way as to ensure that the stated objectives are effectively met.*

#### 6.1.2. Demonstração de que a estrutura curricular corresponde aos princípios do Processo de Bolonha.

*A adequação do ciclo de estudos conducente ao grau de doutor em Engenharia Mecânica da Universidade do Porto ao regime fixado pelo Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de Março, posteriormente alterado pelo Decreto-Lei n.º 107/2008 de 25 de Junho, 230/2009, de 14 de setembro e 115/2013 de 7 de agosto e foi realizada através do Despacho n.º 19 480-T/2007 do reitor da Universidade do Porto. O programa de doutoramento então criado, conducente ao grau de doutor em Engenharia Mecânica, da Faculdade de Engenharia desta Universidade, foi registado pela Direcção-Geral do Ensino Superior sob o n.º R/B-AD-699/2007*

*A atual estrutura curricular do PRODEM foi aprovada por despacho Reitoral de 03/09/2009 publicada no Diário da República, 2.ª série, n.º 132, de 10 de julho de 2009, através da Deliberação nº 2015/2009.*

*O PRODEM é, assim, constituído por um curso de doutoramento, com a duração de um ano e ao qual correspondem 60 ECTS, a que se segue um período de dois anos durante o qual o estudante deverá elaborar uma tese original, à qual corresponde um total de 120 ECTS.*

*O curso de doutoramento é composto por um conjunto de unidades curriculares. As unidades curriculares "Métodos de Aproximação em Engenharia" e "Seminário de Elaboração do Projeto de Investigação", ambas da área científica da engenharia mecânica, são obrigatórias. A primeira é semestral e a segunda é anual. Para além destas, o estudante deverá também ser aprovado a um conjunto de unidades curriculares optativas.*

#### 6.1.2. Demonstration that the curricular structure corresponds to the principles of the Bologna process.

*The adequacy of the study cycle leading to the PhD degree in mechanical engineering from the University of Porto for the procedure fixed by Decree-Law No. 74/2006, of March 24, subsequently amended by Decree-Law No. 107/2008 of 25 June, and 230/2009, of September 14 and 115/2013, of August 7 was held through the Decree No. 19480-T/2007 of the Rector of the University of Porto. The PhD program so created, leading to the PhD degree in mechanical engineering of the Faculty of engineering of this University was registered by Direcção-Geral do Ensino Superior under no R/B-AD-699/2007. The current curricular structure of PRODEM was fixed on Deliberation No. 2015/2009 of 10 July of the Rectorate of the University of Porto, reported to the Direcção-Geral do Ensino Superior in January 30, 2009 and published in the Diário da República, second series, no. 26, of February 6, 2009.*

*The PRODEM is thus composed of a doctoral course, with a duration of one year corresponding to 60 ECTS, which follows a two-year period during which the student must prepare an original thesis, corresponding to a total of 120 ECTS.*

*The doctoral course is composed of a set of curricular units. The curricular units "Engineering approximation methods" and "Seminar of Research Project", both from the scientific area of mechanical engineering, are mandatory. The first is provided in each semester and the second is annual. In addition to these, the student should also be approved to a set of optional course units.*

#### 6.1.3. Periodicidade da revisão curricular e forma de assegurar a actualização científica e de métodos de trabalho.

*Em 2007 a obtenção do grau de doutor em Eng. Mecânica da FEUP foi adequado ao Processo de Bolonha. Procurou-se assegurar uma transição entre os regimes pré e pós Bolonha, incluindo no plano de estudos do curso de doutoramento unidades dos planos de estudo dos cursos de mestrado então existentes. Assim, um estudante com um grau de mestre pré Bolonha, correspondente a 7 anos de formação superior, teria apenas de realizar a u.c. "Seminário de Elaboração do Projeto de Investigação", sendo concedidos reconhecimentos às restantes. Em 2009, foi feita uma evolução desse modelo, alterando-se o elenco das u.c's disponíveis, uniformizando-se o tempo de trabalho exigido por cada unidade curricular, e instituindo-se a obrigatoriedade da unidade curricular "Métodos de Aproximação em Engenharia", considerada fundamental para todas as áreas de investigação no âmbito da engenharia mecânica. Se necessário, no âmbito dos resultados das diferentes avaliações do CE, proceder-se-á à revisão curricular.*

**6.1.3. Frequency of curricular review and measures to ensure both scientific and work methodologies updating.**  
*In 2007 the doctor degree in mechanical engineering of FEUP adapted to the Bologna process. A ensure a transition between the pre and post Bologna schemes was done by including in the doctoral course disciplines of the existent master's courses. Thus, a student with a master's degree before Bologna, corresponding to seven years of higher education, would have only to carry out the curriculum unit "Seminar of Research Project", being granted equivalence to the others. In 2009, an evolution was made on this model, by changing the set of curricular units available, conforming the working time required for each curricular unit, and establishing the compulsory course "Engineering Approximation Methods", considered fundamental to all areas of research in the field of mechanical engineering. If necessary, in the context of the results of different evaluations of the SP, the curriculum review will be made.*

**6.1.4. Modo como o plano de estudos garante a integração dos estudantes na investigação científica.**  
*Embora a capacidade de integrar os estudantes em equipas de investigação dependa muito fortemente do ambiente académico em que o programa se desenrola, o plano de estudos deverá facilitar e ajudar a promover essa integração. Assim, e concorrendo para esse fim, o PRODEM inclui no seu curso de doutoramento a UC "Seminário do Projeto de Investigação". Ao longo de um ano o estudante tem a oportunidade de contactar com diferentes equipas de investigação na esfera do DEMec, assegurar-se que o trabalho a que vai dedicar os próximos dois anos da sua vida é realmente do seu interesse e que será acolhido numa equipa com a necessária capacidade de orientação e com as adequadas condições logísticas e experimentais. O resultado deste exercício, o projeto de investigação, constitui, deste modo, uma sólida plataforma que procura potenciar o sucesso da investigação a realizar, tendo em conta a integração desse trabalho nas atividades da equipa de investigação que o acolherá nos dois anos seguintes.*

**6.1.4. Description of how the study plan ensures the integration of students in scientific research.**  
*Although the ability to integrate students in research teams depend strongly on the academic environment in which the program unfolds, the study plan should facilitate and help to promote this integration. So, with this goal, the PRODEM includes in its doctorate curriculum unit "Seminar of Research Project". Over the course of one year the student has the opportunity to contact with different research teams in the sphere of DEMec, make sure that the work he will devote in the following two years of his life is really in his interest and that he will be welcomed in a team with the necessary guidance and logistical conditions and appropriate capacities. The result of this exercise, the research project, thus constitutes a solid platform that seeks to enhance the success of the research to be carried out, taking into account the integration of his work in the activities of the research team that will welcome him in the following years.*

## **6.2. Organização das Unidades Curriculares**

---

### **6.2.1. Ficha das unidades curriculares**

#### **Mapa IX - Métodos de Aproximação em Engenharia / Estimation Methods in Engineering**

##### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Métodos de Aproximação em Engenharia / Estimation Methods in Engineering*

##### **6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*José Manuel de Almeida César de Sá (70 h T – 2 turmas / classes; 70 h OT – 2 turmas / classes)*

##### **6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

##### **6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*A UC visa introduzir os conceitos essenciais e uma base unificadora dos métodos numéricos mais utilizados em modelos computacionais na Mecânica dos Sólidos e dos Fluidos.*

*Pretende-se que o estudante adquira um conceito mais abrangente da natureza e aplicabilidade desses métodos e, consequentemente, alguma desenvoltura para abordar problemas diferentes daqueles por ele já estudados mas que podem ser tratados com os mesmos métodos.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The curricular unit seeks to introduce the essential concepts and a unifying basis of the most commonly used numerical methods in computational models in Solid and Fluid Mechanics.*

*The student is expected to acquire a broader view of the nature and applicability of these methods and consequently, a more positive attitude to deal with different problems from those already addressed, but that may be solved with the same methods.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Método das diferenças finitas na solução de equações diferenciais e de derivadas parciais. Equações elípticas, parabólicas e hiperbólicas de derivadas parciais. Problemas de convecção/difusão. Método dos Resíduos Ponderados. Métodos de Galerkin, da colocação pontual e do subdomínio. Formulações fracas. Problemas de convecção/difusão: método de Petrov-Galerkin. Métodos variacionais de aproximação. Máximos e mínimos de funcionais. Equações de Euler. Condições de fronteira naturais e essenciais. Multiplicadores de Lagrange e função penalidade. Métodos variacionais de aproximação. Método de Ritz. Discretização parcial. Problemas dependentes da variável tempo. Integração numérica no tempo de equações parabólicas e hiperbólicas. Método dos Elementos Finitos: breve introdução. Elementos lineares e quadráticos. Coordenadas naturais. Elementos isoparamétricos. Derivação e integração. Integração numérica. Método dos Volumes Finitos: breve introdução. Problemas de convecção/difusão.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*Finite Difference Method in the solution of differential and partial differential equations.*

*Elliptic, parabolic and hyperbolic partial differential equations. Convection /diffusion problems. Weighted Residual Method. Galerkin Method. Point Collocation and Sub-domain Method. Weak forms. Convection /diffusion problems: Petrov-Galerkin Method. Variational Methods of Approximation. Critical point of a functional. Euler equations. Essential and natural boundary conditions. Lagrange multipliers and penalty function methods. Ritz Method. Partial discretization. Time dependent problems. Numerical time integration of parabolic and hyperbolic partial differential equations. Finite Element Method: brief introduction. Linear and quadratic elements. Natural coordinates. Isoparametric elements. Derivatives and integration. Numerical integration. Finite Volume Method: brief introduction. Convection /diffusion problems.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*A UC introduz os conceitos essenciais e uma base unificadora dos métodos numéricos mais utilizados em modelos computacionais na Mecânica dos Sólidos e dos Fluidos.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The curricular unit introduces the essential concepts and a unifying basis of the most commonly used numerical methods in computational models in Solid and Fluid Mechanics.*

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

*Aulas teóricas que consistem na exposição detalhada do programa da UC ilustrada com a resolução de exemplos de aplicação a problemas de engenharia. Resolução de alguns problemas com auxílio do MATLAB.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final.*

*Condições de Frequência: Participação nas aulas.*

*Fórmula de avaliação: Na classificação final a componente da avaliação tem um peso de 100%.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Theoretical classes consist of a detailed presentation of the unit's syllabus, illustrated with the resolution of engineering application examples. Solution of some problems using MATLAB.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Conditions for attendance: Participation in the classes.*

*Evaluation formula: In the final classification, the evaluation component has a 100% weight.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*A exposição detalhada do programa da unidade curricular é complementada com a resolução de exemplos de aplicação a problemas de engenharia utilizando o MATLAB, o que permite ao estudante adquirir uma compreensão mais aprofundada dos conceitos fundamentais e da sua implementação prática.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The detailed presentation of the course unit's syllabus is complemented by the resolution of engineering application examples, using MATLAB, which allows for a deeper understanding of the fundamental concepts and of their practical implementation*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

Versteeg, H. K.; *An introduction to computational fluid dynamics*. ISBN: 0-582-21884-5.  
 Zienkiewicz, O. C.; *Finite elements and approximation*. ISBN: 0-471-89089-8.  
 César de Sá, J., *Métodos de Aproximação em Engenharia*, FEUP.

### Mapa IX - Seminário de Elaboração do Projecto de Investigação / Seminar Preparation of Research Project

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Seminário de Elaboração do Projecto de Investigação / Seminar Preparation of Research Project*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*José Manuel de Almeida César de Sá (T-10h 1 turma/class; S-30h 1 turma/class; OT-100h 1 turma/class)*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

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

*Esta unidade curricular visa proporcionar aos estudantes formação multidisciplinar relevante para desenvolverem a sua atividade como estudantes de doutoramento e investigadores. O Seminário vai apresentar aos estudantes as metodologias de investigação científica, preparando assim a atividade de investigação conducente á tese de doutoramento*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*This curricular unit aims at providing students a relevant multidisciplinary education to develop their activity as PhD students and researchers. The Seminar will introduce students to scientific research methodologies, thus preparing the research activity that will lead to the doctoral thesis.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Os conteúdos passam por apresentar aos estudantes as metodologias de investigação científica, onde serão abordadas as seguintes temáticas: 1) Como escrever um documento científico; 2) Como usar os recursos da Biblioteca da Universidade do Porto; 3) Metodologias de Investigação. Será ainda feita a elaboração de um "estado da arte" da área de investigação a que se propõe, eventualmente apresentação de resultados preliminares já obtidos, e uma proposta e justificação do trabalho de investigação que pretende levar a cabo no doutoramento.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*The syllabus includes the presentation of scientific research methodologies to students, addressing the following topics: 1) How to write a scientific document; 2) How to use the resources of the University of Porto's Library; 3) Research Methodologies.*

*Furthermore, a state of the art research in the area selected will be carried out, possible with the presentation of already gathered preliminary results, and a research work proposal and justification for the doctoral programme.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*A unidade curricular tem como propósito oferecer ao estudantes conhecimentos que lhe permitam o desenvolvimento de competências de investigação. Atendendo a este objetivo, os conteúdos programáticos da Unidade Curricular focam-se e enquadram-se no desenvolvimento das diferentes competências associadas à prática da investigação científica:*

- 1) Capacidade de compreensão sistemática de um dado domínio científico;*
- 2) Conhecimento do estado da arte, nas áreas em que poderão ser desenvolvidas as teses;*
- 3) Aptidão para conceber, projetar e realizar uma investigação significativa;*
- 4) Capacidade de pesquisa e uso eficaz de recursos bibliográficos, em particular os da biblioteca da Universidade do Porto;*
- 5) Domínio dos diferentes métodos de investigação;*
- 6) Aptidão para a redação de publicações científicas;*
- 7) Capacidade de comunicação com os seus pares, a comunidade científica e com a sociedade em geral sobre a sua área de conhecimento.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The curricular unit aims at offering students the knowledge that will enable them to develop research skills. Considering this goal, the syllabus of the curricular unit is focused on and fits in the development of different skills associated to the scientific practise:*

- 1) Systematic understanding of a given scientific area;*
- 2) The state of the art on knowledge regarding the areas that can be developed in the theses;*
- 3) Skills to conceive, design and produce significant research;*
- 4) Ability to research and efficiently use bibliographic resources, particularly those from the University of Porto;*
- 5) Master different research methods;*
- 6) Ability to write for scientific publications;*
- 7) Ability to communicate with peers, scientific community and society in general about the area of knowledge.*

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*A unidade curricular será lecionada na sua maioria através Orientação tutorial e através de Seminários, culminando a sua avaliação na apresentação de um relatório e respetiva, pelo qual o estudante será avaliado.*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*The curricular unit is mainly taught in Tutorials and Seminars, and their evaluation culminates in the presentation of a report, for student assessment.*

#### **6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*As metodologias de ensino estão em coerência com os objetivos da unidade curricular dado que o contato com as metodologias de investigação possibilita a aproximação do estudante à realidade prática da investigação, e sua aplicabilidade na indústria.*

*Por outro lado, a elaboração do projeto (relatório e apresentação oral), permite ao estudante consolidar conhecimentos e pôr em práticas tarefas de investigação abordadas na Unidade Curricular.*

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

*Teaching methodologies are consistent with the curricular unit's goals since the contact with research methodologies enables the familiarisation between the student and the reality of research, and its applicability to the industry.*

*On the other hand, the production of a project (report and oral presentation), allows the student to consolidate his/her understanding and perform research tasks addressed in the curricular unit.*

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*A fornecer de acordo com o tema do Projeto/ Provided according to the topic of the Project.*

### **Mapa IX - Elaboração de uma Tese Original / Thesis**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Elaboração de uma Tese Original / Thesis*

#### **6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*José Manuel de Almeida César de Sá (coordenação)*

#### **6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Luís António de Andrade Ferreira O-3 estudantes*

*José Carlos Brito Lopes O-1 estudante*

*Armando Carlos Figueiredo Coelho de Oliveira O-2 estudantes*

*José Luís Soares Esteves O-1 estudante*

*Francisco Manuel Andrade Pires O-4 estudantes*

*Carlos Manuel Coutinho Tavares de Pinho O-2 estudantes*

*Pedro Manuel Leal Ribeiro O-1 estudante*

*Renato Manuel Natal Jorge O-1 estudante*

*José Manuel Laginha Mestre da Palma O-1 estudante*

*Manuel António Moreira Alves O-1 estudante*

*António Augusto Fernandes O-2 estudantes*

*António Torres Marques O-2 estudantes*

*Szabolcs Varga O-1 estudante*

*João Manuel Ribeiro da Silva Tavares O-1 estudante*

*Lucas Filipe Martins da Silva O-1 estudante*

*Paulo Manuel Salgado Tavares de Castro O-1 estudante*

**Ramiro Carneiro Martins O-1 estudante**

**Pedro Manuel Ponces Rodrigues de Castro Camanho O-1 estudante**

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

*A tese visa produzir um trabalho de investigação científica contendo elementos inovadores, ao nível do estado da arte para a respetiva área. Este trabalho deve permitir demonstrar que o estudante que a produz está já capaz de realizar autonomamente investigação e desenvolvimento ao mais alto nível dentro do seu domínio de investigação, bem como que é capaz de conseguir comunicar com uma adequada linguagem científica os resultados do seu trabalho.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The thesis aims at producing a scientific research work that includes innovative elements, in terms of state of the art in that field. This work should allow the student to show that he/she is able to autonomously conduct high-quality research and development within his/her field of research, as well as to be able to communicate using the appropriate scientific terminology the results of his/her work.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Os estudantes do CE desenvolvem a sua tese de doutoramento, supervisionados por um orientador e um coorientador se existir, sendo os conteúdos programáticos definidos de acordo com o tema escolhido pelos estudantes.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*The students of the study programme develop their PhD thesis while monitored by a supervisor and a co-supervisor, if required, being the syllabus defined according to the theme chosen by the students.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Cada tese de doutoramento apresenta um conjunto de objetivos e um programa de investigação que é aprovado por um por um júri e é acompanhado por um orientador e coorientador, se existir, que são o garante da coerência entre o programa e objetivos.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*Each doctoral thesis presents a set of goals and a research programme approved by a board of examiners and followed by a supervisor or co-supervisor, if necessary, who assure the consistency between the syllabus and the learning outcomes.*

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

*As metodologias têm que ser definidas caso a caso pois cada tese tem um âmbito e uma prática próprios.  
Tipo de Avaliação: produção de uma tese e sua defesa perante um júri especialmente nomeado para o efeito.  
Fórmula de avaliação: Segue o regulamento de 3ºs ciclos da U.Porto*

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

*Methodologies are defined separately since each thesis has an individual scope and procedure.  
Type of evaluation: writing of a thesis and its defence before a board of examiners (Viva Voce) especially selected for that purpose.  
Evaluation Formula: According to the 3rd study cycle programmes of the University of Porto.*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*As características desta unidade curricular, com uma grande componente de trabalho individual e original, impõe uma metodologia de ensino que privilegie a discussão regular dos temas envolvidos e a avaliação do seu progresso.*

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

*This curricular unit's features, with a great individual and original work component, demand that its teaching methodology to favour the regular discussion of the topics involved and the evaluation of their progress.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*A ser fornecida em função do tema da tese/ Provided according to the thesis topic.*



**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Análise de Riscos Industriais / Analysis of Industrial Risks*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Luís António de Andrade Ferreira (60 h OT – 2 turmas / classes; 60 h T – 2 turmas / classes)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:****6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Identificar os riscos industriais e obter ferramentas de avaliação e gestão do risco industrial.  
Ser capaz de organizar e gerir os riscos industriais numa organização.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Identify industrial risks and acquire tools for industrial risk assessment and management.  
Be able to organise and manage industrial risks in an organisation.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Os conceitos de Risco.  
Principais riscos industriais e sua avaliação.  
A fiabilidade humana e o Risco.  
Análise qualitativa de Risco.  
Análise quantitativa do Risco.  
A utilização de peritos em Análise de Risco.  
A gestão do Risco.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*The concept of risk.  
Main industrial hazards and their evaluation.  
Human reliability and risk.  
Qualitative risk analysis.  
Quantitative risk analysis.  
The use of experts in risk analysis.  
Risk management.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Os conteúdos programáticos foram selecionados de acordo com os objetivos definidos e para o tempo disponível.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The syllabus was selected according to defined objectives and the time available.*

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

*Reuniões com o supervisor e análise bibliográfica.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Condições de Frequência: Entrega de relatórios e aceitação destes por parte do supervisor.*

*Fórmula de avaliação:*

*Avaliação global do desempenho do estudante, através da avaliação dos relatórios e da prova oral.*

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

*Meetings with the supervisor and literature review.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Conditions for attendance: Report submission and their acceptance by the supervisor.*

*Evaluation formula: Comprehensive assessment of the student's performance by evaluating the reports and the oral exam.*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*É uma UC tutorial que é desenhada segundo os objetivos a atingir e de acordo com as necessidades dos estudantes.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**  
*This curricular unit is a tutorial, designed according to the objectives to the students' needs.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*M. Modarres; What every engineer should know about reliability and risk analysis. ISBN: 0-8247-8958-X  
 Institution of Chemical Engineers; Risk analysis in the process industries. ISBN: 0-85295-183-3  
 Terje Aven; Reliability and risk analysis. ISBN: 1-85166-896-9  
 American Petroleum Institute; Risk-based inspection  
 Mohammad Modarres, Mark Kaminskiy, Vasily Krivtsov; Reliability engineering and risk analysis. ISBN: 0-8247-2000-8*

**Mapa IX - Análise e Simulação de Sistemas Térmicos/Analysis & Simulation of Thermal Sys(UC não funciona 13/14)**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Análise e Simulação de Sistemas Térmicos/Analysis & Simulation of Thermal Sys(UC não funciona 13/14)*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**  
*Armando Carlos Figueiredo Coelho de Oliveira - 0h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

**6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
*Discutir as principais metodologias de análise energética recorrendo à modelação numérica de sistemas térmicos.  
 Adquirir a capacidade de analisar, modelar e simular qualquer sistema térmico.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*To discuss the main methodologies of energy analysis using numerical modelling of thermal systems. To be able to analyse, model and simulate any thermal energy system.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

- *Métodos de modelação numérica de sistemas térmicos: tipos e visão geral.*
- *Modelação global de sistemas térmicos. Exemplos com a aplicação do programa EES.*
- *Modelação distribuída de sistemas térmicos com o método dos volumes finitos. Exemplos de aplicação com o programa EES e com o programa FLUENT.*
- *Modelação de sistemas com o programa TRNSYS. Princípios e exemplos.*
- *Modelação com redes neuronais. Aplicações com redes do tipo MLP e RBF.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

- *Methods of numerical modelling: overview and types of models.*
- *Global modelling of thermal systems. Examples using EES software.*
- *Distributed modelling with the finite volume method. Application examples with EES and FLUENT softwares.*
- *System modelling with TRNSYS software. Principles and examples.*
- *Modelling with neural networks. Applications with MLP and RBF networks.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**  
*O programa definido pretende dar a conhecer aos estudantes os principais temas inerentes aos Análise e Simulação de Sistemas Térmicos utilizados em inúmeras aplicações na área da engenharia mecânica.  
 Os trabalhos realizados na UC permitem atingir objetivos enunciados.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The established programme aims at acquainting students with the main topics of the Análise e Simulação de Sistemas Térmicos, used in several applications in the area of mechanical engineering.  
 The assignments developed in the UC allow the fulfilment of the mentioned goals.*

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

**Exposição da matéria em aulas teóricas e apresentação de exemplos de aplicação.**

**Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final**

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

*Lectures where theory and examples are discussed.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with out final exam*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*As aulas são usadas para dar cumprimento aos objetivos mais relacionados com os conceitos teóricos dos assuntos apresentados.*

*Sempre que possível, a teoria é complementada com a apresentação de exemplos práticos que também mostram as capacidades e as variadas aplicações das áreas envolvidas.*

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

*Classes are used to fulfil the objective related to the theoretical concepts of the issues addressed. Whenever possible, theory is complemented by the presentation of practical examples that also show the skills and several applications of the areas involved.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Variada de caso para caso. / Various and in agreement with the students interests.*

**Mapa IX - Biomassa e Biocombustíveis / Biomass and Biofuels**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Biomassa e Biocombustíveis / Biomass and Biofuels*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Carlos Manuel Coutinho Tavares de Pinho (30h OT – 1 turma/class; 30h T – 1 turma/class)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

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

*Apresentação das diversas tecnologias energéticas associadas à biomassa.*

*Capacidade de avaliar e dimensionar sistemas energéticos baseados na biomassa.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Presentation of the several energy technologies associated to biomass.*

*Ability to evaluate and design energy systems based on biomass.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*I – A Questão Energético-Ambiental. Padrões de Consumo Energético; Reservas de Combustíveis Fósseis; Abundância, Disponibilidade e Potencial Energético da Biomassa. II – Fotossíntese; Composição e Conteúdo Energético. III – Produção da Biomassa. Disponibilidade de Solos; Seleção de Espécies; Questões Económicas; Resíduos Municipais, Agrícolas, Florestais e Industriais. IV – Conversão Física. Desumidificação e Secagem; Redução do Tamanho; Densificação; Separação. V – Conversão Térmica. Combustão, Equipamentos e Aplicações; Questões Ambientais Associadas à Combustão; Pirólise e Liquefação; Gasificação da Biomassa; Processos e Métodos de Gasificação. VI – Biocombustíveis Líquidos Oxigenados. Propriedades e Produção dos Oxigenados. VII – Gasificação Microbiológica. Produção de Metano e de Hidrogénio; Digestão Anaeróbia. VIII – Produção Integrada de Bioenergia. Sistemas de Conversão; Balanço Energético.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*I- The environmental and energy problem. Energy consumption patterns. Fossil fuel reserves. Environmental problems. Abundance, availability and energy potential of biomass. II - The photosynthesis; Composition and energy content. III - Biomass production. Soil availability. Selection of Species. Economic matters; Municipal, agricultural, forest and industrial wastes. IV - Physical conversion. Dehumidification and drying. Size reduction. Densification. Separation. V - Thermal conversion. Combustion, equipment and applications. Environmental problems of combustion. Pyrolysis and liquefaction. Biomass gasification. Gasification processes and methods. VI - Oxygenated liquid biofuels. Properties and production of oxygenated biofuels. VII - Microbiological gasification. Methane and hydrogen production. Anaerobic digestion systems.*

**VIII - Integrated production of bioenergy. Conversion systems. Energy balance.**

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**  
*Da leitura do conteúdo programático constata-se a coerência com os objetivos.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**  
*By reading the syllabus, one can detect its coherence with the objectives.*

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
*Exposição dos temas em aulas teóricas.*  
*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final.*  
*Condições de Frequência: Participação nas aulas.*  
*Fórmula de avaliação: Média aritmética das notas de quatro trabalhos.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**  
*Content presentation during theoretical classes.*  
*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam.*  
*Conditions of attendance: Participation in class*  
*Evaluation formula: Arithmetic average mark of the four assignments.*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*A coerência entre as técnicas de ensino e os objetivos de aprendizagem são evidentes para quem ler os itens anteriores.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**  
*The coherence between the teaching methods and learning objectives is quite clear for all those who have read the previous items.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**  
*Donald L. Klass; Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals . ISBN: 0124109500*  
*N. El Bassam; Handbook of Bioenergy Crops. ISBN: 978-1-84407-854-7*

**Mapa IX - Biomecânica / Bio Mechanics**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**  
*Biomecânica / Bio Mechanics*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**  
*Rui Jorge Sousa Costa de Miranda Guedes (1º Sem - 30h T – 1 turma/class; 30h OT – 1 turma/class)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**  
*O outro docente responsável encontram-se neste campo por limitação de caracteres / The other responsible academic staff are in this field for limiting characters:*  
*Renato Manuel Natal Jorge (2º Sem - 30h T – 1 turma/class; 30h OT – 1 turma/class)*

**6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
*A unidade curricular visa dotar os estudantes de conhecimentos na área da mecânica para aplicação em sistemas vivos com especial ênfase na mecânica dos materiais (tecidos rígidos e moles) e na mecânica dos corpos rígidos. Dar a conhecer e desenvolver o interesse pela biomecânica, procurando analisar o funcionamento, em termos mecânicos, dos diferentes órgãos e tecidos biológicos numa perspetiva abrangente atendendo as diferentes aplicações da biomecânica: Desportiva, Ocupacional, Reabilitação.*  
*Espera-se que, no final do período lectivo, os estudantes tenham adquirido conhecimentos que lhes permitam o recurso à utilização de ferramentas experimentais, analíticas ou numéricas tendo em vista a construção de modelos matemáticos representativos da modelação mecânica associada a diferentes sistemas de organismos vivos.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**  
*The curricular unit Biomechanics aims to provide students with knowledge in the area of mechanics to be applied*

*in living systems with special emphasis on the mechanics of materials and mechanics of rigid bodies.*

*To give and develop an interest in biomechanics, trying to study and investigate the action, in mechanical terms, of different organs and biological tissues.*

*It is expected that at the end of the semester, the students have acquired knowledge to use tools in order to build mathematical models representing mechanical modeling of systems associated with different living organisms and also to study the human locomotion, the equilibrium and how living tissues deal with load.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Biomecânica dos tecidos: abordagem aos diferentes modelos materiais usados em tecidos vivos.*

*Biomecânica Aplicada: os modelos musculares, conceito de equilíbrio estático e estudo do movimento.*

*Abordagens à biomecânica experimental e numérica.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*Tissue biomechanics and the musculoskeletal system: concepts and terminology; bone tissue; articular cartilage, tendons, ligaments and muscles.*

*Tissue biomechanics: introduction to the different material models.*

*Applied Biomechanics: muscle models, static equilibrium and motion analysis.*

*Approaches to numerical and experimental biomechanics.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos identificados são maioritariamente o suporte teórico necessário para a análise biomecânica de tecidos e órgãos quando sujeitos a ações mecânicas permitindo ao estudante ter um entendimento aprofundado das metodologias de cálculo aplicadas aos sistemas vivos. Os conceitos e metodologias constituem as bases para que seja possível analisar diversos efeitos de carácter mecânico sobre os organismos vivos.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The identified syllabus is the necessary theoretical support for the careful and efficient biomechanical analysis of tissues and organs when subjected to mechanical loads, allowing the student to have a thorough understanding of mechanics approaches. The concepts and methodologies presented are the basis to analyze some effects of mechanical character on living organisms.*

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

*Tipo de Avaliação: relatório final sobre um tema.*

*Condições de Frequência: graduação em engenharia ou em curso na área da saúde.*

*Fórmula de avaliação: nota atribuída ao relatório.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Type of evaluation: final report based on a subject.*

*Terms of frequency: background in engineering or in health.*

*Formula Evaluation: evaluation of the final report.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*A metodologia adotada é o estudo individual com acompanhamento tutorial permitindo definir para cada estudante o conteúdo programático mais adequado de acordo com a sua formação prévia e os seus interesses de trabalho de investigação.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The adopted methodology is the individual study with tutorial monitoring, setting the most suitable syllabus for each student, according to their previous training and their research interests.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Petres; Biomechanics: Fundamentals and Applications*

*Duane Knudson; Fundamentals of biomechanics. ISBN: 978-0-387-49311-4*

*Ronald L. Huston; Principles of biomechanics. ISBN: 978-0-8493-3494-8*

**6.2.1.1. Unidade curricular:*****Cálculo Matricial de Grande Dimensão / Large Dimensional Matrix Computations*****6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):*****Maria Filomena Guimarães Dias de Almeida (60h T – 2 turmas/classes; 60h OT – 2 turmas/classes)*****6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:****6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****A UC tem como objetivo dar a conhecer conhecimentos e técnicas associadas à solução de sistemas e de valores e vetores próprios de grande dimensão.*****6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:*****This course unit aims at introducing knowledge and techniques associated to the resolution of systems and values and large dimensional vectors.*****6.2.1.5. Conteúdos programáticos:*****Resumo descritivo: 1- Resolução de sistemas de grandes dimensões.******1.1 - Técnicas de matrizes esparsas. Estruturas especiais de matrizes, que ocorrem em problemas da vida real.******1.2- Métodos iterativos baseados em subespaços de Krylov, nomeadamente método do Gradiente Conjugado, método GMRES (generalized minimal residuals). Breve descrição do fundamento teórico e convergência.******Vantagens e inconvenientes, condições de aplicabilidade. Precondicionadores.******1.3 - Métodos multigrelha.******2 – Alguns métodos de cálculo de valores e vetores próprios para problemas de grande dimensão:******2.1 - método de Lanczos e método de Arnoldi. Breve descrição teórica e pormenores de implementação. Software existente.******2.2 – SVD Singular value decomposition – decomposição em valores singulares.******A UC é baseada em Matlab.******Pré-requisitos: Álgebra Linear, Análise Numérica a nível de 2º ou 3º ano do ensino superior, alguma experiência com uma linguagem de programação numérica.*****6.2.1.5. Syllabus:*****Descriptive summary: 1- Resolution of large dimensional systems 1.1 – Sparse matrix techniques. Especial structured matrices issued from real life problems.******1.2 – Interactive methods based on Krylov's subspaces, namely the conjugate gradient method, the GMRES (generalized minimal residuals) method. Brief description of the theoretical and convergence background.******Advantages and disadvantages and applicability conditions. Preconditioning.******1.3 – Multigrid methods.******2 – Some eigenvalues and eigenvectors calculus methods for large dimensional problems:******2.1 – Lanczos and Arnoldi methods. Brief theoretical description and implementation details. Existing software.******2.2 - SVD (single value decomposition).*****6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.*****A UC introduz os conceitos essenciais associados à solução de sistemas de grande dimensão e a sua aplicação.*****6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.*****The course unit introduces essential concepts associated to the resolution of large dimensional systems and their application.*****6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):*****A UC é baseada em Matlab devido á sua facilidade de utilização em Álgebra Linear e facilidades de representação gráfica.******Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final******Fórmula de avaliação: 0,6\*exame+0,4\*nota trabalho*****6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):*****This course unit is based on Matlab because of its usefulness in Linear Algebra and graphic representation.******Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam.******Evaluation Formula: 0,6\*exam + 0.4\*project mark***

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*A exposição detalhada do programa da unidade curricular é complementada com a resolução de exemplos de aplicação o que permite ao estudante adquirir uma compreensão mais aprofundada dos conceitos fundamentais.*

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

*The detailed presentation of the course unit is complemented by the resolution of application examples which enable the student to acquire an in-depth understanding of fundamental concepts.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Gene H. Golub, Charles F. Van Loan ; ; "Matrix Computations (3rd Edition)".*

*C. Moler.; " Numerical computing with Matlab. ", Johns Hopkins Studies in Mathematical Sciences, 1986. ISBN: ISBN: 0-89871-560-1.*

**Mapa IX - Comandos e Accionamentos / Drives**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Comandos e Accionamentos / Drives*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Francisco Jorge Teixeira de Freitas (T-30h 1 turma/class; OT-30h 1 turma/class)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

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

*Realizar uma análise dos sistemas de accionamento de interesse industrial de um modo balanceado, das suas características e dos meios e modos de comando automatizável.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Conduct an analysis of Industrial drive systems: types, characteristics and automatic control.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Sistemas de Accionamento Electrohidráulico e seu Comando  
Sistemas de Accionamento Electropneumático e seu comando  
Sistemas de Accionamento Electromecânico e seu comando  
Actuadores Piezoeléctricos e seu comando  
Simulação de Sistemas de Accionamento  
Concepção de Soluções de Accionamento*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Electrohydraulic drive systems and their control  
Electropneumatic drive systems and their control  
Electromechanical drive systems and their control  
Piezoelectric actuators and control  
Drive systems simulation  
Design of drive systems*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*A unidade curricular faz uma abordagem balanceada dos diferentes tipos de soluções de acionamento industrial, incorporando os sistemas hidráulicos, os pneumáticos e os eletromecânicos.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The course aims at having a balanced approach to diferente drive systems used in industrial applications, namely hydraulic, pneumatic and eletromechanical systems.*

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

*Apresentação em sala de aula dos conteúdos.*

*Sessões de demonstração laboratorial das diversas tecnologias*

***Tipo de Avaliação: exame final e trabalho de projeto***

***Fórmula de avaliação: Classificação do exame final (40%) e trabalho de projeto (60%)***

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

***The course is both based on lectures and lab work aiming at the understanding and real life application of drive systems.***

***Type of evaluation: final exam, and project work***

***Formula Evaluation: Evaluation of final exam (40%) and project work (60%)***

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

***Esta unidade curricular tem um forte conteúdo de aplicação, pelo que os trabalhos laboratoriais são essenciais para a aprendizagem, bem como a simulação numérica de sistemas.***

***Para a demonstração dos resultados da aprendizagem é essencial haver um trabalho de síntese que se consuma no trabalho de projeto.***

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

***This course is strongly application oriented, thus lab work is quite fundamental, as well as simulation work.***

***For the evaluation of the learning process is quite essential a project work to consolidate this process.***

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

**Mapa IX - Complementos de Elementos Finitos / Complements of Finite Elements**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

***Complementos de Elementos Finitos / Complements of Finite Elements***

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

***Lúcia Maria de Jesus Simas Dinis (30 h T – 1 turma/class; 30 h OT – 1 turma/class)***

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

***Renato Manuel Natal Jorge (30 h T – 1 turma/class; 30 h OT – 1 turma/class)***

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

***Abordagem de Temas mais avançados do Método dos Elementos Finitos através da realização de um Trabalho de Programação em Matlab ou por uso do ABAQUS.***

***Competências numa das áreas seguintes em termos de programação:***

***Dinâmica***

***Plasticidade***

***Não linearidade***

***Geométrica***

***Laminados Reforçados***

***etc.***

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

***Advanced Knowledge of the Finite Element Method. A programing work will be performed using Matlab or using ABAQUS.***

***Capacity for programing in one of the following areas:***

***Dynamics***

***Plasticity***

***Geometric nonlinear Problems***

***Reinforced Laminates***

***etc.***

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

***O Programa é elaborado de acordo com os interesses específicos dos estudantes e envolve sempre a realização de um trabalho de Programação.***



**6.2.1.5. Syllabus:**

*The Program is in accord with the specific interests of the students and it has a programing work.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Os conteúdos uma vez que variam de caso para caso estão de acordo com os objetivos.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The contents are in agreement with the objectives since they vary from case to case.*

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

*Orientação Tutorial*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final*

*Fórmula de avaliação: 100% para o Trabalho efetuado.*

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

*Tutorial Orientation.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with out final exam*

*Formula Evaluation: 100% for the Work.*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*A orientação tutorial é a mais adequada tendo em conta o reduzido número de estudantes que frequentam a Unidade Curricular e tendo em conta os objetivos.*

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

*The tutorial orientation is in agreement with the objectives taking into account the number of students.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Variada de caso para caso. / Various and in agreement with the students interests.*

**Mapa IX - Controlo de Sistemas Não-Lineares / Control of Non-Linear Systems****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Controlo de Sistemas Não-Lineares / Control of Non-Linear Systems*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Fernando Gomes de Almeida (30 h OT – 1 turma / class; 30 h T – 1 turma / class)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*O outro docente responsável encontra-se neste campo por limitação de caracteres / The other responsible academic staff are in this field for limiting characters:*

*Manuel Rodrigues Quintas (30 h OT – 1 turma / class; 30 h T – 1 turma / class)*

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

*Objetivos específicos: Transmitir uma panorâmica, não exaustiva, de algumas tendências atuais em controlo de sistemas não lineares. Apresentar diferentes estratégias de controlo que permitem contornar as incertezas de modelação do processo e estabelecer compromissos entre estabilidade e desempenho.*

*Espera-se que no final do período letivo os estudantes consigam: i) modelar e simular numericamente o comportamento temporal de sistemas dinâmicos; ii) ter em conta os, sempre presentes, comportamentos não-lineares dos sistemas a controlar; iii) projetar controladores robustos capazes de impor uma dinâmica pretendida a um sistema não-linear, utilizando ferramentas de Computer-Aided Control System Design.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Specific objectives: Present an overview of some of the current trends on non-linear systems control. Present different control strategies that enable circumventing process modelling uncertainties as well as to balance stability with performance.*

*By the end of the semester, students are expected to: i) model and numerically simulate the time behaviour of*

*dynamic systems; ii) account for the always present non-linear plant behaviour; iii) design robust controllers that are capable of imposing a desired dynamic on a non-linear system using Computer-Aided Control System Design tools.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Plano de Fase e Função Descritiva. 2. Estabilidade e Robustez no Domínio Frequencial: incertezas de modelação; funções sensibilidade e sensibilidade complementar; estabilidade do sistema realimentado; estabilidade robusta; sensibilidade do desempenho; rejeição de perturbações. 3. Síntese de Controladores no Domínio Frequencial: exposição sumária de algumas técnicas de síntese ( $H^\infty$ , QFT e CRONE); controlo CRONE. 4. Estabilidade no Domínio Temporal: teoria de Lyapunov. 5. Síntese de Controladores no Domínio Temporal: exposição sumária de algumas técnicas de síntese (Controlo Adaptativo e VSC); controladores de estrutura variante. 6. Prática com Matlab.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*1. Phase Plane and Describing Function. 2. Stability and Robustness on the Frequency Domain: modelling uncertainties; sensitivity and complimentary sensitivity functions; stability of the closed loop system; robust stability; performance sensitivity; perturbation rejection. 3. Controller Synthesis in the Frequency Domain: an overview of some synthesis methods ( $H^\infty$ , QFT and CRONE); CRONE control. 4. Time Domain Stability: Lyapunov theory. 5. Controller Synthesis in the Time Domain: an overview of some synthesis methods (Adaptive Control and VSC); variable structure controllers. 6 Using Matlab.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*O programa cumpre os objetivos definidos para a unidade curricular começando por abordar um conjunto de ferramentas clássicas de análise de sistemas dinâmicos não lineares. Seguidamente, são introduzidos os conceitos básicos de estabilidade robusta no domínio das frequências. Partindo destes conceitos são abordadas três metodologias de projeto de controladores robustos no domínio das frequências ( $H^\infty$ , QFT e CRONE), aprofundando-se o estudo do controlo CRONE. De forma semelhante, são também introduzidos os conceitos básicos de estabilidade robusta no domínio do tempo (Lyapunov), a partir dos quais são abordadas as técnicas de controlo adaptativo e VSC, aprofundando-se o estudo desta última.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The syllabus meets the objectives defined for the course unit, starting by addressing a set of classical analysis tools of nonlinear dynamical systems. The basic concepts of robust stability in frequency are then introduced. From these concepts, three frequency domain robust control design methodologies are discussed ( $H^\infty$ , QFT and CRONE), developing the study of the CRONE control. Similarly, the basics of robust stability in the time domain (Lyapunov) are also introduced, from which adaptive control techniques and VSC are addressed, developing the study of the latter.*

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

*Exposição do conteúdo programático acompanhada de exemplos práticos demonstrativos. Uma sessão de prática de utilização de MatLab na síntese e na análise de desempenho de controladores para sistemas não lineares.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Condições de Frequência:*

*Fórmula de avaliação: Classificação Final - CF;  
Classificação Relatório TL - CR;  
Classificação no Exame - CE;  
 $CF = 0,3 * CR + 0,7 * CE$*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Presentation of the theoretical contents paralleled by some practical demonstrative examples. One hands-on session using the MatLab to synthesise and analyse the performance of controllers of nonlinear systems.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Evaluation formula: Lab Final Classification: FC;  
Report Classification: RC;  
Exam Classification: EC;*

*$FC = 0,3 RC + 0,7 EC$*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Dado o habitual reduzido número de estudantes, esta UC funciona habitualmente em modo tutorial. Os estudantes reúnem-se periodicamente com os docentes discutindo os diferentes temas e esclarecendo as dúvidas que vão surgindo com o estudo destes. Com a realização do trabalho laboratorial os estudantes são levados a integrar e a praticar os conceitos e metodologias alvo de estudo.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*Given the usual small number of students, this curricular unit usually operates in tutorial mode. Students meet regularly with teachers, discussing the various themes and clarifying the doubts that arise from their study. With the production of the laboratory work, students are led to integrate and practise the concepts and methodologies under study.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Slotine, Jean-Jacques E.; Applied nonlinear control. ISBN: 0-13-040890-5*

*Burl, Jeffrey B.; Linear optimal control. ISBN: 0-201-80868-4*

*A. Oustaloup; La Comande CRONE: Commande Robuste d'Orde Non Entier, Hermes*

### Mapa IX - Dinâmica das Estruturas / Structural Dynamics

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Dinâmica das Estruturas / Structural Dynamics*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*José Fernando Dias Rodrigues (60 h T – 2 turmas / classes; 60 h OT – 2 turmas / classes)*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

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

*Objetivos específicos:*

- *Modelização analítica e experimental de sistemas mecânicos para análise do comportamento dinâmico;*
- *Técnicas analíticas/numéricas de resolução dos modelos dinâmicos para determinação de propriedades dinâmicas e da resposta de sistemas mecânicos;*
- *Controlo de vibrações.*

*No final do semestre o Estudante deverá:*

- *conhecer os principais fundamentos da teoria de dinâmica de estruturas;*
- *compreender o comportamento dinâmico de estruturas;*
- *ser capaz de definir modelos físico/matemáticos de estruturas;*
- *conseguir aplicar técnicas adequadas de resolução aos modelos matemáticos típicos;*
- *ter capacidade e conhecimentos para interpretar e criticar os resultados;*
- *conseguir projetar ou alterar estruturas para que as suas características dinâmicas sejam as desejadas para determinada aplicação.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Specific objectives:*

- *analytical and experimental modelling of mechanical systems to analyse dynamic behaviour;*
- *analytical/numerical techniques of dynamic models resolution to determine dynamic properties and the response of mechanical systems;*
- *vibration control*

*At the end of the semester, the student should:*

- *know the main basic concepts of structural dynamics (stiffness, inertia, damping, natural frequencies, mode shapes,...);*
- *understand the dynamic behaviour of structures;*
- *be able to define physical/mathematical models of structures;*
- *be able to apply appropriate techniques to solve typical mathematical models;*
- *be able and have the knowledge to interpret and criticise the results;*
- *be able to design or alter structures so that its dynamical properties are the ones desired for a particular application.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Vibrações de sistemas com um grau de liberdade. 2. Equações de Movimento de Sistemas Discretos: Princípio dos trabalhos virtuais. Princípio de Hamilton. Equações de Lagrange. 3. Vibrações em Regime Livre de Sistemas*

*com n Graus de liberdade. Resposta livre ou natural. 4. Vibrações em Regime Forçado de Sistemas com n Graus de liberdade. Resposta a solicitações harmónicas. Resposta de sistemas não amortecidos e amortecidos a solicitações genéricas. Sobreposição modal. Sobreposição modal truncada. 5. Sistemas Contínuos. Vibração de flexão de vigas. Vibração transversal de membranas. Vibração transversal de placas. 6. Métodos de Aproximação. Método de Rayleigh-Ritz, método de Galerkin e método dos elementos finitos. 7. Métodos Numéricos para Determinação de Frequências e Formas Naturais de vibração. 8. Integração Numérica das Equações do Movimento. 9. Introdução à análise modal experimental. Identificação de parâmetros modais. Medição de FRFs. Estimadores de FRFs.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*1. Vibration of one degree freedom systems. 2. Equations of motion of discrete systems: Influence coefficients. Principle of virtual work. Hamilton's principle. Lagrange equations. 3. Free vibrations of n-degree of freedom systems. Free or natural response. 4. Forced vibrations of n-degree of freedom systems. Response to harmonic load. Response of non-damped and damped systems to generic requests. Modal superposition. Modal Truncation. 5. Continuous Systems. Bending vibration of beams. Transverse vibration of membranes. Bending vibration of plates. 6. Approximation methods. Rayleigh-Ritz method. Galerkin method and finite element method. 7. Numerical methods for determining frequencies and natural vibration mode shapes. 8. Direct numerical integration of equations of motion. 9. Introduction to experimental modal analysis. Identification of modal parameters. FRFs measurement. FRFs estimators.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Os objetivos da unidade são a aprendizagem das matérias que constam dos conteúdos programáticos, pelo que existe coerência entre objetivos e conteúdos.*

*Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos e aplicações teórico-práticos da dinâmica de estruturas, permitindo ao estudante rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua atividade como profissional de engenharia, capacitando-o ainda para outras aprendizagens através de atividades de pesquisa autónoma. A formação compreenderá a apresentação das bases teóricas e de exemplos de aplicação, bem como as ferramentas usualmente mais aplicadas, incluindo as de índole numérica e experimental, solicitando-se aos estudantes, quer o estudo dos conceitos e dos modelos teóricos, quer a resolução de exercícios de aplicação.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The unit's objectives are learning the topics contained in the syllabus, so that the objectives are consistent with the contents.*

*The syllabus covers key topics and theoretical-practical applications of machine dynamics, allowing students to review and develop background knowledge as well as acquire new knowledge useful to his/her activity as a professional engineer, qualifying him/her for other types of learning, through an autonomous research activity. Training will include the presentation of theoretical basis and application examples, as well as the tools more commonly applied, including numerical and experimental, thus requiring students to study concepts and theoretical models, and solve exercises.*

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

*Aulas teóricas de exposição e discussão de problemas tipo.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação por exame final*

*Condições de Frequência: Assistência no mínimo ao número de aulas estabelecido pelos estatutos da FEUP.*

*Fórmula de avaliação: Classificação Final (CF): A classificação final será igual à classificação do Exame. EXAME (EX): Prova Escrita (1ª Chamada e Recurso), pontuada de 0 a 20 valores e constituída por parte TEÓRICA (8 valores) SEM CONSULTA e parte PRÁTICA (12 valores) com consulta dos Apontamentos da UC. A duração da prova é de 3 horas.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Theoretical lessons with the presentation and discussion of problems.*

*Type of evaluation: Final exam*

*Conditions for attendance: Attendance to, at least, the minimum number of classes established by FEUP's Regulations.*

*Evaluation formula: Final Grade (FG): Final Grade is based on the grade of the exam; EXAM (EX): Written exam (regular and resit period) graded from 0 to 20 and including a CLOSED BOOK THEORETICAL part (8) and an open book PRACTICAL part (12). The exam is 3 hours long.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*A metodologia consiste no ensino teórico e na orientação na resolução de problemas práticos e na execução de um trabalho laboratorial. Esta metodologia é coerente com os objetivos de aprendizagem teórica da matéria e capacidade de realizar a sua aplicação prática.*

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

*The methodology consists of theoretical teaching and monitoring of practical problem solving and execution of laboratory work. This methodology is consistent with the unit's objectives of learning the theory and applying it to solve practical problems.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Jose Dias Rodrigues;Apontamentos de Vibrações de Sistemas Mecânicos, 2013*

*Jose Dias Rodrigues;Apontamentos de Dinâmica das Estruturas, 2013*

*Clough, Ray W.;Dynamics of structures. ISBN: 0-07-011392-0*

*Bathe, Klaus-Jurgen;Finite element procedures in engineering analysis. ISBN: 0-13-317305-4*

**Mapa IX - Dinâmica Não Linear / Non-linear Dynamics****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Dinâmica Não Linear / Non-linear Dynamics*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Pedro Manuel Leal Ribeiro (60 h T – 2 turmas/classes; 60 h OT – 2 turmas/classes)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:****6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Os objetivos da UC são ensinar alguns aspetos fundamentais da teoria de sistemas dinâmicos não-lineares e fornecer aos estudantes ferramentas necessárias para aplicar esta teoria a problemas práticos. A teoria tem aplicações em inúmeras áreas, mas será dada ênfase a aplicações a sistemas mecânicos.*

*Após completar a cadeira, o estudante deverá ter competência para estudar um sistema dinâmico não linear. Em particular deve ser capaz de aplicar diferentes métodos de resolução de equações do movimento, analisar e distinguir as soluções (equilíbrio, periódicas, quasi-periódicas ou caóticas), saber analisar a estabilidade de soluções de equilíbrio e de soluções periódicas e conhecer diversos tipos de bifurcação.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The goals of the curricular unit are to teach the fundamental aspects of the theory of nonlinear dynamical systems, as well as methodologies for their numerical and experimental analysis. The theory has applications in a wide number of fields, but emphasis will be given to mechanical systems.*

*After completing the curricular unit, the student should be able to analyse a nonlinear dynamic system. In particular, he/she should be able to apply the different methods for solving motion equations, analyse and distinguish solutions (equilibrium, periodic, quasi-periodic or chaotic), know how to analyse the stability of equilibrium solutions and periodic solutions and be acquainted with the different types of bifurcations.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:****1. Introdução****2. Conceitos fundamentais****2.1 Sistemas discretos e sistemas contínuos no tempo, sistemas não autónomos e autónomos****2.2 Existência e unicidade de soluções****2.3 Pontos de equilíbrio****2.4 Ciclos limite****2.5 Linearização de sistemas não lineares****2.6 Conceitos de estabilidade****2.7. Conceito de bifurcação. Bifurcações em soluções de equilíbrio****2.8 Teorema de Poincaré-Bendixson e critério de Bendixson****3. Métodos de resolução das equações de movimento****3.1 Métodos de perturbação****3.2 Método de balanceamento dos harmónicos****3.3 Integração numérica no tempo****3.4 "Shooting method"****3.5 Método de Continuação****4. Movimentos periódicos e métodos para analisar movimentos****4.1 Definição. História temporal****4.2 Plano de fase. Espectro de Fourier. Mapa de Poincaré****4.3 Teoria de Floquet****4.4 Bifurcações de soluções periódicas****5. Movimentos quasi-periódicos****6. Caos**

**6.1 Expoentes de Lyapunov****7. Vibrações de estruturas em regime não linear geométrico****6.2.1.5. Syllabus:****1. Introduction****2. Fundamental concepts****2.1 Discrete and continuous-time systems, autonomous and non-autonomous systems****2.2 Existence and uniqueness of solutions****2.3 Equilibrium points****2.4 Limit cycles****2.5 Linearisation of nonlinear systems****2.6 Stability concepts****2.7 Concept of bifurcation. Bifurcations in equilibrium solutions****2.8 Poincaré-Bendixson theorem and Bendixson's criterion****3. Methods to solve the equations of motion****3.1 Perturbation methods****3.2 Harmonic balance method****3.3 Numerical integration in the time domain****3.4 Shooting method****3.5 Continuation method****4. Periodic motions and methods to characterise motions****4.1. Definition. Temporal history****4.2 Phase plane. Fourier's spectrum. Poincaré map****4.3 Floquet Theory****4.4 Bifurcations of periodic solutions****5. Quasi-periodic motions****6. Chaos****6.1 Lyapunov Exponents****7. Vibrations of structures in the geometrical nonlinear regime.****6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Os conteúdos programáticos estão estruturados de forma a dar a conhecer aos estudantes conceitos fundamentais e ferramentas de interesse em Dinâmica Não Linear, principalmente quando aplicada a Engenharia e, em particular, a Engenharia Mecânica. Assim, os conteúdos programáticos incluem:*

*1 - alguns conceitos teóricos de base, mas sem explorar plenamente a parte matemática (são dadas referências necessárias que permitem, aos estudantes interessados, verificar demonstrações de teoremas);*

*2 - métodos de resolução de equações de movimento, ou outras equações em sistemas dinâmicos que podem aparecer em engenharia;*

*3 - métodos para analisar as soluções das ditas equações ou resultados de análises experimentais.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The syllabus is structured so that students become familiar with fundamental concepts and tools of Nonlinear Dynamics, especially when applied to Engineering and, in particular, to Mechanical Engineering. Therefore, the syllabus includes:*

*1 - some theoretical concepts, but without fully exploiting the mathematical component (necessary references are given to students interested in the demonstration of theorems);*

*2 - methods of solving motion equations, or other dynamic system equations that can appear in engineering;*

*3 - methods to analyse the solutions of the aforementioned equations or results of experimental analysis.*

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

*A matéria é em parte transmitida através de um conjunto de aulas teórico-práticas e, complementarmente, desenvolvida pelos Estudantes através de aplicações analíticas, numéricas ou experimentais. As aulas teórico-práticas serão constituídas pela exposição de conceitos fundamentais, de métodos e de algoritmos. Serão também resolvidos alguns exercícios. Os estudantes serão encorajados a explorar fora das aulas os conceitos e métodos apresentados. Com esse intuito, alguns pequenos trabalhos computacionais e exercícios simples são dados aos estudantes ao longo do semestre. Um trabalho prático mais exigente com uma parte analítica e uma segunda parte computacional ou experimental será também obrigatório. A UC poderá ser lecionada em Português ou Inglês, consoante os estudantes que a frequentem.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Condições de Frequência: assistir às aulas e efetuar trabalhos de casa*

*Fórmula de avaliação:  $0.5 \cdot \text{Exame} + 0.5 \cdot \text{trabalhos}$*

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

*The contents are partly transferred through a set of theoretical-practical classes and, complementarily, by students*

*using analytical, numerical or experimental applications. Theoretical-practical classes will encompass the presentation of basic concepts, methods and algorithms. Some exercises are also solved. Students will be encouraged to explore presented concepts and methods, outside the classroom. In this sense, some small computational work and simple exercises are given to students throughout the semester. A more demanding practical work with an analytical part and a second computational or experimental part will also be required. The curricular unit may be taught in Portuguese or English, depending on the students attending class.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Conditions for attendance: attend lectures and carry out homework*

*Evaluation formula:  $0.5 \times \text{Exam} + 0.5 \times \text{assignments}$*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*As aulas são usadas não só para dar cumprimento aos objetivos relacionados com os conceitos teóricos dos assuntos apresentados, mas também para efetuar alguns exercícios de aplicação. Exemplos práticos são referidos nas aulas. Procura-se que os estudantes compreendam os assuntos abordados através da elaboração de trabalhos de casa.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*Classes are used not only to meet the objectives related to the theoretical concepts of the topics presented, but also to perform application exercises. Some practical examples are referred to in the classroom. Homework is given to students, to promote the understanding of the topics discussed.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Nayfeh, Ali Hasan; Applied nonlinear dynamics. ISBN: 0-471-59348-6*

*Thomsen, Jon Juel; Vibrations and stability. ISBN: 3-540-40140-7*

### Mapa IX - Energia Eólica / Wind Energy

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Energia Eólica / Wind Energy*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Álvaro Henrique Rodrigues (30h T – 1 turma/class; 30h OT – 1 turma/class)*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

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

*Adquirir conhecimentos genéricos sobre a utilização da energia do vento para a geração de eletricidade, sobre os princípios e as tecnologias de conversão, caracterização do recurso eólico e modelação do escoamento atmosférico, sobre os passos fundamentais do desenvolvimento do projeto de um parque eólico, previsão da produção e verificação das garantias de desempenho.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Acquire general knowledge on the use of wind energy for electricity generation, on the principles and conversion technologies, wind resource characterisation and modeling of the atmospheric flow, on the fundamental steps of the development of a wind farm project, production estimates and verification of the performance guarantees.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. A energia do vento. Conversão e limite de Betz. Teoria de Glauert. Velocidade específica e coeficiente de potência. Aerogeradores.*

*2. Origem do vento. Circulação geral e efeitos locais. Características do vento e sua variação no tempo. Campanhas e sensores de medição. Regime de longo termo. Recurso e potencial eólico.*

*3. Equações do escoamento. Escalas do movimento. Modelos lineares de simulação computacional. Modelos não lineares. Métodos de resolução. Modelação da turbulência. Efeitos da estratificação.*

*4. Projeto de um parque eólico. Seleção dos aerogeradores. Produção e perdas. Garantias de desempenho. Aspectos económicos.*

*5. Aerodinâmica de um rotor. Geometria das pás. Efeito do número de pás. Influência do ângulo de ataque e da velocidade de rotação. Descolamento aerodinâmico. Curva de potência e conceitos de regulação da potência.*

*6. Metodologia e fases da simulação computacional com modelos não lineares. Casos de estudo – terrenos complexos e terrenos florestados.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

- 1. The energy on the . Energy conversion and Betz limit . Glauert theory . Specific velocity and power coefficient . Wind turbines .**
- 2 . The origins of the wind . General circulation and local effects . Wind characteristics and its variation in time . Measuring campaigns and sensors . Long- term wind regime. Wind resource and potential .**
- 3 . Flow equations. Scales of motion . Linear models for computer simulation . Nonlinear models . Resolution methods . Modelling of turbulence. Stratification effects.**
- 4 . Design of a wind farm . Selection of the wind turbines . Production estimates and losses. Performance guarantees . Economic aspects .**
- 5 . Rotor aerodynamic. Geometry of the blades . Effect of the number of blades . Effect of angle of attack and rotational speed. Aerodynamic stall. Power curve and power regulation concepts .**
- 6 . Methodology and phases of computer simulation using nonlinear models. Case studies - complex terrain and forested areas.**

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O aproveitamento eficiente e competitivo da energia do vento envolve conceitos e saberes de natureza muito diversificada. Não se pretende formar especialistas em nenhuma das áreas específicas envolvidas, mas os conhecimentos transmitidos permitem aos estudantes obter uma visão genérica relativamente a esta fonte renovável de energia e às tecnologias do seu aproveitamento.*

*Aqueles que, eventualmente, pretendam prosseguir estudos nesta área, ficam assim com a informação necessária para a sua compreensão geral, o que lhes permitirá também, caso o pretendam, identificar tópicos com mais interesse para investigação e desenvolvimento.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The efficient and competitive conversion of wind energy involves concepts and knowledge of very diverse nature. It is not intended to train specialists in any of the specific areas involved, but the knowledge transmitted in the unit allows students to obtain a generic view on this source of renewable energy and on the technologies for its conversion and use.*

*Those who eventually wish to pursue studies in this area are so provided with the necessary information for its general understanding, allowing them to also identify topics of interest for research and development.*

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

*Exposição dos assuntos e discussão em sessões tutoriais.*

*Tipo de Avaliação: realização de exercícios e de um trabalho final, individual.*

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

*Exposition of subjects and discussion in tutorial sessions.*

*Type of evaluation: assignments and individual final exercise.*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*O reduzido número de estudantes permite a exposição dos assuntos de modo informal e o acompanhamento tutorial do respetivo estudo, favorecendo a discussão e o esclarecimento de eventuais dúvidas.*

*Em simultâneo a metodologia permite a orientação dessa discussão para tópicos específicos mais do interesse dos estudantes.*

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

*The reduced number of students allows the informal exposure of subjects, and to follow their study in a tutorial approach, encouraging discussion and clarification of any doubts.*

*Simultaneously the methodology allows the orientation of that discussion to more specific topics of interest to students.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Wind Resource Assessment Handbook. NREL (Subcontract No. TAT-5-15283-01)*

*Wind Energy Handbook. T. Burton, D. Sharpe, N. Jenkins e E. Bossanyi. John Willey & Sons, 2001. ISBN 0-471-48997-2*

*Wind Power Plants. R. Gash, J. Tvele. James & James, 2002. ISBN 1-902916-37-9*

*Wind Energy Explained. J. F. Manwell, J. G. McGowan, A. L. Rogers. John Willey & Sons, 2002. ISBN 0-470-84612-7*

*Numerical Weather and Climate Prediction, Warner, T. T.. Cambridge University Press, 2011. ISBN 0-521-51389-8*



**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Energia Solar / Solar Energy ( A UC não funciona no ano letivo 2013/2014)*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Armando Carlos Figueiredo Coelho de Oliveira - 0h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:****6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Conhecer profundamente as principais tecnologias solares, com ênfase para as térmicas. Saber calcular/projectar sistemas solares térmicos, bem como analisá-los em termos económicos (análise custo-benefício).*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*To gain advanced knowledge concerning the main solar technologies, both thermal and photovoltaic. To be able to analyse, calculate and design thermal and PV systems, as well as perform their economic analysis (cost-benefit analysis).*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

- *Recursos solares: radiação solar e sua medição; estimativa da radiação incidente em superfícies inclinadas.*
- *Coletores solares concentradores: razão de concentração. Ótica concentradora: coletores CPC. Centrais solares de concentração.*
- *Sistemas solares térmicos: tipos de sistemas, dimensionamento e análise do seu comportamento a longo prazo; sistemas de passagem múltipla e de uma só passagem, com e sem armazenamento.*
- *Análise económica de sistemas solares térmicos.*
- *Energia solar fotovoltaica: células, módulos e suas características; técnicas de fabrico.*
- *Sistemas fotovoltaicos: componentes e suas características (acumulação, regulação, conversão, proteção e manutenção).*
- *Ligação de sistemas fotovoltaicos à rede e dimensionamento de sistemas isolados.*
- *Análise económica de sistemas solares fotovoltaicos.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

- *Solar resources: solar radiation and its measurement; estimation of incident solar radiation on inclined surfaces: types of models.*
- *Solar thermal systems: types, design and analysis of the long term performance; systems with multiple and single pass, with or without storage.*
- *Economic analysis of solar thermal systems.*
- *Photovoltaic (PV) solar collectors: cells, modules and their characteristics; manufacturing techniques.*
- *PV systems: components and characteristics (storage, regulation, conversion, protection and maintenance).*
- *Connection of PV systems to the electrical grid and design of isolated systems.*
- *Economic analysis of PV systems.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O programa definido pretende dar a conhecer aos estudantes os principais temas inerentes aos Energia Solar utilizados em inúmeras aplicações na área da engenharia mecânica.*

*Os trabalhos realizados na UC permitem atingir objetivos enunciados.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The established programme aims at acquainting students with the main topics of the Energia Solar, used in several applications in the area of mechanical engineering.*

*The assignments developed in the UC allow the fulfilment of the mentioned goals.*

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

*Acompanhamento tutorial do estudo dos estudantes.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final*

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

*Study oriented through tutorial sessions.*

*Type of evaluation: Assessment without final exam*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*As aulas são usadas para dar cumprimento aos objetivos mais relacionados com os conceitos teóricos dos*

**assuntos apresentados.**

**Sempre que possível, a teoria é complementada com a apresentação de exemplos práticos que também mostram as capacidades e as variadas aplicações das áreas envolvidas.**

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

***Classes are used to fulfil the objective related to the theoretical concepts of the issues addressed. Whenever possible, theory is complemented by the presentation of practical examples that also show the skills and several applications of the areas involved.***

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

***Variada de caso para caso. / Various and in agreement with the students interests.***

**Mapa IX - Engenharia das Superfícies / Surface Engineering**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

***Engenharia das Superfícies / Surface Engineering***

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

***António Paulo Monteiro Baptista (60 h T – 2 turmas / classes; 60 h OT – 2 turmas / classes)***

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

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

***Sensibilizar os estudantes para a importância das superfícies técnicas no funcionamento, e fiabilidade dos equipamentos. Aprofundar os conhecimentos relativos à degradação das superfícies por desgaste, bem como as formas de minimizar, em cada caso, as consequências negativas destes fenómenos. Dotar os estudantes de informação que lhes permita escolher o acabamento ou tratamento de superfície mais indicado para uma dada aplicação.***

***Com esta UC os estudantes devem:***

***Relevar a importância das superfícies técnicas no funcionamento, durabilidade e fiabilidade dos equipamentos que usamos todos os dias.***

***Enunciar os aspetos mais importantes associados à degradação das superfícies por desgaste.***

***Selecionar e especificar, de forma tecnicamente fundamentada, o acabamento superficial e/ou tratamento de superfície mais indicado para uma dada aplicação.***

***Sustentar e defender opiniões técnicas relativas aos conteúdos submetidos a discussão, geralmente relacionados com os resultados dos trabalhos de grupo.***

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

***To make students aware of the importance of technical surfaces in the function and liability of the equipment used every day. To transfer the more important knowledge related to surface degradation by wear processes, as well as the ways to minimise in each case, the negative consequences of such phenomena. To endow students with the information that enables them to select the more appropriate surface finish and/or treatment for a given application.***

***With this course unit students should:***

***Stress the importance of technical surfaces in operation, durability and reliability of the equipment used every day.***

***State, in a systematic way, the most important aspects associated with the degradation of surfaces by wear.***

***Select and specify, in a technically based way, the most suitable surface finish and / or treatment for a given application.***

***Uphold and defend technical opinions concerning content submitted for discussion, usually related to group work results.***

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

***Caracterização físico-química das superfícies técnicas. Observação e análise de superfícies. Metrologia das superfícies; parâmetros normalizados, limitações e aplicações. Atrito; atrito de escorregamento e atrito de rolamento. Vida dos componentes mecânicos - processos de desgaste; adesão, abrasão, erosão, fadiga superficial e corrosão de contacto. Modelos físicos e matemáticos, parâmetros mais importantes e modos de combater cada forma de desgaste. Materiais para contactos. Revestimentos e tratamentos de superfície: características mais importantes e critérios de seleção. Tintas e vernizes, revestimentos plásticos, esmaltagem, revestimentos metálicos e cerâmicos. Tratamentos térmicos e mecânicos.***

**6.2.1.5. Syllabus:**

***Physical and chemical characterisation of technical surfaces. Surface analysis and observation. Surface metrology;***

*standardised parameters, limitations and applications. Friction; sliding friction and rolling friction. Life of mechanical parts – wear processes; adhesion, abrasion, erosion, surface fatigue and contact corrosion. Physical and mathematical models, most important parameters and ways to fight each wear mode. Materials for contacts. Coatings and surface treatments: most important characteristics and selection criteria. Paints and varnishes, plastic coatings, enamels, metallic and ceramic coatings. Thermal and mechanical treatments.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Os conteúdos programáticos foram selecionados de acordo com os objetivos definidos e para o tempo disponível.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The syllabuses was selected according to the defined objectives and the time available.*

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

*As aulas teóricas consistem em exposições, baseadas em acetatos (e vídeo em casos pontuais). Estão previstas aulas de demonstração do uso de equipamentos, como rugosímetro e microscópio eletrónico de varrimento (este integrado na visita de estudo ao CEMUP). Haverá lugar à realização de dois trabalhos individuais ou em grupo. Um bibliográfico e outro experimental.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Condições de Frequência: Classificação média igual ou superior a 10 valores nos dois trabalhos.  $Cfr = (Tr1 + Tr2) / 2$*

*Fórmula de avaliação:  $Cf = (Exame + Cfr) / 2$*

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

*Theoretical classes consist of presentations, supported by transparencies (and occasionally videos).*

*Demonstration sessions on the use of the equipment are carried out, such as the roughness meter and the scanning electron microscope (integrated into the visit to CEMUP).*

*Two individual or group assignments; One bibliographic and the other experimental.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Conditions for attendance: Average mark equal to or higher than 10 in both assignments.*

*$Cfr = (Tr1 + Tr2) / 2$*

*Evaluation formula:  $Cf = (Exam + Cfr) / 2$*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*É uma UC tutorial que é desenhada segundo os objetivos a atingir e de acordo com as necessidades dos estudantes.*

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

*This curricular unit is a tutorial, designed according to the objectives to the students' needs.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Bhushan, Bharat 340; "Modern Tribology handbook". ISBN: 0-8493-8403-6*

*Holmberg, Kenneth; "Coatings tribology". ISBN: 0-444-88870-5*

**Mapa IX - Engenharia de Manutenção / Maintenance Engineering**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Engenharia de Manutenção / Maintenance Engineering*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Luís António de Andrade Ferreira (30h OT – 1 turma/class; 30h T – 1 turma/class).*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

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

*Identificar as principais avarias estruturais e de superfície em equipamentos industriais.*

*Ser capaz de identificar as falhas mais prováveis em equipamentos industriais e analisar essas falhas.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Identify the main structural and surface damages and failures in industrial equipment.  
Be able to identify the failures that are most likely to occur in industrial equipment and analyse them.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Avarias estruturais.  
Metodologia de análise de avarias. Tipos de ruína; características da ruína de componentes; RCFA.  
Aspetos relacionados com os materiais (questões metalúrgicas, etc.).  
Aspetos básicos da Mecânica dos Sólidos. Referência ao uso do método dos elementos finitos.  
Problemas de fadiga. Fadiga a alto e a baixo número de ciclos; dano acumulado; efeito de entalhes.  
Mecânica da Fratura: uma introdução. Estado de tensão na extremidade de fendas, tenacidade; propagação de fendas em fadiga e em corrosão sob tensão.  
Referência a alguns órgãos mecânicos e detalhes estruturais, e ilustração do seu modo de ruína.  
Avarias de superfície.  
Introdução à Tribologia e suas aplicações práticas.  
Materiais de contacto.  
Os lubrificantes e suas características principais.  
As chumaceiras de deslizamento, lubrificadas ou não.  
A lubrificação de rolamentos e engrenagens.  
As principais avarias de superfície em superfícies em contacto lubrificadas ou não: o desgaste, a gripagem, a fadiga.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*Structural damage.  
Methodology for failure analysis. Types of ruin; component ruin features; RCFA.  
Aspects related to materials (metallurgical issues, etc.).  
Basic Aspects of Solid Mechanics. Reference to the use of the finite element method.  
Problems of fatigue. Fatigue in high and low number of cycles; accumulated damage; effect of notches.  
Fracture Mechanics: an introduction. Stress state at the end of cracks, toughness; fatigue crack propagation and stress corrosion cracking.  
Reference to some mechanical units and structural details, and illustration of its failure mode.  
Surface failures.  
Introduction to Tribology and its practical applications.  
Contact materials.  
Lubricants and their main characteristics.  
The sliding bearings, lubricated or not.  
The lubrication of bearings and gears.  
The main surface failures in contact surfaces lubricated or not: wear, galling, fatigue.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*As matérias lecionadas foram escolhidas para atingir os objetivos da UC no tempo disponível.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The contents were selected according to the defined objectives and the time available.*

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

*Reuniões com o supervisor e análise bibliográfica.  
Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final  
Condições de Frequência: Entrega de relatórios e aceitação destes por parte do supervisor.  
Fórmula de avaliação: Avaliação global do desempenho do estudante, através da avaliação dos relatórios e da prova oral.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Meetings with the supervisor and literature review.  
Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam  
Conditions for attendance: Report submission and acceptance by the supervisor.  
Evaluation formula: Comprehensive assessment of the student's performance by evaluating the reports and the oral exam.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*É uma UC tutorial que é desenhada segundo os objetivos a atingir e de acordo com as necessidades dos estudantes.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*This curricular unit is a tutorial, designed according to the objectives to the students' needs.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*ed. by J. C. Radon; Fracture and fatigue. ISBN: 0-08-026161-2*

*ASM; Fatigue and fracture. ISBN: 0-87170-385-8*

*S. Kocanda; Fatigue failure of metals. ISBN: 90-286-0025-6*

*Gwidon W. Stachowiak, Andrew W. Batchelor; Engineering tribology. ISBN: 0-7506-7304-4*

*ed. M. J. Neale; Tribology handbook. ISBN: 0-408-00082-1*

*Luís Andrade Ferreira; Tribologia. ISBN: 972-95794-5-8*

*Bob Ross; Investigating mechanical failures. ISBN: 0-412-54920-4*

*compil. and ed. by Heinz P. Bloch; Practical lubrication for industrial facilities. ISBN: 0-8247-0407-X (New York)*

*D. M. Pirro, A. A. Wessol; Lubrication fundamentals. ISBN: 0-8247-0574-2*

### Mapa IX - Fadiga e Mecânica da Fratura / Fatigue and Fracture Mechanics

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Fadiga e Mecânica da Fratura / Fatigue and Fracture Mechanics*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Paulo Manuel Salgado Tavares de Castro (30h T – 1 turma/class; 30h OT – 1 turma/class)*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

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

*A UC visa fornecer conhecimentos relativos à avaliação da integridade estrutural de construções mecânicas, na possível presença de fendas. Os conhecimentos a adquirir são relevantes quer para o projeto de equipamentos tomando em consideração a sua danificação em serviço, nomeadamente por fadiga, quer para a interpretação de causas de falhas estruturais ('failure analysis'). Espera-se que os estudantes aprovados desenvolvam nomeadamente a capacidade de:*

- seleccionar os critérios e os procedimentos relevantes para a avaliação da integridade estrutural de componentes mecânicos, de estruturas e ligações estruturais contendo fendas, e realizar essa avaliação;*
- proceder e coordenar a análise de causas de rotura por fratura e fadiga, em casos reais;*
- interpretar criticamente a literatura relevante, nomeadamente os códigos e normas, e as partes de códigos e normas, que tratam o problema da fratura e fadiga.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*This curricular unit aims at providing students with knowledge on concepts and techniques for the structural integrity assessment of mechanical constructions, possibly in the presence of cracks. The knowledge is relevant for the design of equipment, taking into account its damage, due to fatigue, and the interpretation of the causes of structural failure ('failure analysis'). By the end of the semester, students should be capable of:*

- selecting the criteria and procedures to assess the structural integrity of mechanical components, structures, and structural connections with cracks, and perform that same assessment;*
- coordinating the analysis of the causes by fracture and fatigue in real cases;*
- critically interpreting the relevant technical literature, namely research papers, standards, codes, and parts of standards and of codes associated with fracture and fatigue.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Mecânica da Fratura Linear Elástica. Análise de tensões na extremidade de fissuras. O conceito de fator de intensidade de tensão, K. Métodos energéticos. O conceito de taxa de libertação de energia, G. Relações entre K e G. Região plástica na extremidade de fissuras. Estado plano de tensão e de deformação. Tenacidade em estado de deformação plano - K<sub>IC</sub>. A norma ASTM E399. Curva de resistência. Determinação experimental da tenacidade;*
- 2. Mecânica da Fratura Elasto-Plástica. O modelo de Dugdale. Crack Opening Displacement - ensaios e normalização. A Welding Institute Design Curve. O integral J. Relações COD - J.;*
- 3. Propagação estável de fissuras: fadiga e corrosão sob tensão. Lei de Paris. O conceito de limiar de propagação. Relações entre os ensaios SN (Wohler) e os ensaios de Mecânica da Fratura;*
- 4. Aplicação da Mecânica da Fratura a Materiais Compósitos;*
- 5. Análise de roturas (failure analysis). O critério CEGB R6;*
- 6. Mecânica da fratura computacional;*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Linear elastic fracture mechanics; stress analysis of cracks; concept of stress intensity factor, K; energy methods; concept of strain energy release rate G; Relations between K and G; plastic region in crack tips; state of*

*plane stress and plane strain; plane strain fracture toughness K<sub>IC</sub>; ASTM E339 standard; resistance R-curve; experimental toughness measurement;*  
 2. *Elasto-plastic fracture mechanics; Dugdale's method; crack opening displacement (COD) - tests and standards; The Welding Institute (TWI) design curve; J-integral. COD relations;*  
 3. *Stable crack propagation: fatigue and stress corrosion cracking; Paris' law; concept of threshold for crack propagation; relationship between SN tests (Wohler) and fracture mechanics tests;*  
 4. *Application of fracture mechanics to composite material;*  
 5. *Failure analysis; CEBG R6 procedure;*  
 6. *Computational fracture.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Em todas as áreas da Engenharia em que a resistência dos materiais tem um papel crítico, como a mecânica, a aeronáutica, a naval ou a civil, existe a preocupação com a durabilidade das construções e com os seus processos de danificação. A mecânica da fratura é uma área de conhecimento que emergiu na segunda metade do século passado como resposta a essa necessidade, e o seu desenvolvimento implicou a criação de alguns conceitos novos e de novos métodos de análise.*

*O objetivo desta UC é educar os futuros engenheiros neste tópico, e para ter sucesso os estudantes tem de estudar conceitos teóricos, estudar métodos de aproximação numérica, e de ganhar a capacidade para a realização autónoma de juízos quanto ao potencial e aos limites das técnicas apresentadas.*

*Os conteúdos desta UC foram concebidos tendo em vista a satisfação dessas necessidades.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*In all engineering fields where strength of materials plays a critical role, as in mechanical, aeronautical, naval, and civil engineering, there is a concern for the durability of the constructions and the study of their damage processes. Fracture mechanics is an area of knowledge that emerged in the second half of the past century, as an answer to that need, and its development implied the creation of some new concepts and analysis methods.*

*The purpose of this curricular unit is to educate future engineers in this topic, and to be successful, students must study theoretical concepts, numerical approximation techniques, and gain the ability to give an autonomous opinion about the potential and limits of the existing knowledge. The contents of this curricular unit were designed taking into account the fulfilment of these needs.*

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

*Aulas teóricas; aulas teórico-práticas; sessões de sala de computadores; visita ao laboratório.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação por exame final*

*Fórmula de avaliação: Exame classificado na escala de zero a vinte. Em caso de dúvida, a assiduidade e o desempenho nos trabalhos voluntários propostos será tomada em consideração.*

*Nota: Nos casos de doutorandos com background adequado, designadamente os que frequentaram previamente UC's de Mecânica da Fratura, com programa reconhecido adequado pelo docente desta UC da FEUP, a frequência de aulas e a realização de exame podem ser substituídas pela realização de trabalhos, especialmente os que levem à apresentação de comunicações em conferências científicas ou a publicações em revistas. Estes casos devem ser objeto de acordo prévio envolvendo também o supervisor de tese do doutorando.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Theoretical lessons; theoretical-practical lessons; PC room sessions; visit to the lab.*

*Type of evaluation: Final exam*

*Evaluation formula: Exam is graded from zero to twenty. When in doubt, the student's regular attendance and the performance of proposed voluntary work will be considered.*

*Attention: PhD students with an appropriate background, namely those who have previously attended the Fracture Mechanics curricular unit, with a recognised syllabus accepted by the teacher of this FEUP's unit, can exchange class attendance and the exam research work leading to presentations in scientific conferences or publication in journals. These cases are subject to a previous agreement, also including the thesis supervisor.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Como indicado nas secções 6.2.1.6 e 6.2.1.7 acima, o tipo de aulas vai variando conforme a UC avança ao longo do sem.; das apresentações puramente teóricas iniciais, caminha-se para aulas mistas de carácter teórico e tutorial, bem como em certos casos para a realização de aulas em salas de pc's.*

*A integridade estrutural de componentes mecânicos, ligações estruturais e estruturas é atualmente baseada em conceitos avançados da mecânica dos sólidos ou resistência dos materiais. Os conhecimentos básicos desta área devem ser ensinados e aprendidos através de aulas tradicionais de exposição de matéria e discussão com os estudantes. Após a apresentação de alguns dos conceitos teóricos, em aulas tradicionais, surge a necessidade de ilustração do seu tratamento por métodos numéricos, designadamente o método dos elementos finitos. Nessa altura, as aulas passam a ser lecionadas em salas de computadores, sendo os estudantes acompanhados na resolução de problemas recorrendo a software como o ANSYS.*

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

*As mentioned in sections 6.2.1.6 and 6.2.1.7, the type of classes varies as the course unit progresses throughout the semester. From the initial purely theoretical lectures, then mixed theoretical and tutorial classes, as well sessions in computer rooms.*

*Structural integrity of mechanical components, structural connections and structures are nowadays - and since the second half of the past century - based on advanced concepts of solid mechanics or strength of materials. The basic concepts of this area of knowledge should be taught through conventional lectures, as it is usual with solid mechanics or elasticity courses and equivalent. After some theoretical background is presented in conventional lessons, there is a need for illustrating their application using numerical modelling, namely the finite elements method. In those circumstances some classes take place in computer rooms, where students are trained in the resolution of problems using software such as ANSYS.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*A Saxena, "Nonlinear Fracture Mechanics for Engineers", CRC, 1998  
 AP Parker, "The Mechanics of Fracture and Fatigue, an Introduction", EFN Spon, 1981  
 AT Zehnder, "Fracture Mechanics", Springer, 2012  
 CM Branco, AA Fernandes, PT de Castro, "Fadiga de Estruturas Soldadas", Gulbenkian, 2 ed, 1999  
 D Broek, "Elementary Engineering Fracture Mechanics", M Nijhoff, 1987  
 D Broek, "The Practical Uses of Fracture Mechanics", Kluwer, 1988  
 HL Ewalds, RJH Wanhill, "Fracture Mechanics", Arnold, 1985  
 M F Kanninen, CH Popelar, "Advanced Fracture Mechanics", OUP, 1985  
 RW Hertzberg, "Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials", Wiley, 1996  
 T Kundu, Fundamentals of Fracture Mechanics, CRC, 2008  
 Tada et al, The Stress Analysis of Cracks Handbook", ASME, 2000  
 TL Anderson, "Fracture Mechanics", CRC, 1995  
 Y Murakami, "Stress Intensity Factors Handbook"*

**Mapa IX - Fiabilidade e Manutenção / Reliability and Maintenance****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Fiabilidade e Manutenção / Reliability and Maintenance*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Luís António de Andrade Ferreira (60h T – 2 turmas/classes; 60h OT – 2 turmas/classes)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:****6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Equipamentos reparáveis e não reparáveis: padrões de falhas.*

*Modelação da fiabilidade. Limitações da análise preditiva da fiabilidade.*

*As bases de dados.*

*Modelos de fiabilidade para sistemas. Análise por diagramas de blocos. As árvores de falhas (FTA). Aplicação da análise de Markov à fiabilidade de sistemas. Simulação de Monte-Carlo.*

*A fiabilidade no projeto de sistemas e equipamentos. O FME(C)A e sua aplicação prática. A metodologia HAZOP.*

*Definições de manutenção e de Engenharia de manutenção.*

*A manutibilidade, a manutenção e a disponibilidade: sua relação com a fiabilidade.*

*A Fiabilidade na gestão de ativos e no controlo de qualidade.*

*O conceito de Ciclo de Vida dum equipamento industrial.*

*Ganhar conhecimentos nas áreas da Fiabilidade e Manutenção de equipamentos industriais.*

*Ter capacidade de analisar a fiabilidade de componentes e equipamentos nas diferentes fases do seu ciclo de vida e ajustar as tarefas de manutenção à disponibilidade requerida.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Repairable and non-repairable equipment: patterns of failure.*

*Modelling reliability.*

*Limitations of predictive reliability analysis.*

*Databases.*

*Models for system reliability. Analysis by block diagrams.*

*The fault trees (FTA). Application of the Markov analysis to the reliability of systems.*

*Monte-Carlo simulation.*

*Reliability in the design of systems and equipment.*

*FME (C) A and its practical application.*

*The HAZOP methodology.*

*Definitions of maintenance and engineering maintenance.*

*A maintainability, maintenance and availability: their relation to reliability.*

*Reliability in asset management and quality control.*

*The concept of Life Cycle of industrial equipment.*

*Gain knowledge in the areas of Reliability and Maintenance of industrial equipment.*

*Ability to analyse the reliability of components and equipment in different stages of their life cycle and adjust your maintenance tasks to their required availability.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Como é uma UC tutorial, não tem um programa definido.*

*O trabalho a desenvolver pelos estudantes depende dos seus objetivos no seu trabalho de dissertação e dos conhecimentos prévios que têm face aos objetivos da UC.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*Since the curricular unit is a tutorial, it does not have an established syllabus.*

*The developed work by students depends on their dissertation work goals and previous knowledge of the curricular unit's objectives.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*As matérias lecionadas foram escolhidas para atingir os objetivos da UC no tempo disponível.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The contents were selected according to the defined objectives and the time available.*

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

*Reuniões com o orientador e análise de bibliografia aplicável.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Condições de Frequência: Não aplicável*

*Fórmula de avaliação: Avaliação global do desempenho do estudante, através da avaliação do relatório e da prova oral.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Meetings with the supervisor and analysis of applicable literature.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Conditions for attendance: Not applicable*

*Evaluation formula: Comprehensive assessment of the student's performance by evaluating the report and the oral exam.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*É uma UC tutorial que é desenhada segundo os objetivos a atingir e de acordo com as necessidades dos estudantes.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*This curricular unit is a tutorial, designed according to the objectives to the students' needs.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*by U. Dinesh Kumar... [et al.]; "Reliability, maintenance and logistic support". ISBN: 0-412-84240-8*

*Marvin Rausand, Arnljot Hoyland; "System reliability theory". ISBN: 0-471-47133-X*

*B. S. Dhillon; "Engineering maintenance". ISBN: 1-58716-142-7*

*Henri Procaccia, Eric Fertou, Marc Procaccia; "Fiabilité et maintenance des matériels industriels réparables et non réparables". ISBN: 978-2-7430-1362-2*

*Lindley R. Higgins, Dale P. Brautigam, R. Keith Mobley; "Maintenance engineering handbook". ISBN: 0-07-028811-9*

*John Moubray; "Reliability-centred maintenance". ISBN: 0-7506-3358-1*

*Renaud Cuignet; "Management de la maintenance". ISBN: 2-10-006674-9*

*B. S. Dhillon; "Reliability, quality, and safety for engineers". ISBN: 0-8493-3068-8.*

### Mapa IX - Inovação e Desenvolvimento do Produto / Innovation and Product Development

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Inovação e Desenvolvimento do Produto / Innovation and Product Development*



**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*António Augusto Fernandes (30 h T – 1 turma/class; 30 h OT – 1 turma/class)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:****6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*A capacidade de inovar é um dos requisitos fundamentais para a sobrevivência de uma organização, em particular a capacidade de desenvolver novos produtos e serviços. Pretende-se que os estudantes adquiram competências em:*

- *Conceber e implementar processos de desenvolvimento estruturados e flexíveis*
  - *Aprender a integrar os desejos dos clientes e novas tecnologias no processo de desenvolvimento*
  - *Aprender a gerir e potenciar o desenvolvimento de produtos plataforma*
  - *Descobrir e explorar o potencial de novas tecnologias de suporte à experimentação e prototipagem para aumentar a produtividade e criação de valor - Tirar partido e saber gerir redes de desenvolvimento.*
- Competências NCSEE: B21, L1 - L11, L40.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*To innovate is a fundamental requirement for any organization to survive. It is closely connected to the ability to develop new products and services. Students should acquire the following skills:- to conceive and implement processes of structured and flexible development;- to learn to integrate customers' wishes and new technologies in the process of development;- to learn to manage and strengthen the development of platform products;- to discover and explore the potential of new technologies of support to experimentation and prototyping in order to increase value creation; - to manage development networks.*

*Skills NCSEE: B21, L1 - L11, L40.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Desenvolver um trabalho que aborde um ou mais dos temas descritos abaixo*

- *Inovação e incerteza: a nível de projeto de desenvolvimento de produto (conceito de campo da inovação e espaço de design) e ao nível da empresa;*
- *Formas de potenciar e desenvolver flexibilidade no processo de desenvolvimento;*
- *Integração da experimentação e prototipagem no processo e desenvolvimento de sistemas;*
- *O impacto das novas tecnologias na definição de estratégias de experimentação;*
- *A importância dos aspetos de organização e seu impacto na arquitetura do produto;*
- *Novas abordagens para entender as necessidades dos clientes e sua participação no processo de desenvolvimento;*
- *A importância da gestão do programa de desenvolvimento e portfólio;*
- *Aumentar a diversidade através da identificação de novas formas de inovação: lead user, design driven e integração de tecnologias emergentes;*
- *O papel das redes: o papel das estratégias plataforma, redes intra-empresa e redes inter-empresas.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Write an essay covering one or more of the following topics:*

- *Innovation and uncertainty: at the level of product development design (concept of innovation field and design space) and at the company level.;*
- *Ways of developing flexibility in the development process;*
- *Integration of experimentation and prototyping in the development process and maximize learning;*
- *The impact of new technologies in the definition of experimentation strategies;*
- *The importance of organization aspects and their impact in product architecture;*
- *New approaches to understand customers' needs and their participation of in the development process;*
- *The importance of management of the development programme and product portfolio;*
- *To increase the diversity through: lead user, design driven and integration of emerging technologies;*
- *The role of networks ;the role of platform strategies, intra-company networks and inter-company networks*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O programa foi desenhado de modo a fornecer ao estudante o conhecimento de base que lhe permita não uma integração fácil em equipas de desenvolvimento de produto e assumir um papel de liderança não só na definição de estratégias de inovação como na sua implementação.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The program of the course was designed to provide the student with the knowledge base that will enhance competencies that allow easy integration not only as a member of product development teams as part of his professional activity or take a leadership role not only in defining innovation strategies but also in their implementation*

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

*A UC usa uma metodologia de ensino baseado no desenvolvimento de um projeto de criação de um novo produto*

*ou serviço, a partir de uma oportunidade de negócio identificada pelos estudantes trabalhando em grupo ou individualmente.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final*

*Fórmula de avaliação: A classificação é baseada nos seguintes critérios: - 100% Apresentação e defesa de um relatório final.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*The UC uses a teaching method based on the development of a project to create a new product or service from a business opportunity identified by students working in groups or individually*

*Type of evaluation: Avaliação distribuída sem exame final*

*Terms of frequency: Formula Evaluation:*

*100% Presentation and defense of a final report .*

*Formula Evaluation: Formula Evaluation:*

*100% Presentation and defense of the final report of the project to develop an innovative product or service or a theoretical essay*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*As metodologias de ensino são orientadas de forma que o relatório final do projeto vise o desenvolvimento de um conceito inovador de produto ou serviço ou trabalho de índole teórica, em consonância com os objetivos da UC.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The teaching methodologies are oriented so that the final report of the project aims at the development of an innovative concept of product or service or theoretical work, in line with the objectives of the UC.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Karl Ulrich ,Steven Eppinger; "Product Design and Development", 2008*

*Keith Goffin & Rick Mitchell; "Innovation managemen", Palgrave, 2005*

*Merle Crawford and Anthony di Benedetto; "New products management", McGraw Hill International , 2011*

### Mapa IX - Instrumentação para Medição, Aquisição e Transmissão de Dados/Instr. for Meas, Acq and Trans of Data

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Instrumentação para Medição, Aquisição e Transmissão de Dados/Instr. for Meas, Acq and Trans of Data*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Maria Teresa Braga Valente de Almeida Restivo (15h T - 0,5 turma/class; 15h OT - 0,5 turma/class)*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*Joaquim Gabriel Magalhães Mendes (15h T - 0,5 turma/class; 15h OT - 0,5 turma/class)*

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

*Objetivos: aplicar técnicas e conceitos da instrumentação para medição, aquisição e transmissão de dados essenciais em R&D com envolvente experimental. Serão revistos conceitos, princípios de funcionamento, metodologias e procedimentos normalizados. Será dada ênfase ao Vocabulário Internacional de Metrologia. Serão apresentadas variadas tecnologias para a aquisição e registo automático de dados, instrumentação virtual e transmissão de dados. Serão analisados casos de monitorização, aquisição e controlo e da experimentação online, reforçada a importância da certificação e calibração de equipamentos.*

*Conceção e implementação de soluções baseadas nos conhecimentos adquiridos.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Objectives: Application of basic instrumentation techniques and concepts for measurement, acquisition and transmission of R&D experimental data. Overview of concepts, working principles, methodologies and standardise procedures. Emphasis will be given to International metrology vocabulary.*

*Presentation of several distinct technologies for automatic data acquisition and registration, virtual instrumentation and data transmission. Monitoring, acquisition, control and online experimentation cases will be analysed, and the importance of certification and calibration of equipment will be reinforced.*

*Development of solutions based on the acquired knowledge.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Vocabulário Internacional de Metrologia. Erros e incertezas associados às medições. Sensores/transdutores:*

*princípios de funcionamento, características mais relevantes. Condicionamento e transmissão de sinal. Aquisição de dados. Instrumentação virtual. Experimentação online. Conceção e implementação de uma solução incorporando os conhecimentos adquiridos.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*International Metrological. Errors and uncertainties associated to measurements. Sensors/transducers: working principles and relevant characteristics. Signal conditioning and transmission. Data acquisition. Virtual Instrumentation. Online experimentation. Creation and implementation of a solution that incorporates the acquired knowledge.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*O programa disponível está em linha com os seguintes aspetos:*

*Conhecimento das metodologias correntes de medição, aquisição e transmissão de dados e da terminologia da Ciência da medição, de ferramentas e tipos de TI para experimentação online, de avaliação da qualidade de um resultado e familiarização com atividade experimental*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The available syllabus is in line with the following aspects:*

*Knowledge of the current methodologies for measurement, acquisition and data transmission and of the metrology terminology, of tools and types of IT for online experimentation, of evaluation of results' uncertainty and familiarisation with experimental activity.*

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

*Discussão de conteúdos em regime de tutoria. Algumas sessões decorrerão fundamentalmente em ambiente laboratorial para desenvolvimento de capacidades de índole experimental com base na proposta de um trabalho que reúna muitos dos conceitos e de técnicas discutidas. Sempre que possível existirão visitas técnicas ou parte de trabalhos serão realizados noutros laboratórios reconhecidos. Procurar-se-á ainda a participação em seminários ou mesmo workshops/ conferências, através de trabalhos escritos decorrentes de trabalhos realizados.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final*

*Condições de Frequência: Através da avaliação do desempenho regular.*

*Fórmula de avaliação: Média ponderada de Contacto em Regime Tutorial - CRT (30%) e Realização e Relatório do Trabalho Experimental Proposto (TEP) (70%)*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Discussion of contents under tutorial regime. Some sessions will take place primarily in the laboratory for the development of experimental skills based on the proposal of an assignment that brings together many of the concepts and techniques discussed. Whenever possible, technical visits will be carried out, or part of the assignments will be conducted in other recognised laboratories. Participation in seminars or workshops / conferences is also encouraged, through written papers arising from the said assignments.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation without final exam*

*Conditions for attendance: Based on regular performance assessment*

*Evaluation formula: Average of the marks from the presented works (30%) and carry out a proposed experimental work and its report (70%).*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*A avaliação contempla a interação durante o período tutorial e coloca o desafio da realização de um trabalho no contexto da unidade de crédito com o objetivo de integrar conhecimentos e conferir capacidade experimental*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The evaluation includes interaction, during tutorial period, and encourages the production of a work in the context of the course unit, aiming at integrating knowledge and give experimental ability*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Restivo, Maria Teresa Universidade do Porto. Faculdade de Engenharia. Departamento de Engenharia Mec; "Laboratórios de instrumentação para medição". ISBN: 978-972-8025-67-0,*

*Dally, James W.; "Instrumentation for engineering measurements". ISBN: 0-471-55192-9.*

*Asch, Georges; "Les capteurs en instrumentation industrielle". ISBN: 2-10-004758-2,*

*Doebelin, Ernest O.; "Measurement systems". ISBN: 0-07-100697-4.*

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Integração de Energias Renováveis e Novas Tec. Energ. nos Edifícios (Não funciona em 2013/14)*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*José Luís Coelho Alexandre-0h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:****6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*O objetivo é dotar os Estudantes de conhecimento de soluções menos convencionais para satisfazer as necessidades energéticas dos edifícios, numa perspectiva de autonomia e sustentabilidade. São abordadas apenas tecnologias ativas, uma vez que é admitido que as soluções passivas já estão resolvidas.*

*As soluções passam por uma análise técnico nunca esquecendo os aspectos tecnológicos. De uma forma geral são apresentadas tecnologias baseadas na energia solar, cogeração, tecnologia de pilhas combustíveis e soluções de climatização pouco convencionais. Neste último caso, em que os sistemas apresentados tiram partido da energia do Ar, solo e água para aquecimento e arrefecimento.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The aim is to equip students with knowledge in less conventional solutions to satisfy the energy needs of buildings, from an autonomous and sustainable perspective. Only active technologies are addressed, since it has been established that passive solutions are already solved.*

*The solutions are submitted to a technical analysis, without neglecting the technological aspects. Technologies based on solar energy, cogeneration, fuel cells technology solutions and unconventional HVAC technologies are usually presented. In the former, the presented systems take advantage of the energy provided by the air, soil and water for heating and cooling.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Apresentação, Objectivos e Metodologia da Unidade curricular. O contexto das Novas Tecnologias Energéticas. A Diretiva Europeia, o RCCTE e o RSECE.*

*Integração de Colectores Solares Térmicos para produção de AQS em edifícios residenciais: estratégias e alternativas. Sistemas centralizados ou individuais. Viabilidade Económica.*

*Integração de sistemas fotovoltaicos em edifícios*

*Integração de Sistemas Solares Ativos: ciclos combinados, sistemas de absorção.*

*Sistemas de Cogeração(SC): sistemas clássicos - Ciclos padrão a Ar (Otto, Diesel e Joule Bryton)*

*SC:de micro-geração - alternativas e viabilidade económica*

*SC:sistemas baseados na tecnologia das Pilhas de Combustível*

*SC:análise crítica de casos concretos de edifícios*

*Climatização com Baixo Consumo Energético (CBCE): alternativas e análise de aplicabilidade comparativa*

*CBCE: uso dos recursos "solo" e "água"*

*CBCE: uso do recurso "ar" - sistemas evaporativos, ventilação noturna*

*CBCE: "displacement"*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Introduction, Goals and Methodology of the Curricular Unit. The New Energy Technologies context. The European Directive, the RCCTE and RSECE.*

*Integration of Thermal Solar Collectors for DHW production in residential buildings: strategies and alternatives.*

*Centralised or individual systems. Economic viability.*

*Integration of photovoltaic systems in buildings*

*Integration of Active Solar Systems: combined cycles, absorption systems.*

*Cogeneration systems (CS): classical systems - Air Standard Cycles (Otto, Diesel and Bryton Joule)*

*CS:micro-generation - alternatives and economic viability*

*CS:systems based on fuel cell technology*

*CS:critical analysis of specific buildings*

*HVAC with Low energy Consumption: alternatives and analysis of comparative applicability*

*HVAC with Low energy Consumption: use of 'soil' and 'water' resources*

*HVAC with Low energy Consumption: use of 'air' resources- evaporative systems, night ventilation*

*HVAC with Low energy Consumption: 'displacement'*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*As aulas são de carácter teórico prático com uma duração de 2 h por cada aula. Durante as sessões/aulas são apresentadas as diferentes tecnologias alternativas e respectivas soluções*

*Os Estudantes têm que se familiarizar com os novos sistemas adaptados aos edifícios. Espera-se que no final da cada sessão apresentem-se alguns problemas práticos, ou soluções práticas, das tecnologias apresentadas. Há lugar à realização de problemas específicos aplicados a cada matéria. Os estudantes são encorajados a*

*desenvolverem trabalhos de aplicação prática das tecnologias em análise.*

*Os Estudantes, no final do semestre, são convidados a apresentar um caso de estudo aplicando uma das tecnologias abordadas .*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*Each theoretical-practical class lasts for 2 hours. During these sessions/classes different alternatives and their solutions are presented.*

*Students must become familiar with the new systems adapted to buildings. Students are expected, at the end of each section, to present some practical problems, or practical solutions, of presented technologies. Solve specific problems applied to each subject. Students are encouraged to develop practical application assignments on the technologies addressed.*

*At the end of the semester, students are invited to present a case study using the technologies discussed.*

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

*A avaliação incide sobre o exame final e os trabalhos apresentados ao longo do semestre, sendo este último opcional.*

*No caso de optarem pelo trabalho no final do semestre este representa 40% da classificação final.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*The evaluation focuses on the final exam and the assignments presented throughout the semester, though the former is optional.*

*If the student opts for the assignment at the end of the semester it will represent 40% of the final mark.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*As aulas do tipo teórico-prático são usadas para dar cumprimento aos objectivos relacionados com os conceitos teóricos dos assuntos apresentados. Sempre que é possível a teoria é complementada com apresentação de casos práticos.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*Theoretical-practical lessons are used to meet the goals connected to the theoretical concepts of the contents addressed. Whenever possible, theory is complemented by the presentation of practical case studies.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Ellis, M. W. (2001). Fuel Cells for Building Applications. (ASHRAE, Ed.) (p. 132). American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Retrieved from <http://www.amazon.com/Cells-Building-Applications-Michael-Ellis/dp/1931862036>*

*Fuel Cell Technology Handbook (Handbook Series for Mechanical Engineering). (2002) (p. 360). CRC Press.*

*Retrieved from <http://www.amazon.com/Technology-Handbook-Series-Mechanical-Engineering/dp/0849308771>*

*Kehlhofer, R., Rukes, B., Hannemann, F., & Stirnimann, F. Combined-Cycle Gas & Steam Turbine Power Plants, 2nd Edition (p. 430). PennWell Corp.*

*O'Hayre, R., Cha, S.-W., Colella, W., & Prinz, F. B. (n.d.). Fuel Cell Fundamentals. Wiley. Retrieved from*

*<http://www.amazon.com/Fuel-Cell-Fundamentals-Ryan-OHayre-ebook/dp/B000U0SHQO>*

*McQuiston, Faye C.; Heating, ventilating, and air conditioning. ISBN: 0-471-35098-2*

*Iard, Francis 340; Natural ventilation in buildings. ISBN: 1-873936-72-9*

*Regulamentação nacional (DL 78/79/80 de 6 de abril de 2006)*

### Mapa IX - Juntas Adesivas Estruturais / Structural Adhesive Joints

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Juntas Adesivas Estruturais / Structural Adhesive Joints*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Lucas Filipe Martins da Silva (60 h T – 2 turmas/classes; 60h OT – 2 turmas/classes)*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

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

*Os principais objetivos específicos desta UC são:*

*1. sensibilizar os engenheiros mecânicos e áreas afins para a inovadora técnica de ligação por adesivos estruturais;*

2. disponibilizar uma extensa base de conhecimentos sobre a tecnologia de ligações adesivas;
3. aumentar a aplicação de ligações adesivas na indústria portuguesa. Espera-se que, após a frequência desta UC e uma avaliação positiva, os estudantes:
  1. conheçam os diferentes tipos de adesivos;
  2. saibam seleccionar adesivos para diferentes aplicações;
  3. saibam preparar, fabricar e projetar juntas adesivas;
  4. demonstrem conhecimentos no uso de adesivos na indústria.

O estudante terá conhecimentos teóricos e práticos para projetar juntas adesivas estruturais.

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The specific aims of this course unit are to:*

1. Inform the mechanical engineers and related areas about the innovative technique of adhesive bonding;
2. Provide an extensive knowledge about the technology of adhesive bonding;
3. Increase the application of adhesive bonding in the Portuguese industry.

*After attending this unit and getting a positive assessment, students are expected to:*

1. Know the different types of adhesives;
2. Know how to select adhesives for different applications;
3. Know how to prepare, manufacture and design adhesive joints;
4. Demonstrate knowledge in the use of adhesives in the industry.

*The student will have the theoretic and practical knowledge to design structural adhesive joints.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

O Ciclo de Estudos abrange aspetos teóricos e práticos. São feitas referências aos estudos teóricos mais importantes, aos dados concretos sobre adesivos disponíveis no mercado, aos métodos detalhados de preparação da superfície e indicação das normas internacionais mais utilizadas. Pretende-se assim um Ciclo de Estudos que cubra detalhadamente a preparação, execução e conceção de juntas adesivas adequadas aos requisitos das respetivas aplicações. Três casos de estudo chave para a indústria portuguesa serão abordados de modo a ilustrar a transferência de tecnologia para a prática.

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*The study cycle covers theoretical and practical aspects. References are made regarding the most important theories, available adhesives data on the market, methods of surface preparation and indication of the most common international standards. This study cycle is expected to cover in detail the preparation, manufacturing and design of adhesive joints appropriate to the requirements of their applications. Three case studies important to Portuguese industry will be addressed in order to illustrate the transfer of technology to the practise.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Conteúdos cobrem todas as etapas do processo de ligação (teoria da adesão, seleção do adesivo, projeto da junta, preparação da superfície, fabrico, controlo) por adesivos estruturais em termos teóricos (aulas teóricas) e práticos (trabalhos laboratoriais).*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*Contents cover all the steps of adhesive bonding (theory of adhesion, selection of adhesive, design, surface preparation, manufacture, control) in theoretical terms (theoretical lectures) and practice (laboratory assignments).*

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

*Aulas teóricas e aulas práticas de laboratório.*

*Aulas tutoriais quando o número de estudantes é reduzido (inferior a 8).*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final*

*Fórmula de avaliação: Trabalho escrito 100%*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Theoretical and practical classes.*

*Tutorial lessons when the number of students is small (lower than 8).*

*Type of evaluation: Distributed evaluation without final exam*

*Evaluation formula: Written work 100%*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Aulas teóricas e de laboratório que permitem ter a formação necessária para projetar juntas adesivas estruturais.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*Theoretical and laboratory classes that enable the student to have enough knowledge to design structural adhesive*

*joints.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Lucas F M da Silva, A G de Magalhães, M F S F de Moura, 'Juntas adesivas estruturais', Publindústria, Porto, 2007*  
*Handbook of Adhesion Technology, Lucas F M da Silva, Andreas Öchsner, R D Adams, 2011. ISBN:*  
*978-3-642-01168-9*  
*Lucas Filipe Martins da Silva, Andreas Ochsner (eds.); Modeling of adhesively bonded joints. ISBN:*  
*978-3-540-79055-6*  
*Lucas F M da Silva, D Dillard, B Blackman, R D Adams; Testing adhesive joints - Best practices, Wiley, 2012. ISBN:*  
*9783527329045*

### Mapa IX - Laminados Compósitos / Composite Laminates

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Laminados Compósitos / Composite Laminates*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Marcelo Francisco de Sousa Ferreira de Moura (30 h OT – 1 turma/class)*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*O outro docente responsável encontram-se neste campo por limitação de caracteres / The other responsible academic staff are in this field for limiting characters:*  
*António Torres Marques (30 h T – 1 turma/class; 30 h OT – 1 turma/class)*

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

*O objetivo fundamental da unidade curricular consiste na familiarização por parte dos estudantes dos processos de fabrico, caracterização mecânica e aplicações de laminados compósitos.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The main objective of this curricular unit is to acquaint students with manufacturing processes, mechanical characterisation and application of composite laminates.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Os trabalhos propostos envolverão alguns dos seguintes tópicos:*  
*Leis Constitutivas da Camada*  
*Teoria clássica dos laminados*  
*Critérios de Rotura da Camada*  
*Aplicação da mecânica da fratura aos compósitos laminados*  
*Métodos numéricos aplicados à fratura interlaminar*  
*Ensaio mecânicos de Laminados*  
*Ligações em materiais compósitos*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*The proposed assignments will involve some of the following topics:*  
*Layer constitutive laws*  
*Classical laminate theory*  
*Layer fracture criteria*  
*Application of fracture mechanics to composites laminates*  
*Numerical methods applied to inter-laminar fracture*  
*Mechanical testing of laminates*  
*Connection between composite materials*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Pretende-se que os estudantes analisem um problema envolvendo um ou vários tópicos acima referidos com o objetivo de melhor compreender o comportamento mecânico dos laminados compósitos. No final os estudantes devem ficar familiarizados com o comportamento mecânico dos laminados, os métodos de análise adequados para a sua caracterização e as especificidades inerentes ao projeto com estes materiais.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*Students are expected to analyse a particular problem involving one or several aspects above mentioned in order to better understand the mechanical behaviour of laminated composites. By the end, students should be familiarised*

*with the mechanical behaviour of laminates, the adequate methods for their characterisation and the specificities inherent to design with these materials.*

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

*Os estudantes realizarão um trabalho de índole experimental ou numérico (ou ambos) pré-definido. No final devem escrever um relatório que será discutido com os docentes da unidade curricular.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final*

*Fórmula de avaliação: A classificação final será ditada pela análise e discussão do relatório final.*

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

*The students must perform a pre-established numerical or experimental work (or both). By the end they must write a report that will be discussed with the teachers of the curricular unit.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation without final exam*

*Evaluation formula:*

*The final classification will be dictated by the analysis and discussion of the final report.*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Pretende-se que os estudantes estudem um problema envolvendo laminados compósitos recorrendo ao fabrico de componentes (provetes, placas ou detalhe estrutural) com o objetivo de proceder à sua caracterização mecânica e/ou aplicabilidade estrutural. No final os estudantes devem ficar familiarizados com o comportamento mecânico dos laminados, os métodos de análise adequados para a sua caracterização e as especificidades inerentes ao projeto com estes materiais.*

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

*Students are expected to analyse a particular problem involving composite laminates by means of manufacturing components (specimens, plates or structural details) in order to perform mechanical characterisation and/or structural applicability. By the end, students should be familiarised with the mechanical behaviour of laminates, the adequate methods for their characterisation and the specificities inherent to design with these materials.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Materiais compósitos. Marcelo F. S. F. de Moura, Alfredo B. de Moraes, António G. de Magalhães; ISBN: 972-8953-00-3*

**Mapa IX - Materiais Compósitos / Composite Materials**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Materiais Compósitos / Composite Materials*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*António Torres Marques (30h T – 1 turma/class; 30h OT – 1 turma/class)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

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

*Objetivos genéricos:*

*Dar noções básicas de comportamento mecânico de materiais compósitos e suas especificidades*

*Dar uma introdução aos conceitos e teorias associadas ao dimensionamento com Materiais Compósitos*

*Introduzir tecnologias de fabrico e controlo de qualidade com Materiais Compósitos.*

*Objetivos específicos:*

*Familiarizar os estudantes com a especificidade dos Materiais Compósitos de Matriz Polimérica, em particular com as características de anisotropia e de facilidade de adequação das propriedades à aplicação.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Generic Objectives*

*Give basic notions of mechanical behaviour of composite materials and its specificities*

*Introduce the concepts and theories associated with the design of composite systems and structures*

*Introduce the processing techniques and notions for the quality control with Composite Materials*



**Specific Aims:**

*To acquaint students with the specificity of polymeric matrix composite materials, particularly the anisotropic characteristics and easy adaptation of the properties to the application.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução  
Constituintes e semi-produtos  
Processos de Transformação  
Comportamento Mecânico e sua Previsão  
Teoria Clássica dos Laminados  
Dimensionamento e critérios de rotura  
Conceção  
Controlo de Qualidade*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Introduction  
Base materials and semi-products  
Processing  
Mechanical behaviour  
Classical laminate theory  
Rupture criteria and structural design  
Conceptual design  
Quality Control*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.****Resultados Esperados:**

*No final do período letivo pretende-se que o estudante:*

- *conheça principais matrizes e fibras, bem como semi-produtos para produção de sistemas compósitos*
- *saiba os principais parâmetros dos diferentes processos de fabrico e seja capaz de fazer uma seleção e avaliação de tecnologias*
- *seja capaz de Conceber e Dimensionar produtos simples em sistemas compósitos*
- *esteja habilitado a preparar um procedimento de controlo de qualidade para estes sistemas.*

*Os conteúdos programáticos dão as bases necessárias para a satisfação dos objetivos referidos, visando a necessidade de articular o projeto com o conhecimento dos processos de fabrico e das propriedades específicas destes materiais.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.****Learning Outcomes:**

*At the end of the semester students are expected::*

- *to know the main resins and fibres, as well as semi-products for the production of composite systems*
- *to identify the main parameters of different manufacturing processes and to be able to make a selection and evaluation of technologies*
- *to conceive and design simple products based on composite systems*
- *to be able to prepare a quality control procedure for those systems.*

*The syllabus gives the necessary foundations for the fulfillment of the objectives referred to, required to articulate the project with the knowledge of the manufacturing processes and the specific properties of these materials.*

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

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Designação Peso (%)*

*Exame 30,00*

*Trabalho escrito 70,00*

*Total: 100,00*

*Condições de Frequência: Realização de trabalho*

*Fórmula de avaliação:*

*0.7x NT+0.3xNE*

*NT - Nota do Trabalho*

*NE - Nota do Exame*

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

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Name Weight (%)*

*Exam 30,00*

**Written report 70,00**

**Total: 100,00**

**Conditions for attendance: Completion of project work**

**Evaluation formula:**

**$0.7 \times NT + 0.3 \times NE$**

**NT - Mark of Project Work**

**NE - Mark of Exam**

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*A Unidade Curricular Materiais Compósitos surge após os estudantes terem conhecimentos de Materiais (principalmente metais, mas também Polímeros e Cerâmicos) área de Lei de Hook generalizada. A formação na área de Materiais e Processos dá-lhes as bases para desenvolver o conhecimento sobre constituintes, semi-produtos e processos de transformação de Materiais Compósitos. Permite ainda abordar o Comportamento Mecânico e, também apoiado nos conhecimentos das áreas da Resistência de Materiais/Mecânica das Estruturas/Mecânica dos Sólidos e da lei de Hook generalizada, introduzir a componente de previsão de propriedades e de Teoria Clássica de Laminados. A formação nestas últimas áreas dá as bases para a teoria clássica dos laminados, dimensionamento e critérios de rotura, bem como conceção. O Controlo de Qualidade é uma abordagem específica para os Materiais Compósitos, apoiado em conhecimentos de materiais e processos.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The Composite Materials course unit appears after the students are acquainted with materials (mainly metals, but also polymers and ceramics) and Hooke's law.*

*Training in the area of Materials and Processes gives students the background to develop their knowledge regarding base materials, semi-products and processing technologies of composite materials.*

*It also addresses mechanical behaviour, supported by the knowledge in the areas of Strength of Materials/ Structure Mechanics/Solid Mechanics and generalized Hook law introduce the property forecasting component and the classical laminate theory.*

*Training in these two areas gives the foundation for the classical laminate theory, dimensioning and rupture criteria, as well as conceptual design. Quality Control is a very specific approach to Composite Materials, supported by the knowledge in materials and processes.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*J. A. Quinn; Composites : design manual , 2007*

*Caroline Baillie; Green composites : polymer composites and the environment*

*Kelly Anthony; Comprehensive composite materials. ISBN: 0-08-042993-9*

*ed. Stephen W. Tsai; Strength & life of composites. ISBN: 978-0-9819143-0-5*

*Marcelo F. S. F. de Moura, Alfredo B. de Moraes, António G. de Magalhães; Materiais compósitos. ISBN: 972-8953-00-3*

*Daniel Gay, Suong V. Hoa; Composite Materials: Design and Application. ISBN: 978-1-4200-4519-9*

### Mapa IX - Mecânica do Contacto e Lubrificação / Contact and Lubrification Mechanics

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Mecânica do Contacto e Lubrificação / Contact and Lubrification Mechanics*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Jorge Humberto Oliveira Seabra (30h T – 1 turma/class; 30h OT – 1 turma/class)*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

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

*Analisar o comportamento e dimensionar os órgãos de máquinas submetidos a ações de contacto e lubrificados - engrenagens, rolamentos, cames.*

*Compreender os fenómenos físicos envolvidos nas ações de contacto entre superfícies em movimento relativo; Conhecer as teorias da Mecânica do Contacto Hertziano, da Lubrificação Termohidrodinâmica e da Lubrificação Elastohidrodinâmica;*

*Saber aplicar os critérios tribológicos de conceção e dimensionamento de componentes mecânicos (rolamentos, engrenagens, cames ...) e seleccionar o lubrificante adequado;*

*Ser capaz de analisar avarias de superfície e estabelecer a sua relação com os conceitos da Mecânica do Contacto e da Lubrificação Elastohidrodinâmica.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Analyse the behaviour and sizing machines units subjected to stresses of contact and lubricated- Gears, Rolling Bearings, Cams.*  
*Understand physical phenomena involved in the contact between surfaces in relative motion;*  
*Be acquainted with the Hertzian mechanics contact, lubrication thermohydrodynamics and lubrication elastohydrodynamics* Know how to apply tribological criteria of conception and dimensioning of mechanical components (gears, rolling bearings, cams,...) and select an adequate lubricant;  
*Be able to analyse surface failure and relate it with concepts of Contact Mechanics, and Hydrodynamic Lubrication and Elastohydrodynamic Lubrication.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

**MECÂNICA DO CONTACTO HERTZIANO (10 aulas, 18 horas):** Contacto entre sólidos de revolução (Teoria de Hertz), Tensões no interior de sólidos em contacto e Influência da rugosidade das superfícies em contacto. Aplicações.  
**LUBRIFICAÇÃO ELASTOHIDRODINÂMICA (8 aulas, 14 horas):** Teoria da Lubrificação Elastohidrodinâmica. Espessura do Filme Lubrificante EHD. Reologia do Filme Lubrificante EHD. Térmica do Contacto Elastohidrodinâmico. Aplicações.  
**LUBRIFICAÇÃO, EFICIÊNCIA E AVARIAS DE ENGRENAGENS (7 aulas, 12 horas):** Tribologia do contacto entre os dentes de uma engrenagem cilíndrica. Balanço energético de uma caixa de engrenagens. Tipos e métodos de lubrificação de engrenagens Avarias de superfície em chumaceiras, engrenagens e rolamentos. Seleção de lubrificantes. Aplicações.

#### 6.2.1.5. Syllabus:

**Hertzian Contact Mechanics (10 classes, 18 hours):** Contact between solids of revolution (Hertz Theory), stress in the interior of solids in contact; influence of surface roughness on contact; applications.  
**Elastohydrodynamic Lubrication (8 classes, 14 hours):** Elastohydrodynamic lubrication theory; thickness of EHD lubricant film; rheology of EHD lubricant film; thermal elastohydrodynamic contact; applications.  
**Lubrication, efficiency, gear failure (7 classes, 12 hours):** Tribological Contact between teeth of a cylindrical gear; energy balance of a gearbox; types and methods of gear lubricants; bearing surface, gears and bearings failures; lubricant selection; applications.

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*A mecânica do Contacto e a lubrificação Elastohidrodinâmica são campos de conhecimento imprescindíveis para poder compreender os fenómenos físicos envolvidos nas ações de contacto entre superfícies em movimento relativo.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*Contact mechanics and elastohydrodynamic lubrication are scientific fields necessary to understand the behaviour and design of lubricated mechanical components under contact - Gears, Rolling Bearings, Cams.*

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

**Aulas teóricas de exposição da matéria e discussão (28);**  
**Aulas teórico-práticas de resolução de problemas e discussão de casos tipo (16h);**  
**Aulas Laboratoriais (12h - extra curricular).**  
**Avaliação distribuída (4h).**  
**Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final**  
**Fórmula de avaliação: COMPONENTE DISTRIBUÍDA (CD)**  
**A Componente Distribuída engloba duas partes, designadas por Testes e “TPC”:**  
 • Testes (T1, T2) - 2 Provas Escritas a realizar durante o semestre, cada uma constituída por parte teórica (sem consulta, 12 val, 45 minutos) e parte prática (com consulta, 8 val, 45 minutos). • “TPC” – Exercícios propostos e trabalhos laboratoriais, a realizar em período extra-curricular, a submeter ao docente para correção e classificação e pontuado de 0 a 20 val.  
 • A classificação da Componente Distribuída (CD) é igual a:  $CD = (T1 + T2 + TPC) / 3$ .  
 • São admitidos a Exame os estudantes que tenham obtido a classificação mínima de 8 val.

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

**Theoretical lessons with the presentation and discussion of contents (28 h);**  
**Theoretical-practical lessons with problem solving and case discussion (16 h);**  
**Laboratorial lessons (12 h - extra-curricular);**  
**Distributed evaluation (4 h)**  
**Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam**  
**Evaluation formula:**  
**Distributed evaluation(DE)**  
**Distributed evaluation comprises two components: exams and homework:**  
 - Exams (E1, E2) - two written exams during the semester. Each of the exams will be based on a theoretical part (closed book, 12, 45 minutes) and a practical part (open book, 8, 45 minutes);  
 - Homework (HW) - exercises given during classes should be done as homework and then submitted to the teacher

for assessment (graded from 0 to 20).

- • **Classification of Distributed Component (CD) equals to:**  $CD = (T1 + T2 + HW) / 3$ .

- **Students can take the final exam only if they get a minimum grade of 8 (eight) out of 20 in the Distributed evaluation.**

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*A mecânica do contacto e a lubrificação elastohidrodinâmica tem uma forte componente científica e analítica, interferem significativamente na conceção de órgãos de máquinas e implicam uma exaustiva validação experimental.*

*A metodologia de ensino usada aborda estas três vertentes: formação teórica, aplicação à conceção e validação experimental.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The mechanics of contact and elastohydrodynamic lubrication have a strong scientific and analytical component, significantly interfering with the design of machine units and implying a thorough experimental validation.*

*The teaching methodology used addresses these three areas: theoretical, applied to design and experimental validation.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Jorge Seabra; “Mecânica do Contacto Hertziano”, 3ª Edição, 138 páginas., SMap, DEMEGI, FEUP, 2003.*

*Jorge Seabra, Armando Campos e Alexandre Sottomayor; “Lubrificação Elastohidrodinâmica”, SMap, DEMEGI, FEUP, 1ª Edição, 200 páginas, 2002.*

*Jorge Seabra; “Engrenagens – Lubrificação, Rendimento e Avarias”, SMap, DEMEGI, FEUP, 1ª Edição, 104 páginas, 2005.*

*Jorge Seabra; “Problemas propostos, Formulário, Folha de Cálculo e Aplicações MatLab em Mecânica do Contacto e Lubrificação Elastohidrodinâmica”, SMap, DEMEGI, FEUP, 3ª Edição, 112 páginas, 2005.*

### Mapa IX - Mecânica dos Fluidos Avançada / Advanced Fluid Mechanics

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Mecânica dos Fluidos Avançada / Advanced Fluid Mechanics*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*José Manuel Laginha Mestre da Palma (30h T – 1 turma/class; 30h OT - 1 turma).*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

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

*Conhecer tópicos da Mecânica dos Fluidos, que não são abrangidos pelo Ciclo de Estudos de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, como sejam por exemplo a modelação de turbulência ou escoamentos transientes.*

*Saber aplicar os princípios de conservação de massa, quantidade de movimento em escoamentos de fluidos.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Knowing topics of Fluid Mechanics, which are not covered by the Master course in Mechanical Engineering, such as for example the modeling of turbulence or transient flows.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Formas diferenciais das equações do movimento: equações de conservação de massa, momentum e energia, equações de Navier-Stokes.*

*Equações de camada limite, espessura da camada limite, camada limite sobre uma placa plana, soluções de similaridade, forma integral das equações de camada limite.*

*Conceito de estabilidade a pequenas perturbações, a equação Orr-Sommerfeld, a teoria da estabilidade invíscidos, a estabilidade da camada limite, instabilidade térmica, a transição para a turbulência.*

*Introdução ao estudo da turbulência, flutuações e média temporal, equações gerais de fluxo turbulento, a equação da camada limite turbulenta, camada limite turbulenta sobre placa plana, escoamento turbulento em tubagens, hipótese de mistura de Prandtl, modelação da turbulência, escoamentos turbulentos livres.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*Differential forms of governing equations: mass, momentum and energy conservation equations, Navier-Stokes equations.*

*Boundary layer equations, Boundary layer thickness, Boundary layer on a flat plate, similarity solutions, Integral form of boundary layer equations.*

*Concept of small-disturbance stability, Orr-Sommerfeld equation, Inviscid stability theory, Boundary layer stability, Thermal instability, Transition to turbulence.*

*Introduction, Fluctuations and time-averaging, General equations of turbulent flow, Turbulent boundary layer equation, Flat plate turbulent boundary layer, Turbulent pipe flow, Prandtl mixing hypothesis, Turbulence modeling, Free turbulent flows.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**  
*As aulas são de natureza teórico-prática, de acordo com as exigências da matéria lecionada.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**  
*Classes are theoretical-practical, according to the requirements of the subjects taught.*

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
*Exposição da matéria, reforçada com aplicações.*  
*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*  
*Fórmula de avaliação: Clas = 0.8\* relatório + 0.2 \* oral*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**  
*Exposição da matéria, reforçada com aplicações.*  
*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*  
*Formula Evaluation: Clas = 0.8\* relatório + 0.2 \* oral*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*O conteúdo programático inclui todos os tópicos, que são os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**  
*Classes are theoretical-practical, according to the requirements of the subjects taught.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**  
*An Introduction to Fluid Dynamics,*  
*Batchelor, G.B.,*  
*Cambridge University Press, 1967*  
*Fundamentals of Hydro- and Aeromechanics*  
*Prandtl, L. & Tietjens, O. G.*  
*Dover Publications, 1934*  
*Applied Hydro- and Aeromechanics*  
*Prandtl, L. & Tietjens, O. G.*  
*Dover Publications, 1934.*

## **Mapa IX - Mecânica dos Fluidos Computacional / Computational Fluid Mechanics**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**  
*Mecânica dos Fluidos Computacional / Computational Fluid Mechanics*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**  
*Paulo Alexandre de Avilez Rodrigues de Almeida Valente (30h T -1 turma/class; 30h OT -1 turma/class)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

**6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
*Conhecer os conceitos essenciais dos métodos numéricos mais utilizados em modelos computacionais na Mecânica dos Fluidos.*  
*Competência para a para desenvolver soluções numéricas para os problemas mais simples (escalares).*  
*Capacidade para utilizar ferramentas computacionais já existentes para a resolução de problemas complexos.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**  
*To understand the core concepts of numerical methods commonly used in computational models in Fluid*

**Mechanics.**

**Competency to develop numerical solutions for simple problems (scalar problems). Ability to use existing computational tools for solving complex problems.**

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Método das diferenças finitas, método dos elementos finitos, método dos volumes finitos. Equações elípticas, parabólicas e hiperbólicas de derivadas parciais. Fronteiras irregulares. Problemas de difusão pura, convecção pura, convecção / difusão e equações de ondas. Escoamentos em regime permanente e em regime transitório. Análise de estabilidade, convergência e precisão dos esquemas numéricos. Análise de casos de estudo e programação em MATLAB.*

**DEMONSTRAÇÃO DA COERÊNCIA DOS CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS COM OS OBJETIVOS DA UNIDADE CURRICULAR:**

*Os conteúdos programáticos versam os métodos numéricos usualmente aplicados em Mecânica dos Fluidos e as suas características, portanto garantindo o ponto "Conhecimentos" dos Objectivos da unidade curricular. Análise de casos de estudo e a programação em MATLAB garantem o ponto "Aptidões e Competências" dos Objectivos da unidade curricular.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Finite difference method, finite element method, finite volume method. Elliptic, parabolic, and hyperbolic partial differential equations. Irregular boundaries. Pure diffusion, pure convection, convection/diffusion problems, and wave equations. Steady and unsteady flow. Stability analysis, convergence and accuracy of numerical schemes. Case study analysis and MATLAB programming.*

**DEMONSTRATION OF THE SYLLABUS COHERENCE WITH THE CURRICULAR UNIT'S OBJECTIVES:**

*The syllabus deal with numerical methods usually applied in Fluid Mechanics and its characteristics, thus ensuring point "Knowledge" of the Learning Outcomes of the curricular unit. Case study analysis and MATLAB programming guarantee point "Skills and Competencies" of the Learning Outcomes of the curricular unit.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O programa definido pretende dar a conhecer aos estudantes os principais temas inerentes aos Mecânica dos Fluidos Computacional utilizados em inúmeras aplicações na área da engenharia mecânica. Os trabalhos realizados na UC permitem atingir objetivos enunciados.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The established programme aims at acquainting students with the main topics of the Mecânica dos Fluidos Computacional, used in several applications in the area of mechanical engineering. The assignments developed in the UC allow the fulfilment of the mentioned goals.*

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

*O ensino envolve sessões de apresentação das matérias e sessões de discussão, sendo a avaliação efectuada através da realização de um trabalho e se necessário a realização de um exame.*

**DEMONSTRAÇÃO DA COERÊNCIA DAS METODOLOGIAS DE ENSINO COM OS OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM DA UNIDADE CURRICULAR:** *A realização de um trabalho e a discussão das matérias permite uma eficiente aprendizagem neste nível de ensino.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

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

*The teaching involves sessions with theoretical presentations and discussions. The student grading will be based on written assignments and a written exam if necessary.*

**DEMONSTRATION OF THE COHERENCE BETWEEN THE TEACHING METHODOLOGIES AND THE LEARNING OUTCOMES:**

*The written assignments and the discussion of the UC contents allows for an efficient learning experience at this educational level.*

*Type of evaluation: Assessment without final exam*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*As aulas, são usadas para dar cumprimento aos objetivos mais relacionados com os conceitos teóricos dos assuntos apresentados.*

*Sempre que possível, a teoria é complementada com a apresentação de exemplos práticos que também mostram as capacidades e as variadas aplicações das áreas envolvidas.*

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

*Classes are used to fulfil the objective related to the theoretical concepts of the issues addressed. Whenever*

*possible, theory is complemented by the presentation of practical examples that also show the skills and several applications of the areas involved.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Variada de caso para caso. / Various and in agreement with the students interests.*

### Mapa IX - Mecânica dos Fluidos Não Newtonianos / Non-Newtonian Fluid Mechanics

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Mecânica dos Fluidos Não Newtonianos / Non-Newtonian Fluid Mechanics*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Manuel António Moreira Alves (30h T - 1 turma/class; 30h OT - 1 turma/class)*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

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

*Pretende-se que o estudante desenvolva um pensamento crítico e criativo na análise de problemas de mecânica dos fluidos não Newtonianos, reologia e microfluídica.*

*Ao completar esta unidade curricular o estudante desenvolverá competências nos seguintes temas:*

- *Escoamento de fluidos não-Newtonianos*
- *Reologia*
- *Microfluídica de fluidos complexos*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The student is expected to develop creative and critical thinking in the analysis of problems in non-Newtonian fluid mechanics, rheology and microfluidics.*

*Upon completing this curricular unit, the student will develop competencies in the following topics:*

- *Flow of non-Newtonian fluids*
- *Rheology*
- *Microfluidics with complex fluids*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Comportamento Newtoniano vs. não-Newtoniano. Escoamento de fluidos não-Newtonianos. Reometria. Funções materiais em escoamentos de corte e extensional. Equações constitutivas. Viscoelasticidade. Escoamentos simples. Escoamento de fluidos complexos na microescala.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*Newtonian versus non-Newtonian behaviour. Flow of non-Newtonian fluids. Rheometry. Material functions in shear and extensional flows. Constitutive equations. Viscoelasticity. Simple flows. Microscale flow of complex fluids.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Esta unidade curricular (UC) aborda os conceitos fundamentais e aplicados do transporte de fluidos não-Newtonianos, na macro- e micro-escala, e a sua relação com as propriedades reológicas dos fluidos.*

*A análise de escoamentos de fluidos complexos na microescala tem particular interesse, devido ao acentuar do comportamento não linear do fluido observado com a redução das dimensões do sistema. A discussão de aplicações permite uma integração eficaz dos conhecimentos adquiridos pelo estudante.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The curricular unit addresses the fundamental concepts and applications of flow transport of non-Newtonian fluids, both at a macro- and micro-scale, and their relation with the rheological properties of the fluids. The microscale analysis of the flow of complex fluid is particularly relevant, due to the enhancement of the nonlinear behaviour of the fluid with a flow system size reduction.*

*The discussion of applications enables an effective integration of the knowledge acquired by the student.*

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

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final*

*Condições de Frequência: Participação nas aulas e nas reuniões com o docente, e entrega atempada de três monografias. As monografias serão relativas aos seguintes temas: Escoamentos de fluidos não-Newtonianos (monografia apenas); Reometria e equações constitutivas (trabalho laboratorial e monografia); Escoamento de*

*fluidos complexos na microescala (trabalho laboratorial e monografia)*

*Fórmula de avaliação: Média das classificações das monografias.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Type of evaluation: Distributed evaluation without final exam*

*Conditions for attendance: Attendance of classes/meetings with the teacher and the timely submission of 3 monographs. The monographs address the following topics: non-Newtonian fluid flow behaviour (monograph only); Rheometry and constitutive equations (lab work and monograph); Microfluidic flow of complex fluids (lab work and monograph)*

*Evaluation Formula: Monographs' average marks.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*As aulas são usadas para dar cumprimento aos objetivos mais relacionados com os conceitos teóricos dos assuntos apresentados.*

*Sempre que possível, a teoria é complementada com a apresentação de exemplos práticos que também mostram as capacidades e as variadas aplicações das áreas envolvidas.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*Classes are used to fulfil the objective related to the theoretical concepts of the issues addressed. Whenever possible, theory is complemented by the presentation of practical examples that also show the skills and several applications of the areas involved.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*D.V. Boger, K. Walters (1993). Rheological phenomena in focus. Elsevier, Amsterdam.*

*R.B. Bird, R.C. Armstrong, O. Hassager (1987). Dynamics of Polymeric Liquids. Vol. 1- Fluid Mechanics, 2nd Ed., John Wiley & Sons, New York.*

*N-T. Nguyen, S.T. Wereley (2006) Fundamentals And Applications of Microfluidics, 2nd Ed., Artec House, Norwood, MA.*

### Mapa IX - Mecânica dos Sólidos não Linear / Non-linear Solid Mechanics

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Mecânica dos Sólidos não Linear / Non-linear Solid Mechanics*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Lúcia Maria de Jesus Simas Dinis (60 h T – 2 turmas/classes; 30 h OT – 1 turma/class)*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*O outro docente responsável encontra-se neste campo por limitação de caracteres / The other responsible academic staff are in this field for limiting characters:*

*Renato Manuel Natal Jorge (30 h OT – 1 turma/class)*

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

*Aquisição de Conhecimento que facilite o uso da Elasticidade não Linear, Viscelastidade, hiperelasticidade, Plasticidade e Viscoplasticidade e a interpretação de textos que usem notação indicial e/ou Tensorial.*

*Ser capaz de resolver problemas no âmbito do programa da UC nomeadamente usando as notações referidas anteriormente nos objetivos.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Acquisition of knowledge that makes the use of nonlinear elasticity, viscoelasticity, hiperelasticity, plasticity and viscoplasticity easier, and interpret texts that use the indicial and/or tensorial notation.*

*Be able to solve problems in the scope of the course unit's syllabus, particularly using the notations referred to in the objectives.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1ª Parte: Introdução ao Cálculo Tensorial. Operações com Vetores e Tensores. Funções Escalares e Tensoriais. Tensores das Deformações: Deformações de Green, Lagrange e Euler. Tensores das Tensões: Tensões de Cauchy e Piolla-Kirchhoff. Leis Constitutivas em Elasticidade. Flexão não Linear de Vigas Planas e Placas.*



**Viscoelasticidade e Hiperelasticidade.**

**2ªParte: Teoria da Plasticidade. Teoria da Viscoplasticidade. Aplicações Elementares da Teoria da Plasticidade. Método das Rótulas Plásticas. Teoria das Linhas de Deslizamento.**

#### 6.2.1.5. Syllabus:

**1st part: Introduction to Tensorial Calculus. Operations with vectors and tensors.**

**Scalar and Tensor functions. Tensor of deformations: Deformations of Green, Lagrange and Euler Stress Tensors: Cauchy and Piolla-Kirchhoff.**

**Constitutive Laws in elasticity. Bending of non-linear Beams and Plates.**

**Viscoelasticity and Hiperelasticity.**

**2nd part: Plasticity Theory. Viscoplasticity Theory. Elementary applications of the Theory of Plasticity.**

**Ultimate tensile strength.**

**Theory of the Slip line Field.**

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

**Há coerência total entre os objetivos e o programa da UC.**

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

**Full consistency between the objectives and the syllabus.**

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

**Orientação Tutorial com o apoio de vários textos e Apontamentos.**

**Tipo de Avaliação: Avaliação por exame final**

**Fórmula de avaliação: Classificação do Exame 100%**

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

**Tutorials with the support of various texts and Notes.**

**Type of evaluation: Final exam**

**Evaluation formula: 100% exam classification.**

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

**A orientação tutorial é compatível com os objetivos de aprendizagem.**

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

**Tutorials are aligned with the learning objectives.**

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

**BIBLIOGRAFIA OBRIGATÓRIA: Texto de Apoio às Aulas.**

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:**

**- G.T.Mase and G. Mase, Continuum Mechanics for Engineers, 2ª ed, CRC Press, 1999.**

**- J. Bonet and R.D. Wood, Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis, Cambridge University Press.**

**- Gerhard A. Holzapfel, Nonlinear Solid Mechanics, John Willey & Sons, 2000.**

**- Issam Doghri, Mechanics of Deformable Solids, Linear and Nonlinear, Analytical and Computational Aspects, Springer Verlag, 2000.**

**- James G. Simmonds, A Brief on Tensor Analysis, Springer Verlag.**

**- M.A. Crisfield, Nonlinear Finite Element Analysis of Solids and Structures, Vol1, Ch 1-5, John Wiley & Sons, 1991.**

**- R. Hill, The Mathematical Theory of Plasticity, Oxford University Press, 1950.**

**- J. Chakrabarty, Theory Of Plasticity, McGraw-Hill Book Company.**

### Mapa IX - Mecânica Experimental / Experimental Mechanics

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

**Mecânica Experimental / Experimental Mechanics**

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

**Mário Augusto Pires Vaz (30 h T – 1 turma/class; 30 h OT – 1 turma/class)**

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

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

**Objetivos: específicos familiarização com os principais MÉTODOS E TÉCNICAS EXPERIMENTAIS utilizados na análise e monitorização de estruturas e componentes. Novos conceitos de monitorização de estruturas: "smart structures, structural monitoring, self healing structures, tailored components". Fim do 1º trimestre os estudantes deverão estar familiarizados com os principais procedimentos necessários à realização de medições e à interpretação dos resultados obtidos. No final do semestre os estudantes deverão ser capazes de distinguir completamente as diferentes técnicas de medição apresentadas, quer quanto à forma de medição, quer quanto à resolução desta. Quando confrontados com um problema de monitorização deverão saber qual, ou quais, as técnicas a selecionar e os cuidados a ter na sua utilização.**

**Os estudantes deverão ficar a conhecer as principais técnicas de mecânica experimental e a conhecer como poderão aplicá-las na resolução de problemas de avaliação de estruturas e componentes.**

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

**Specific aims:**

**Becoming acquainted with the main experimental methods and techniques used in the analysis and monitoring of structures and components. New structure monitoring concepts: smart structures, structural monitoring, self-healing structures, tailored components. By the end of the first trimester, students should be acquainted with the main necessary procedures for measuring and interpreting the obtained results. By the end of the semester, students should be capable of distinguishing the different measurement techniques regarding their way of measurement and resolution. When faced with a monitoring problem, they should know which technique should be selected and the precautions that should be taken when applying them.**

**Students should know the main techniques of experimental mechanics and learn how to apply them to solving problems of evaluation of structures and components.**

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

**Revisão: estado de tensão num ponto, campo de deslocamentos, deformações e lei de Hooke, matrizes de deformação e de tensão. Técnicas clássicas para medir a tensão num ponto. Extensometria mecânica e elétrica. Moiré e o método dos vernizes frágeis. Breve estudo da luz. Fontes de luz, contínua/pulsada, polarização, largura de banda, coerência espacial/temporal. Medição de tensões/deformações com Fotoelasticidade. A radiação coerente e speckle. Interferometria holográfica. Técnicas de processamento de imagem. Transdutores e o sistema de medida. Sistemas de aquisição e processamento de dados. Telemetria e sistemas de armazenamento de dados. As técnicas de imagem em estruturas.**

**O estudo das diversas técnicas apresentadas será complementado com a apresentação e discussão de aplicações realizadas no âmbito da atividade do Laboratório de Ótica e Mecânica Experimental (LOME) do DEMEGI/INEGI. Os estudantes participam em trabalhos de grupo sobre aplicações das técnicas estudadas.**

#### 6.2.1.5. Syllabus:

**Revision: stress and strain at a point; Fields of displacement, deformation and Hooke's law, deformation and stress matrices. Classical techniques for measuring the stress at a point; Mechanical and electrical extensometry; Moiré and the fragile coating method. Brief study of light; Light sources, continuous/pulsed, polarization, bandwidth, spatial/temporal coherence; stress/deformation with photo elasticity; Coherent radiation and speckle; Holographic interferometry; Techniques of image processing. Transducers and measurement system; Acquisition system and data processing; Telemetry and data storage systems; image techniques applied to structures. The study of the several techniques presented will be complemented by the presentation and discussion of different applications at LOME (Laboratory of Optics and Experimental Mechanics) of DEMEGI/INEGI. Students participate in group assignments about the application of techniques.**

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

**O programa definido pretende dar a conhecer aos estudantes os conceitos fundamentais da Mecânica Experimental no âmbito do Ciclo de Estudos de Engenharia Mecânica.**

**Os trabalhos práticos realizados completam os objetivos enunciados para a UC.**

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

**The defined syllabus seeks to acquaint student with the basic principles of Experimental Mechanics in the scope of Mechanical Engineering.**

**The practical work performed fulfils the objectives established for the Curricular Unit.**

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

**Uma sessão semanal de exposição teórica com a duração de duas horas (em anfiteatro) + uma sessão teórico-prática de 2 horas para preparação e realização de um trabalho prático, em sala de aula ou laboratório.**

**Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final**

**Condições de Frequência: Inscrição + número de presenças >75% das aulas teórico-práticas + teste final + trabalho prático (de entrega obrigatória)**

**Fórmula de avaliação:** *Exame final = (55 % da classificação global) Trabalho prático = (45 % da classificação final)*  
*Esta relação poderá ser alterada de acordo com as notas que venham a verificar-se em cada unidade de avaliação.*  
**Nota:** *na avaliação do trabalho prático são tidos em conta: relatório, resultados alcançados e a apresentação pública do trabalho.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*One weekly theoretical presentation session with the duration of 2 hours (in an amphitheatre) + 1 theoretical-practical 2 hour session for the preparation of a practical assignment, in class or the lab.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Conditions for attendance: Registration + attendance to theoretical-practical classes 75% + final test + practical assignment (compulsory)*

*Evaluation formula: Final Exam = (55% of the final grade) Practical assignment = (45% of the final grade). This ratio can be changed according to the grades in each evaluation component. Attention: in the evaluation of the practical work the following aspects are considered: report, results achieved and the public presentation of the work.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*As aulas são usadas para dar cumprimento aos objetivos mais relacionados com os conceitos teóricos dos assuntos apresentados. Sempre que possível, a teoria é complementada com a apresentação de exemplos práticos que também mostram as capacidades e as variadas aplicações das áreas envolvidas.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The lessons are used to fulfil the objectives connected with the theoretical concepts presented in class.*

*Whenever possible, theory is complemented by practical examples that also demonstrate the capabilities and varied applications of the areas involved.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Dally, James W.; "Experimental stress analysis"*

*J Silva Gomes / Mário Vaz; "Análise Experimental de Tensões" (texto de apoio à disciplina)*

*"Experimental Solid Mechanics", Sharpe, 2008. ISBN: 978-0-387-26883-5 (Obra recente com elevado interesse)*

*Jenkins, Francis A.; "Fundamentals of optics". ISBN: 0-07-032330-5*

*Dally, James W.; "Instrumentation for engineering measurements". ISBN: 0-471-55192-9*

*Doebelin, Ernest O.; "Measurement systems". ISBN: 0-07-017336-2*

### Mapa IX - Mecânica Não Linear dos Meios Contínuos para Análise por Elementos Finitos / Non-Linear Mech for FEM

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Mecânica Não Linear dos Meios Contínuos para Análise por Elementos Finitos / Non-Linear Mech for FEM*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Francisco Manuel Andrade Pires (60 h T – 2 turmas / classes; 60 h OT – 2 turmas / classes)*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

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

*Compreender a ferramenta computacional utilizada; Compreender os problemas em resolução; Construção de um algoritmo para resolver um determinado problema físico de uma determinada precisão desejada, e dentro dos limites de recursos (tempo, memória, etc), que estão disponíveis.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*An understanding of the computational tool being used, be it a calculator or a computer. An understanding of the problem to be solved. The construction of an algorithm which will solve the given physical problem to a given desired accuracy and within the limits of the resources (time, memory, etc) that are available.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Tensores: Álgebra, operadores lineares, Cálculo*

*2. Diferenciação*

*3. Cinemática: Mov., Gradiente, decomposição polar; Strain, taxas*

*5. Balanço Global: massa, momento, energia, Entropia*

*6. O Teorema de Cauchy e Medidas Alternativas*

*7. Limite Valor Problema mecânico*

**8. Invariância****9. Form. de elementos finitos: Deriv. de um Mét. de Element. Finit. não-linear****9.2 solução iterativa de um sistema de equações não-linear - Método; Cálculo da matriz de rigidez tangencial:****Represent. alternativa da Tensor Tangent****10. Elasticidade: Princípios da Frame-indiferença, Isotropia; hiperelasticidade: Neo-hooke Modelo Material, Ogden Material Modelo; Cálculo do Tensor Tangent****11. Modelos reológicos (viscoelasticidade, ..)****12. Formulação mecânica Continuum; Viscoelasticidade****13. Implementação FE: Vetor de forças internas e da matriz rigidez tangencial; Cálculo de equações de evolução: tangente de material consistente; comportamento do material Tx independente.****6.2.1.5. Syllabus:**

**1. Tensors: Algebra, Linear Operators, Calculus**  
**2. Differentiation**  
**3. Kinematics: Motion, Grad, Polar Decomp.; Strain, Rates**  
**5. Global Balance: Mass, Momentum, Energy, Entropy**  
**6. Stress: Cauchy's Theorem and Alt. Measures**  
**7. Mech. Boundary Value Problem**  
**8. Invariance: Observer**  
**9. Fe Form. Derivation of a Non-linear FE Method Iterative Solution of a Non-linear Equation System - NR Method. Computation of The Tangential Stiffness Matrix; Alternative Representation of The Tangent Tensor**  
**10. Finite Elasticity: Frame-indifference, Isotropy; Hyperelasticity: Neo-hooke Material Model, Ogden Material Model; Computation of the Tangent Tensor**  
**11. Rheological models (viscoelasticity, ..)**  
**12. Continuum mechanical formulation: Viscoelasticity; Damage**  
**13. FE implementation: Vector of Internal Forces and Tangential stiffness matrix; Computation of evolution equations and consistent material tangent; Rate-independent material behaviour**

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*A construção de um algoritmo para resolver um determinado problema físico de uma determinada precisão desejada, e dentro dos limites de recursos (tempo, memória, etc.), que estão disponíveis, recorrendo aos conteúdos programáticos.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The construction of an algorithm which will solve the given physical problem to a given desired accuracy and within the limits of the resources (time, memory, etc) that are available, making use of the taught contents of the syllabus.*

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

*Exposição em sessões teórico-práticas das várias matérias que integram o programa com o recurso a exemplos de aplicação, e resolução de problemas propostos.  
 Avaliação distribuída com exame final*

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

*Theoretical classes with exposition of fundamental principles and small problems; practical classes with more complex problems.  
 Formula Evaluation: Theoretical classes with lecturing of fundamental principles and small problems; practical classes with more complex problems.*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Aplicação e resolução de problemas que na prática refletem os conteúdos teóricos expostos.*

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

*Application and problem solving that reflects the taught theoretical contents.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Javier Bonet, Richard D. Wood; Nonlinear continuum mechanics for finite element analysis. ISBN: 0-521-57272-X*

**Mapa IX - Mecânica Probabilística e Fiabilidade / Probabilistic Mechanics and Reliability****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Mecânica Probabilística e Fiabilidade / Probabilistic Mechanics and Reliability*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Carlos Alberto da Conceição António (15h T – 0,5 turma/class; 15h OT – 0,5 turma/class)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*O outro docentes responsável encontra-se neste campo por limitação de caracteres / The other responsible academic staff are in this field for limiting characters:*

*Maria Teresa Coelho Dias Arêde (15h T – 0,5 turma/class; 15h OT – 0,5 turma/class)*

**6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

*Esta UC tem como objetivos a compreensão de conceitos de probabilidades e processos estocásticos e a sua aplicação a problemas de Engenharia Mecânica, com particular ênfase na modelação das incertezas e na análise da fiabilidade de sistemas mecânicos.*

**RESULTADOS ESPERADOS:**

*No fim do período letivo os estudantes devem ser capazes de:*

- 1 - Dominar os conceitos gerais sobre processos estocásticos.*
- 2 - Quantificar e analisar a propagação das incertezas na resposta de sistemas mecânicos.*
- 3 - Saber calcular a fiabilidade de sistemas mecânicos.*
- 4 - Considerar as incertezas na definição de soluções robustas de projeto de sistemas mecânicos.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:****SPECIFIC AIMS:**

*This curricular unit aims at understanding concepts of probability and stochastic processes, and their application to Mechanical Engineering problems with particular emphasis on uncertainty modelling and reliability analysis of mechanical systems.*

**LEARNING OUTCOMES:**

*By the end of the semester, students should be able to:*

- 1 – master the general concepts of stochastic processes;*
- 2 – quantify and analyse uncertainty propagation in the response of mechanical systems;*
- 3 – estimate the reliability of mechanical systems;*
- 4 – consider uncertainties when defining robust design solutions of mechanical systems.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*I – Teoria das probabilidades: probabilidades condicionadas; variáveis aleatórias e distribuições mais importantes.*

*II - Conceitos gerais sobre processos estocásticos. Processos de Markov. Passeio aleatório. Processo de Poisson. Processos Gaussianos. Movimento Browniano. Ruído branco.*

*III – Simulação de sistemas com uma ou várias variáveis aleatórias: geração de números aleatórios, método de Monte Carlo.*

*IV – Análise de incertezas em sistemas mecânicos: índices de sensibilidade; equações de propagação das incertezas.*

*V – Fiabilidade de sistemas mecânicos: função de estado limite; métodos de primeira e segunda ordem para a análise da fiabilidade.*

*VI – Aplicações: fiabilidade estrutural; fiabilidade de processos tecnológicos; “robust design” de sistemas mecânicos.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*I –Probability theory: conditional probabilities; random variables and most important distributions.*

*II - General concepts on stochastic processes. Markov processes. Random walk. Poisson process. Gaussian processes. Brownian motion. White noise process.*

*III - Simulation of random systems with one or several random variables: generation of random numbers; Monte Carlo method.*

*IV - Uncertainty analysis of mechanical systems: sensitivity index; equations for the uncertainties propagation.*

*V - Reliability of mechanical systems: “limit state function”; first and second order methods for reliability analysis.*

*VI - Applications: structural reliability; reliability of technologic processes; robust design of mechanical systems.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O programa definido pretende dar a conhecer aos estudantes os principais temas inerentes aos objetivos enunciados, cobrindo os diversos aspetos relacionados com os processos estocásticos, a análise de incertezas e a fiabilidade de sistemas mecânicos conforme está definido no ponto 6.2.1.4. A realização de pequenos trabalhos práticos envolvendo os três aspetos referidos completa os objetivos enunciados para a UC.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The defined programme aims at acquainting students with the major topics inherent to the established goals, covering the various aspects related to stochastic processes, uncertainty analysis and reliability of mechanical systems, as defined in section 6.2.1.4. The development of practical assignments involving the three mentioned aspects fulfils the goals established for the UC.*

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

**As aulas consistirão em exposições orais do programa da UC, complementadas com a resolução de exemplos de aplicação.**

**Tipo de Avaliação:** *Avaliação distribuída com exame final*

**Condições de Frequência:** *Cumprir as Normas Gerais de Avaliação em vigor na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.*

**Fórmula de avaliação:** *Os estudantes serão avaliados com base num exame escrito e num trabalho individual, com pesos a definir.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lessons consist of oral expositions of the unit's syllabus, complemented by the resolution of application problems.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Conditions for attendance: Abide by the General Evaluation Rules in effect at FEUP.*

*Evaluation formula: Student will be evaluated based on a written exam and an individual assignment, yet to be established.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*As aulas são do tipo teóricas e teórico-práticas, dando os docentes bastante apoio tutorial em horas extra-curriculares. As aulas, do tipo teórico, são usadas para dar cumprimento aos objetivos mais relacionados com os conceitos teóricos dos assuntos apresentados.*

*Sempre que possível, a teoria é complementada com a apresentação de exemplos práticos que também mostram as capacidades e as variadas aplicações das áreas envolvidas.*

*Nas aulas tutoriais são analisados exemplos de aplicação que reforça a ligação entre os conteúdos teóricos e as aplicações dos métodos estocásticos, de análise de incerteza e de fiabilidade de sistemas mecânicos.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*Classes are theoretical and theoretical-practical, with the teachers providing after-hours tutorial support to students. The theoretical-practical lessons are used to fulfil the objectives connected with the theoretical concepts presented in class.*

*Whenever possible, theory is complemented by practical examples that also demonstrate the capabilities and varied applications of the areas involved.*

*In tutorial classes application examples are analysed, reinforcing the connection between the theoretical content and the use of stochastic methods, analysis of uncertainty and reliability of mechanical systems.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Grimmett, Geoffrey R.; Probability and Random Processes. ISBN: 0-19-857222-0*

*Ayyub, Bilal M.; Probability, statistics, & reliability for engineers. ISBN: 0-8493-2690-7*

*Melchers, Robert E.; Structural reliability analysis and prediction. ISBN: 0-471-98771-9*

*Kleiber, Michael; The stochastic finite element method. ISBN: 0-471-93626-X*

*Sergio E. Serrano; Engineering uncertainty and risk analysis, HydroScience Inc., 2001. ISBN: 0-9655643-8-X*

### Mapa IX - Método dos Elementos Finitos / Finite Element Method

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Método dos Elementos Finitos / Finite Element Method*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Lúcia Maria de Jesus Simas Dinis (30h T – 1 turma/class; 30h OT – 1 turma/class)*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

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

*Ser Capaz de desenvolver Elementos Finitos e de Construir as Matrizes e Vetores Relevantes para Efeitos de Resolução de Problemas em Mecânica dos Sólidos em termos dos deslocamentos. Programar o Método dos Elementos Finitos aplicado ao cálculo de sólidos e estruturas.*

*No final da UC o estudante deve ter capacidade de programação do Método dos Elementos Finitos para Problemas Lineares e/ou não Lineares. Deve ter também capacidade de dissertar sobre o desenvolvimento de novos elementos e capacidade de interpretação de resultados para um leque variado de problemas.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Be able to develop finite elements and build matrices and vectors relevant to troubleshooting effects in solid*

*Mechanics in terms of displacements.*

*Programming the finite element method applied to the calculation of solids and structures.*

*By the end of the curricular unit, students should be able to programme finite element methods to linear and/or non-linear problems. They should also be capable of discussing the development of new elements and to interpret the results from a variety of problems.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1 - *Formulação de Problemas em Mecânica dos Sólidos.*

2- *Métodos Energéticos: apresentação geral dos métodos energéticos em Mecânica das Estruturas com particular referência para os teoremas baseados em formulações de deslocamentos.*

3 - *Formulação de Elementos Finitos; Método Geral: definição, por etapas, da formulação de Elementos Finitos em termos de deslocamentos.*

4 - *Elementos 2D. Interpolação: funções de forma, exigências para as funções de forma; dedução de funções de forma a partir de polinómios; polinómios de Lagrange; polinómios de "Serendipity"; funções de forma em coordenadas naturais.*

5 - *Elementos 3D, Elementos de Viga e Elementos de Placa.*

6 - *Programação de Elementos Finitos. Estrutura base de um programa típico de elementos finitos.*

7 - *Problemas Materialmente não Lineares, Plasticidade.*

8 - *Algoritmos de Solução não Linear. Programação por Elementos Finitos em Plasticidade 2D.*

9 - *Elasticidade não Linear, Não Linearidade Geométrica.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

1. *Problem formulation on Solid Mechanics. 2. Energy Methods: an overview of energy methods on Structural Mechanics, particularly the theorems based on displacement formulations. 3. Finite Elements Formulation; General Method: definition, in stages, of the formulation of finite elements in terms of displacement. 4. 2D elements; Interpolation: shape functions, shape functions demands; function deduction from polynomials; Lagrange polynomials; "Serendipity" polynomials; shape functions in natural coordinates. 5. 3D elements, beam and plate elements. 6. Finite Elements programming; Basic structure of a typical finite element programme. 7. Non-linear material problems; Plasticity. 8. Non-linear solution algorithms. 9. Programming by finite elements in 2D plasticity. 10. Non-linear elasticity, Geometric non-linearity.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*No programa da UC são abordadas todas as temáticas necessárias ao desenvolvimento de Elementos Finitos para problemas 2D, 3D, Vigas e Placas necessárias em muitas aplicações de Mecânica dos Sólidos e Estruturas. A programação em Matlab de Elementos Finitos também é abordada e são realizados trabalhos individuais ou em grupo e são submetidos através de um relatório sendo também feita uma apresentação oral do trabalho.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*In the syllabus of the curricular unit all topics necessary to the development of Finite Elements for 2D, 3D are addressed, along with beams and plates needed in many applications of Solid and Structural Mechanics. Matlab programming of finite elements is also addressed and individual or group assignments are carried out, and submitted in a report, together with an oral presentation of the work.*

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

*Aulas Teóricas e Aulas Teórico - Práticas. Nas Aulas Teóricas que serão de exposição serão apresentados os vários assuntos. Nas aulas Teórica - Práticas serão orientados trabalhos individuais que serão realizados no período de aulas, nas aulas e em casa.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Fórmula de avaliação: A classificação final é a média das classificações obtidas na componente respeitante aos trabalhos e no exame final.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Theoretical lessons and theoretical-practical lessons.*

*In theoretical lessons presentation about several subjects will be carried out.*

*In theoretical-practical lessons, individual assignments, which are carried out throughout the semester in class or at home, are monitored.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Evaluation formula: Final Mark is based on the average grade of the assignments and the final exam.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*O fato de terem aulas teóricas para efeitos de aprendizagem do conhecimento necessário ao desenvolvimento de Elementos Finitos e práticas para a parte de programação assegura os objetivos da unidade curricular.*

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

*The fact that these lessons are theoretical, in terms of acquiring the necessary knowledge for the development of finite elements, and a practical component for programming, ensure the fulfilment of objectives of the curricular unit.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

Reddy, J. N.; *An Introduction to the Finite Element Method*. ISBN: 0-07-112799-2  
 BATHE, K. J. ; *Finite Element Procedures*, Prentice-Hall, 1996  
 Zienkiewicz, O. C.; *The finite element method*. ISBN: 0-07-084174-8(vol.1)  
 Zienkiewicz, O. C.; *Finite elements and approximation*  
 CRISFIELD, M .A.; *Finite Element Procedures for Structural Analysis*, Pineridge Press, Vol. 1, 1986  
 COOK, R. D; MALKUS, D. S. and PLESHA, M. E; *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*, John Wiley & Sons, 1989  
 Szabó, Barna; *Finite element analysis*. ISBN: 0-0471-50273-1  
 Zienkiewicz, O. C.; *The finite element method*. ISBN: 0-07-084072-5  
 Cook, Robert D.; *Finite element modeling for stress analysis*. ISBN: 0-471-11598-3  
 Hinton, E.; *Finite element programming*. ISBN: 0-12-349350-1  
 Owen, D. R. J; *Finite elements in plasticity*. ISBN: 0-906674-05-2  
 Hughes, Thomas J. R.; *The finite element method*. ISBN: 0-13-317017-9  
 Cook, Robert D.; *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*

**Mapa IX - Métodos Computacionais em Eng<sup>a</sup> Térmica/Computational Methods in Thermal Eng.(UC não funciona 13/14)****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Métodos Computacionais em Eng<sup>a</sup> Térmica/Computational Methods in Thermal Eng.(UC não funciona 13/14)*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Armando Carlos Figueiredo Coelho de Oliveira-0h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:****6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Esta Unidade Curricular pretende fornecer aos estudantes os conhecimentos necessários à modelação numérica de sistemas e processos térmicos, incluindo a representação matemática das suas componentes e a resolução das equações resultantes, com recurso a algoritmos de computação. São discutidos métodos e algoritmos, com vista à otimização de sistemas térmicos. É feita uma introdução aos métodos das diferenças finitas e volumes finitos, para aplicação a sistemas distribuídos particularmente com transferência de calor.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:****1BACKGROUND**

*Thermal engineers make an increasing use of modelling and computational tools to predict system behaviour and performance. A solid knowledge of those tools is required for design engineers.*

**2SPECIFIC AIMS**

*To develop the knowledge to model thermal systems and processes, including the mathematical representation of their components and the numerical solution of the resulting equations, through the use of computer algorithms. Finite differences and finite volumes methods are introduced, with application to distributed systems involving heat transfer and fluid*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

**INTRODUÇÃO:** o papel da simulação no projeto de sistemas térmicos; tipos de modelos matemáticos e numéricos.

**TÉCNICAS AUXILIARES DE MODELAÇÃO GLOBAL DE SISTEMAS:** interpolação numérica e ajustamento de funções uni e multivariável; aplicação a equipamentos térmicos com utilização de software.

**MODELAÇÃO GLOBAL DE COMPONENTES EM REGIME PERMANENTE:**

*solução numérica de equações e sistemas de equações não lineares; utilização do software EES; aplicação a sistemas térmicos: sistemas de aquecimento/arrefecimento, ciclos motores, etc.*

**MODELAÇÃO GLOBAL EM REGIME DINÂMICO:** métodos numéricos para a integração de equações e sistemas de equações diferenciais ordinárias

**6.2.1.5. Syllabus:**

**INTRODUCTION:** the role of simulation in the design of thermal systems; types of mathematical and numerical



*models.*

**AUXILIARY TECHNIQUES FOR GLOBAL MODELLING:** *numerical interpolation and equation fitting (one and multi variable); applications to thermal equipment using computer software.*

**GLOBAL MODELLING OF STEADYSTATE**

**COMPONENTS:** *numerical solution of nonlinear equations and nonlinear*

*systems of equations; use of EES software; applications to heating/cooling systems, power cycles, etc.*

**GLOBAL MODELLING UNDER DYNAMIC CONDITIONS:** *numerical methods for integrating ordinary differential equations and systems of equations*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O programa definido pretende dar a conhecer aos estudantes os principais temas inerentes aos Métodos Computacionais em Eng.<sup>a</sup> Térmica utilizados em inúmeras aplicações na área da engenharia mecânica.*

*Os trabalhos realizados na UC permitem atingir objetivos enunciados.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The established programme aims at acquainting students with the main topics of the Métodos Computacionais em Eng.<sup>a</sup> Térmica, used in several applications in the area of mechanical engineering.*

*The assignments developed in the UC allow the fulfilment of the mentioned goals.*

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

*As aulas são teórico-práticas.*

*Nalgumas aulas é apresentada a teoria e esboça-se a resolução de alguns problemas típicos. Outras estão destinadas à resolução de exercícios e à orientação de trabalhos de computação a realizar por grupos de estudantes.*

*Algumas das aulas práticas decorrem em sala equipada com computadores.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Condições de Frequência: Não exceder o número limite de faltas (25%) e entregar os relatórios do projeto computacional*

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

*The course is structured in theoretical-practical*

*(TP) classes. In some classes the theory is presented and the solution of some typical problems is addressed. In other classes practical examples are solved using manual and computer means. Guidance to the development of computational projects*

*(groups of 2 students) is also provided.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation without examination final*

*Terms of frequency: Not exceed the maximum number of absences to classes (25%) and deliver the reports of the computational projects.*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*As aulas, do tipo Métodos Computacionais em Eng.<sup>a</sup> Térmica, são usadas para dar cumprimento aos objetivos mais relacionados com os conceitos teóricos dos assuntos apresentados.*

*Sempre que possível, a teoria é complementada com a apresentação de exemplos práticos que também mostram as capacidades e as variadas aplicações das áreas envolvidas.*

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

*Métodos Computacionais em Eng.<sup>a</sup> Térmica classes are used to fulfil the objective related to the theoretical concepts of the issues addressed. Whenever possible, theory is complemented by the presentation of practical examples that also show the skills and several applications of the areas involved.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Stoecker, Wilbert F.; "Design of thermal systems". ISBN: 0071006109 (ano de 1989),*

*Jaluria, Yogesh; "Design and optimization of thermal systems". ISBN: 0070323887,*

*Patankar, Suhas V.; "Numerical Heat Transfer and Fluid Flow". ISBN: 0070487405.*

*"EES Software Manual",*

*Amos Gilat; "MATLAB an*

*Introduction with Applications".*

**Mapa IX - Métodos Computacionais em Plasticidade e em Mecânica da Fractura/Comp Meth in Plast and Fract Mech**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

**Métodos Computacionais em Plasticidade e em Mecânica da Fractura/Comp Meth in Plast and Fract Mech**

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**  
**Pedro Manuel Ponces Rodrigues de Castro Camanho (30 h OT – 1 turma/class; 30 h T – 1 turma/class)**

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**  
*O outro docente responsável encontra-se neste campo por limitação de caracteres / The other responsible academic staff are in this field for limiting characters:*  
**Renato Manuel Natal Jorge (30 h OT – 1 turma/class; 30 h T – 1 turma/class)**

**6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
*Na parte da Unidade Curricular relativa aos Métodos Computacionais em Plasticidade pretende-se que o estudante aborde a teoria da plasticidade (em sentido lato), numa perspetiva computacional assente numa aproximação feita com base no método dos elementos finitos (MEF), seguindo desse modo uma lógica de continuidade relativamente aos temas previamente tratados no primeiro semestre.*  
*O objetivo da parte da Unidade Curricular relativa aos Métodos Computacionais em Mecânica do Dano é formar os estudantes em técnicas recentes de simulação numérica do processo de degradação estrutural de materiais metálicos e compósitos. Esta Unidade Curricular será complementar das Unidades Curriculares de Mecânica da Fratura e de Métodos de Aproximação em Engenharia.*  
*Capacidade de simular a deformação plástica e a rotura de estruturas e componentes mecânicos recorrendo à Mecânica Computacional.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**  
*Computational Methods in Plasticity: it is intended that the student addresses the theory of plasticity (in the broad sense), using a computational perspective based on an approximation made based on the finite element method (FEM). The objective of the second part of the course, Computational Methods in Damage Mechanics, is to train students in recent techniques of numerical simulation of the process of structural degradation of metallic and composite materials. This course will complement the disciplines of fracture mechanics and Approximation Methods in Engineering.*  
*Ability to simulate the plastic deformation and rupture of structures and mechanical components using the Computational Mechanics.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**  
*Modelo constitutivo elasto-plástico: estratégias de solução incremental-iterativa; linearização consistente do algoritmo de integração. Formulação elasto-viscoplástica e rígido-viscoplástica. O problema da incompressibilidade na resolução de problemas pelo MEF. Formulações alternativas para atenuar o efeito da retenção: integração seletiva; método; método das deformações acrescentadas.*  
*Introdução. Determinação numérica de fatores de intensidade de tensão. Método da extrapolação para  $r = 0$  e elementos colapsados. Método das funções de peso. Métodos energéticos. Virtual Crack Closure Technique. Algoritmos para cálculo dos integrais J e. Aplicação do Método dos Elementos de Fronteira a problemas de fratura. Mecânica do dano. Localização e modelos não-locais. Simulação de dano em materiais compósitos. Métodos da tensão pontual e tensão média. Noção de fenda equivalente. Modelos micromecânicos. Modelos de dano contínuo para simulação da fratura em materiais compósitos.*

**6.2.1.5. Syllabus:**  
*Elasto-plastic constitutive model: strategies for incremental-iterative solution; consistent linearization of the integration algorithm. Formulation elasto-viscoplastic and rigid-viscoplastic. The problem of incompressibility in solving problems by MEF. Alternative formulations to mitigate the effect of retention: selective integration, method, method of deformations added.*  
*Introduction. Numerical determination of stress intensity factors. Method of extrapolation to  $r = 0$  and collapsed elements. Method of weight functions. Energy methods. Virtual Crack Closure Technique. Algorithms for calculating the integrals J and. Application of Boundary Element Method to problems of fracture. Damage mechanics. Location and nonlocal models. Simulation of damage in composite materials. Methods of stress and strain off média.Noção slit equivalent. Micromechanical models. Continuum damage models for simulation of fracture in composite materials.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**  
*Os conteúdos programáticos incluem a modelação constitutiva e a correspondente implementação computacional de processos de deformação plástica e rotura de materiais usados na construção mecânica. Esta abordagem garante que os estudantes adquirem um sólido conhecimento teórico das leis fundamentais que regem o comportamento mecânico não-linear dos materiais, assim como experiência na resolução de problemas de engenharia recorrendo à Mecânica Computacional.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The curriculum includes the constitutive modelling and the corresponding computational implementation of the mechanisms of plastic deformation and fracture of materials typically used in mechanical construction. This way, the students will acquire a solid knowledge of the fundamental laws that define the non-linear response of materials; in addition, the students will gain experience in solving engineering problems using Computational Mechanics.*

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

*Ensino tutorial.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final*

*Fórmula de avaliação: Avaliação de trabalhos sobre plasticidade (peso de 50%) e sobre fratura (peso de 50%).*

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

*Tutorial lecturing.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with out final exam*

*Formula Evaluation: Assignments on plasticity (50% weight) and on fracture (50% weight).*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Os estudantes são confrontados com vários trabalhos relativos a problemas de plasticidade e fratura; o trabalho efetuado na resolução dos trabalhos propostos irá permitir o desenvolvimento das competências necessárias à resolução de problemas de plasticidade e fratura.*

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

*The students will work on several assignments that will provide them with the necessary skills to address complex problems of plastic deformation and fracture.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

- *MA Crisfield (1991), Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures, Vol. 1, John Wiley & Sons.*
- *T Belytscho, WK Liu & B Moran (2000), Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, John Wiley & Sons.*
- *J Lubliner (1990), Plasticity Theory, Macmillan Publishing Company.*
- *Owen, D.R.J. and A.J. Fawkes, Engineering fracture mechanics - numerical methods and applications, Pineridge Press, 1983.*
- *Beaumont, Peter W. R., Fracture and Damage Mechanics of Composite Materials, Programme Division Technomic Publishing AG.*
- *Kachanov, L. M. Introduction to continuum damage mechanics, Kluwer Academic Publishers, 1990.*
- *Lemaitre, J. A., A course on damage mechanics, Springer, 1996.*
- *Matthews, F.L. Finite element modeling of composite materials and structures, CRC, 2000.*

**Mapa IX - Novas Tecnologias Energéticas e Sistemas Híbridos (Não funciona em 2013/14)**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Novas Tecnologias Energéticas e Sistemas Híbridos (Não funciona em 2013/14)*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*José Luís Coelho Alexandre-0h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

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

*A unidade curricular tem como objetivo fornecer aos estudantes o domínio de tecnologias base de geração de energia eléctrica. A primeira preocupação é transformar energia de baixo valor exergético em energia térmica útil (bombas de calor e ciclos frigoríficos). Numa segunda fase apresentam-se sistemas que transformam energia química e térmica em movimento (sistemas de cogeração e células de combustível) e consequentemente produzem eletricidade. Em todos os processos são apresentados os conceitos físicos e químicos básicos para a percepção dos fenómenos associados. Numa fase intermédia são apresentados os sistemas que transformam a energia recebida (térmica e mecânica) em energia eléctrica e os respectivos sistemas (redes) de distribuição e controlo de potências oferta/procura.*

*Está previsto a utilização de ferramentas de simulação para optimização e dimensionamento de sistemas híbridos de cariz renovável, sendo este programa utilizados e aplicado a um caso prático.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The course aims at providing students the mastery of basic technologies regarding the generation of electric*

*energy. The first concern is to transform energy with low exergetic value into useful thermal energy (heat pumps and refrigeration cycles). In a second stage, systems that transform chemical energy into motion and heat (cogeneration systems and fuel cells), consequently producing electricity, are presented. In all processes basic physical and chemical concepts for the understanding of associated phenomena are presented. In an intermediate stage, systems that transform the received energy (thermal and mechanical) into electrical energy are presented, along with the corresponding distribution systems (grids) and supply/ demand power control. The use of simulation tools is expected for optimising and dimensioning renewable hybrid systems, used in and applied to a practical case.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

##### a)Refrigeração:

*Ciclos frigoríficos+frequentes e sist. de refrigeração*

*Soluções baseadas em sist. de arrefecimento solar,ciclos de absorção*

*Ciclos de refrigeração avançados e não convencionais*

*Bombas de calor*

##### b)Cogeração,micro turbinas e células de combustível(CC)

*Princípios básicos de sist. de cogeração,topping e bottoming cycles*

*Microturbinas e sist. de turbinas de alto rendimento*

*Conceitos básicos de funcionamento das CC e classificações*

*Microgerações e micro redes*

*Definições*

*Sist. Fotovoltaicos,PV ligações à rede e de controlo de frequência e potência de micro redes*

##### d)Hídricas,mini-hídricas e eólica

*Classificações das hídricas*

*Critérios de dimensionamento de mini-hídricas,aspectos técnicos e económicos*

*Classificação,critérios de dimensionamento de sist. eólicos*

##### e)Sist. híbridos de produção de energia elétrica

*Vantagens e inconvenientes—classificações*

*Combinações de cogeração híbridas+frequentes*

*Optimização de soluções de microgeração com software HOMER*

##### f)Caso prático de aplicação

#### 6.2.1.5. Syllabus:

##### a)Refrigeration:

*Most frequent refrigeration cycles and syst.*

*Solutions based on solar cooling syst.,absorption cycles*

*Advanced and unconventional refrigeration cycles*

*Heat pumps*

##### b)Cogeneration,microturbines(MT) and fuel cells(FC)

*Basic principles of CHP systems, topping and bottoming cycles*

*MT and high-performance turbine systems*

*Basic operation concepts of FC and ratings*

##### c)Microgeneration and micronetworks

*Definition of microgeneration syst.*

*Photovoltaic Systems-definitions and features*

*PV design and grid connections*

*Frequency and power control systems of micro-grids*

##### d)Hydroelectric, micro hydro and wind power

*Hydroelectric classifications*

*Micro-hydro design criteria, technical and economic aspects*

*Classification and design criteria of wind power systems*

##### e)Hybrid systems for electricity prod

*Advantages and disadvantages of hybrid systems-Rating*

*Most frequent hybrid cogeneration combinations*

*Optimisation of micro-generation solutions using HOMER software*

##### f)Practical application case

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*As aulas são divididas em cinco grupos de matérias para uma melhor aprendizagem. Inicialmente apresentam-se os sistemas térmicos de produção de trabalho mecânico, um segundo conjunto de matérias que incluem os sistemas de transformação de energia mecânica me eléctrica e respectiva problemática de controlo de potencia e frequência de micro redes. Na parte final todas as tecnologias são integradas para se obterem sistemas de geração híbridos. Os estudantes são familiarizados com ferramentas de optimização de sistemas híbridos de geração e qua aplicação a um caso prático*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*Classes are divided into five groups of contents for a better learning process. First, the unit presents the thermal*

*systems of mechanical labour production; a second set of contents, which includes systems that transform mechanical energy into electric energy and the respective frequency and power control systems of micro-grids. In the end, all technologies are integrated so that hybrid generation systems are created. Students become acquainted with tools for the optimisation of hybrid generation systems and their practical application.*

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

*Avaliação da unidade curricular inclui um trabalho prático – 30% da classificação, e um exame final com um peso de 70%. O relatório final do trabalho prático baseia-se na aplicação de micro-geração a um caso real incluindo a aplicação do software HOMER*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*The curricular unit's assessment includes a practical assignment - 30% of the mark, and a final exam representing 70% of the mark. The final report of the practical assignment is based on the application of micro-generation to a real case, including the application of HOMER software*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Trata-se de um conjunto de aulas teóricas e práticas para cumprir os objectivos do programa da unidade curricular. O grupo de matérias finais inclui vários casos práticos para que os estudantes consigam aplicar os seus conhecimentos a um caso pratico com base em ferramentas de simulação (HOMER) de micro geração.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*This is a set of theoretical and practical lessons designed to meet the goals of the course unit's syllabus. The final set of contents includes several practical cases so that students are able to apply their knowledge to a practical case based on micro-generation simulation tools (HOMER).*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

- [1] I. Dinçer and M. Kanoglu, *Refrigeration systems and applications*, 2nd ed. Chichester, West Sussex, U.K: Wiley, 2010.
- [2] Kehlhofer, R., Rukes, B., Hannemann, F., & Stirnimann, F. *Combined-Cycle Gas & Steam Turbine Power Plants*, 2nd Edition (p. 430).
- [3] *Fuel Cell Technology Handbook (Handbook Series for Mechanical Engineering)*. (2002) (p. 360). CRC Press.
- [4] Cruden G. *Energy alternatives*. Detroit: Lucent Books; 2005.
- [5] *Homer renewable energy simulation software* - <http://homerenergy.com/>
- [6] *regulamentação nacional sobre mini e micro geração*
- [7] Freris LL, Infield DG. *Renewable energy in power systems*. Chichester, U.K: John Wiley & Sons; 2008.

### Mapa IX - Otimização / Optimization

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Otimização / Optimization*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Carlos Alberto da Conceição António (60 h T – 2 turmas/classes; 60 h OT – 2 turmas/classes)*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

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

##### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

*O objetivo da UC é ministrar aos estudantes conhecimentos sobre a Teoria da Otimização em geral e sobre o projeto otimizado de estruturas e processos tecnológicos em particular.*

##### **RESULTADOS ESPERADOS:**

*No fim do período letivo os estudantes devem ser capazes de:*

- 1 - Formular problemas de otimização;
- 2 - Escolher as técnicas de otimização apropriadas para resolver problemas em engenharia;
- 3 - Desenvolver modelos de otimização seguindo metodologias apropriadas visando o projeto ótimo;
- 4 - Analisar com critério os resultados obtidos.

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

##### **SPECIFIC AIMS:**

*The objective of the curricular unit is to teach the main concepts of optimisation theory in general and the Optimal*

*Design of structures and processing technology in particular.*

**LEARNING OUTCOMES:**

*By the end of the semester, students should be able to:*

- 1 - Formulate optimisation problems;*
- 2 - Select the appropriate optimisation techniques for solving engineering design problems;*
- 3 - Develop numerical optimisation models using methodologies for optimal design;*
- 4 - Analyse and validate the obtained results.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Enquadramento da UC no contexto do ensino da engenharia, definição do conteúdo programático e iniciação do estudante na formulação e linguagem próprias da Teoria da Otimização.*  
*Revisão de alguns conceitos fundamentais em otimização. Minimização de funções de uma variável. Problemas de otimização sem restrições (multivariados): conceitos básicos e apresentação de técnicas de solução numérica. Problemas de otimização com restrições (multivariados): abordagem orientada por uma classificação prévia das técnicas de otimização a apresentar. Pesquisa baseada em programação matemática e critérios de otimalidade. Análise de Sensibilidades. Cálculo de gradientes: métodos analíticos, semi-analíticos e numéricos.*  
*Métodos baseados em pesquisa evolucionária. Algoritmos Genéticos: definição dos principais aspetos. Comparação de diferentes técnicas na resolução do mesmo problema. Tópicos avançados: dualidade, otimização multiobjetivo e multinível.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Align the curricular unit with the teaching of engineering, by establishing the syllabus and introducing students to the typical formulation and language of optimisation theory.*  
*Review of fundamental concepts of optimisation. Single-variable minimisation.*  
*Multivariable optimisation with no constraints: basic concepts and numerical solution methods.*  
*Multivariable optimisation with constraints: presentation based on previous classification of the optimisation techniques. Research based on mathematical programming and optimality criteria.*  
*Sensitivity analysis. Gradient calculation: analytical, semi-analytical and numerical methods.*  
*Optimisation methods based on evolutionary search. Genetic algorithms: definition of the main aspects.*  
*Comparison of different optimisation methods for the same problem.*  
*Advanced topics: duality, multi-objective optimisation and multilevel decomposition.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O programa definido pretende dar a conhecer aos estudantes os principais temas inerentes aos objetivos enunciados, cobrindo os diversos aspetos concetuais da teoria da otimização. Estes aspetos são, a definição e formulação dos problemas de otimização, as técnicas de otimização, a construção do modelo de otimização e as questões numéricas subjacentes. A construção de pequenos modelos de otimização completa os objetivos enunciados para a UC.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The defined syllabus aims at acquainting students with the main topics inherent to the objectives established, covering the several aspects of the conceptual theory of optimisation. These aspects are the definition and formulation of optimisation problems, optimisation techniques, the construction of the optimisation model and the underlying numerical questions. The construction of small optimisation models fulfils the goals established for curricular unit.*

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

*A metodologia de ensino adotada para a UC baseia-se no estabelecimento de uma relação permanente entre os diferentes temas tratados de forma a facilitar a assimilação das matérias. A consulta de bibliografia e o estudo de artigos da especialidade é encorajada tendo como objetivo o desenvolvimento de modelos de otimização para a resolução de pequenos problemas ou trabalhos de síntese que envolvam consulta bibliográfica.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Condições de Frequência:*

- 1) Não exceder o limite de faltas de acordo com o Artigo 4 das regras gerais de avaliação da FEUP;*
- 2) Entregar pelo menos um dos trabalhos práticos.*

*Fórmula de avaliação:*

- (1) Realização de uma prova de avaliação de conhecimentos;*
- (2) Realização de um trabalho prático de pesquisa com relatório.*

*A classificação final resulta da média ponderada de (1) com o peso de 60% e de (2) com peso de 40%.*

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

*The adopted teaching methodology is based on the implementation of a permanent relationship between different topics of the syllabus, so as to make the assimilation of topics easier. Bibliographic research and the study of specialised papers are encouraged, aiming at developing optimisation models for solving small problems or summary reports that involve literature review.*

**Type of evaluation:** *Distributed evaluation with final exam.*

**Conditions for attendance:** *1) Do not exceed the absence limit allowed in Article 4 of the General Evaluation Rules of FEUP;*

*2) Submit at least one practical report.*

**Evaluation formula:** *(1) Take an exam; (2) Develop a practical research report.*

**The final grade results from the considered average of (1) representing 60% and (2) representing 40%.**

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*As aulas são do tipo teóricas e teórico-práticas, dando os docentes bastante apoio tutorial em horas extra-curriculares. As aulas, do tipo teórico, são usadas para dar cumprimento aos objetivos mais relacionados com os conceitos teóricos dos assuntos apresentados.*

*Sempre que possível, a teoria é complementada com a apresentação de exemplos práticos que também mostram as capacidades e as variadas aplicações das áreas envolvidas.*

*Nas aulas tutoriais são analisados exemplos de aplicação que reforça a ligação entre os conteúdos teóricos e as aplicações dos métodos de otimização.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*Classes are theoretical and theoretical-practical, with the teachers providing after-hours tutorial support to students. The theoretical-practical lessons are used to fulfil the objectives connected with the theoretical concepts presented in class.*

*Whenever possible, theory is complemented by practical examples that also demonstrate the capabilities and varied applications of the areas involved.*

*In tutorial classes, application examples are analysed, reinforcing the connection between the theoretical contents and the use of optimisation methods.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Vanderplaats, Garret N.; "Numerical Optimization Techniques for Engineering Design". ISBN: 0-07-066964-3*

*Arora, Jasbir S.; "Introduction to optimum design". ISBN: 0-07-100123-9*

*David E. Goldberg; "Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning". ISBN: 0-201-15767-5*

*Rao, Singiresu S.; "Engineering Optimization, Theory and Practice", John Wiley & Sons, Inc., New York, 1996. ISBN: 0-471-55034-5*

### Mapa IX - Organização e Gestão da Manutenção / Maintenance Organization and Management

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Organização e Gestão da Manutenção / Maintenance Organization and Management*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Luís António de Andrade Ferreira (60 h T – 2 turmas/classes; 60 h OT – 2 turmas/classes)*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

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

*Capacidade de desenvolver um programa de organização da manutenção dum sistema industrial.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Ability to develop a maintenance organisation programme of an industrial system.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*A função manutenção e a gestão de ativos produtivos empresariais. A definição de manutenção na atualidade.*

*A manutenção e a estratégia de ciclo de vida dos equipamentos. A importância económica da manutenção. A*

*definição de LCC – Life Cycle Cost e sua importância no desenvolvimento de uma estratégia de manutenção. As estratégias da gestão da manutenção no âmbito da estratégia global da empresa. A manutenção no âmbito de uma estratégia RAMS – Reliability, Availability, Maintainability and Safety.*

*A organização e gestão da manutenção. Os diferentes tipos de manutenção. Organização de um serviço de manutenção. A manutenção e a higiene e segurança. A importância da informação e da informatização na*

*manutenção. Metodologias de manutenção: o TPM, o RCM e o RBM. A utilização de indicadores em manutenção e o benchmarking. As auditorias e o controlo da qualidade em manutenção.*

*A logística em manutenção. A gestão de peças de substituição. O outsourcing e os contratos em manutenção.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Maintenance and asset management. Definition of maintenance today.*

*The maintenance strategy and life cycle of equipment. Economic importance of maintenance. Definition of LCC - Life Cycle Cost and its importance in developing a maintenance strategy. The strategies of maintenance management within the company's overall strategy. The maintenance strategy under a RAMS - Reliability, Availability, Maintainability and Safety*

*The organisation and management of maintenance. The different types of maintenance. Organisation of a maintenance service. The importance of information technology in maintenance. Methodologies maintenance: TPM; RCM and RBM . The use of indicators and benchmarking in maintenance. Audits and quality control in maintenance.*

*The maintenance logistics. The management of spare parts. The maintenance outsourcing and contracts.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*As matérias lecionadas foram escolhidas para atingir os objetivos da UC no tempo disponível.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The syllabus was selected according to defined objectives and the time available.*

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

*Reuniões com o orientador e análise de bibliografia aplicável.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Condições de Frequência: Não aplicável*

*Fórmula de avaliação: Avaliação global do desempenho do estudante, através da avaliação do relatório e da prova oral.*

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

*Meetings with the supervisor and literature review.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Conditions for attendance:*

*Not applicable*

*Evaluation formula: Comprehensive assessment of the student's performance by evaluating the report and the oral exam.*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*É uma UC tutorial que é desenhada segundo os objetivos a atingir e de acordo com as necessidades dos estudantes.*

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

*This curricular unit is a tutorial, designed according to the objectives to the students' needs.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Lindley R. Higgins, Dale P. Brautigam, R. Keith Mobley; Maintenance engineering handbook. ISBN: 0-07-028811-9*

*John Moubray; Reliability-centred maintenance. ISBN: 0-7506-3358-1*

*Renaud Cuignet; Management de la maintenance. ISBN: 2-10-006674-9*

*B. S. Dhillon; Reliability, quality, and safety for engineers. ISBN: 0-8493-3068-8*

**Mapa IX - Placas e Cascas / Plates and Shells****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Placas e Cascas / Plates and Shells*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Lúcia Maria de Jesus Simas Dinis (30h OT – 1 turma/class; 30h T – 1 turma/class)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:****6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Aprendizagem e compreensão das teorias e métodos de solução descritos, formação essa necessária à compreensão de problemas de Engenharia nas quais componentes tipo Placa e Casca surjam como elementos*



**fundamentais. Desenvolvimento das capacidades de análise, síntese e crítica através da realização de alguns trabalhos com uso de Programação Simbólica Maple que visam o estudo de placas, laminados anisotrópicos e/ou Placas com Gradiente Funcional e Cascas. Espera-se que com o conhecimento adquirido os estudantes sejam capazes de:**

- Interpretar literatura publicada sobre o assunto incluindo códigos;
  - Derivar as equações fundamentais para problemas de investigação envolvendo Placas e Cascas.
- Capacidade de obtenção de Soluções Analíticas para Placas e Cascas recorrendo à linguagem simbólica Maple. Ter uma visão Global das várias Teorias Disponíveis para análise de Placas e Cascas. Ser capaz de usar uma Package comercial para análise por Elementos Finitos de Placas e Laminados.**

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

***This course aims to acquaint students with theories and methods that are necessary to understand engineering problems, especially related with plates and shells. This course also aims to develop students' skills (analysis, summary and critical observation) through assignments using Maple symbolic programming to study plates and/or laminated anisotropic and Shells.***

***By the end of the semester, students should: - be able to understand papers about plates and shells, as well as codes; - be able to derive fundamental equations to investigation problems related with plates and shells; - be able to obtain analytical solutions for plates and shells; - have a notion about plates and shells limitations; - be able to obtain solutions by finite elements of plates and shells using commercial packages; have a notion about the limitation of the elements and know how to chose the proper ones.***

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

***Conceitos fundamentais da Mecânica dos Meios Contínuos. Teoria Clássica de Flexão de Placas. Métodos de Solução incluindo desenvolvimento em Séries, Métodos de Ritz, Galerkin e Kantorovich e Métodos Numéricos. Teoria de Reissner-Mindlin. Métodos de Solução baseados em Séries de Fourier e Séries de Fourier Generalizadas e métodos analíticos aproximados e Métodos Numéricos. Teoria de von Kármán. Métodos de Solução. Deformações e Esforços em Cascas. Teoria de Membrana de Cascas de Revolução. Teoria de Flexão de Cascas Cilíndricas. Teoria de Flexão para Cascas de Revolução. Aplicações. Método das Forças para efeitos de cálculo de esforços nas ligações entre componentes tipo Casca. Método dos Elementos Finitos para Placas e Cascas.***

#### 6.2.1.5. Syllabus:

***Fundamental concepts of continuum mechanics Classical plate buckling theory Solution methods: Ritz method, Galerkin and Kantorovich, numerical methods; Reissner-Mindlin's theory Solution methods based on Fourier series and on general Fourier series, approximate analytical methods and numerical methods Von Kármán's theory Shell deformation and stress M-theory and revolution shells Buckling theory and cylindrical shells Buckling theory for revolution shells- applications Force method to calculate stress in shell components Finite element method for plates and shells***

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

***Existe coerência dos conteúdos programáticos e objetivos da unidade curricular uma vez que o visado nos objetivos é a aquisição de conhecimento de Placas e Cascas e obtenção de soluções analíticas de acordo com vários métodos de solução.***

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

***There is compatibility between the program of the course and the aims since these are the acquisition of Knowledge in Plates and shells and the ability to obtain analytical solutions in this field.***

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

***Exposição, discussão de casos e resolução de alguns problemas elementares no decurso das aulas, nalguns casos com participação dos estudantes. Faz-se uso de retroprojektor nas aulas de exposição e de computador em algumas aulas práticas. São também realizados trabalhos práticos que exigem o uso de computador e o conhecimento da Programação em Maple, os quais são apresentados pelos estudantes sobre a forma escrita e oral.***

***Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final***

***Fórmula de avaliação: Classificação dos Trabalhos realizados ao longo do Semestre***

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

***Classes will be based on exposition and discussion of course's themes, as well as problem solving. Classes will be given with the support of an overhead projector (theoretical classes) and computer (practical classes). Students will be asked to do assignments using Maple program. These assignments should be presented both written and orally.***

***Type of evaluation: Avaliação distribuída sem exame final***

***Terms of frequency:***

***Formula Evaluation: The Assignments will be graded during the Semester.***

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*O fato de se usar programação simbólica nos trabalhos a desenvolver pelos estudantes permite garantir que são atingidos os objetivos.*

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

*The use of symbolic programming allows the achievement of all the aims of the course. The assignments are performed in order to obtain analytical solutions.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Ugural, A. C.; Stresses in plates and shells. ISBN: 0-07-116793-5*

*Flügge, Wilhelm; Stresses in shells. ISBN: 3-540-05322-0*

*Cox, .H. L.; The Buckling of Plates and Shells*

*Reddy, J. N.; Theory and analysis of elastic plates and shells. ISBN: 978-0-8493-8415-8*

*Reddy, J. N.; Mechanics of laminated composite plates and shells. ISBN: 0-8493-1592-1*

*Timoshenko, S.; Theory of plates and shells. ISBN: 0-07-085820-9*

*J.F. Silva Gomes; Análise de Tensões em Placas, Cascas e Reservatórios, INEGI, 2007. ISBN: 978-972-8826-13-0*

**Mapa IX - Processamento e Análise de Imagens em Engenharia / Image Processing and Analysis in Engineering**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Processamento e Análise de Imagens em Engenharia / Image Processing and Analysis in Engineering*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*João Manuel Ribeiro da Silva Tavares (60 h T - 2 turmas / classes; 60 h OT - 2 turmas / classes)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

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

*Objetivos:*

*Proporcionar aos estudantes conhecimentos abrangentes na área multidisciplinar do Processamento e Análise de Imagem, quer no âmbito dos processos da visão biológica, quer no âmbito dos métodos e sistemas computacionais de processamento e análise de imagem, nomeadamente em engenharia.*

*No final da Unidade Curricular Processamento e Análise de Imagens em Engenharia, os estudantes deverão ser capazes de:*

- 1. Entender o sistema de percepção visual humano;*
- 2. Entender o processo de formação de imagens digitais;*
- 3. Conhecer os principais métodos de processamento de imagem;*
- 4. Conhecer os principais métodos de análise de imagem;*
- 5. Explicar e desenvolver sistemas computacionais de representação e análise de objetos em imagens, de deteção, seguimento e análise de movimento e deformação em sequências de imagem bem como de reconstrução 3D de objetos a partir de imagens.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Objectives:*

*Provide students with comprehensive knowledge in the multidisciplinary area of Image Processing and Analysis, both in the scope of biological vision processes as well as in the context of methods and computational systems of image processing and analysis, particularly in engineering.*

*By the end of the Image Processing and Analysis in Engineering course unit, students should be able to:*

- 1. Understand the human visual perception system;*
- 2. Understand the process of digital images formation;*
- 3. Know the main methods of image processing;*
- 4. Know the main methods of image analysis;*
- 5. Explain and develop computational systems of representation and analysis of objects in images, of segmentation, tracking and analysis of motion and deformation in image sequences as well as 3D reconstruction of objects from images.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Conteúdo Programático:*

*Os temas principais a considerar na Unidade Curricular de Processamento e Análise de Imagem em Engenharia*

são: *Sistema de Percepção Visual Humano, Aquisição e Processamento de Imagem, Análise de Imagem, Visão 3D, Geometria 3D e Imagem 3D*. Assim, serão estudados métodos fundamentais de Processamento e Análise de Imagem, bem como métodos avançados do mesmo domínio; em particular, a *Deteção, Seguimento e Análise de Movimento e/ou Deformação em sequências de imagem, o Reconhecimento e Alinhamento de objetos em imagens e a Reconstrução da Forma 3D de objetos a partir de imagens*.

O conteúdo programático da Unidade Curricular está organizado em seis módulos principais:

*Apresentação e Introdução – 4 horas, Percepção Visual – 3 horas, Aquisição, Processamento de Imagem – 10 horas, Análise de Imagem – 20 horas, Visão, Geometria e Imagem 3D – 8 horas, Exemplos de Aplicações – 5 horas.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*Syllabus:*

*The main subjects to be considered in the Image Processing and Analysis in Engineering course unit are: Human Visual Perception System, Image Acquisition and Processing, 3D Vision, 3D Geometry and 3D Image. Thus, basic methods of Image Processing and Analysis will be studied, as well as advanced methods in the same domain; in particular, the detection, tracking and analysis of Motion and/or Deformation in image sequences, the Recognition and Registration of objects in images and the Reconstruction of the 3D Shape of objects from images.*

*The syllabus of the course unit is organised in six main modules:*

*Presentation and Introduction - 4 hours, Visual Perception - 3 hours, Acquisition, Image Processing - 10 hours, Image Analysis - 20 hours, 3D Vision, 3D Geometry and 3D Image - 8 hours, Applications Examples - 5 hours.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*O domínio do Processamento e Análise de Imagem tem um elevado potencial em diversas áreas do conhecimento humano como, por exemplo, em inspeção visual, biomecânica, bio-engenharia, medicina, interfaces homem-máquina, videovigilância, biometria e realidade virtual.*

*A Unidade Curricular de Processamento e Análise de Imagens em Engenharia tem uma perspetiva integradora, no sentido de que combina conhecimentos de diferentes áreas científicas; nomeadamente, da psicofísica e neurofisiologia, ciência de computadores, engenharia de sistemas, mecânica computacional e modelação de sistemas. Assim, proporcionará aos estudantes conhecimentos abrangentes no âmbito dos processos da visão biológica, e dos métodos e sistemas computacionais de processamento e análise de imagem, nomeadamente para aplicação em engenharia.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*the the field of Image Processing and Analysis has great potential in several areas of the human knowledge as, for example, in industry, biomechanics, bioengineering, man/machine interfaces, medicine, surveillance, biometry and virtual reality.*

*The Image Processing and Analysis in Engineering course unit has an integrated perspective as it combines knowledge of different scientific areas; namely, of psychology, computers science, systems engineering, computational mechanics and systems modelling. Therefore, students will be given comprehensive knowledge in biological vision processes as well as the methods and computational systems of image processing and analysis, in particular for applications in engineering.*

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

*A Unidade Curricular de Processamento e Análise de Imagens em Engenharia funciona num regime de ensino baseado em aulas teórico-práticas compostas por exposição dos fundamentos, dos métodos e de algoritmos computacionais e pela análise da sua aplicação em casos de estudo; nomeadamente, em casos reais envolvendo problemas relevantes em engenharia.*

*Quando o número de estudantes inscritos é reduzido, a mesma funciona em regime tutorial.*

*A aprovação está condicionada à prévia obtenção de frequência às aulas práticas e à realização da avaliação em todas as suas componentes: entrega do trabalho prático, apresentação e discussão do trabalho entregue.*

*O trabalho prático a desenvolver deverá ter um carácter integrador e responder a um problema concreto da área da engenharia.*

*A avaliação é composto pela realização, apresentação e discussão de um trabalho prático individual, podendo ser complementado com a realização de uma prova escrita.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*The Image Processing and Analysis in Engineering curricular unit is based on theoretic-practical lessons comprising the presentation of concepts, methods and computational algorithms and the analysis of their application to several study cases; namely, in real cases involving pertinent problems in engineering.*

*When the number of students enrolled is small, the unit works on a tutorial basis.*

*Approval depends on the student's attendance frequency to practical classes and his/her evaluation in all components: submission of a practical assignment, presentation and discussion of that work.*

*The practical assignment to be developed must have an integrating nature and answer to a concrete problem in the area of engineering.*

*The evaluation is composed by the production, presentation and discussion of an individual practical project, which can be complemented by the production of a written exam.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Durante as aulas serão apresentados e discutidos os fundamentos dos métodos e dos algoritmos computacionais, bem como analisada a sua aplicação em casos de estudo; nomeadamente, em casos reais envolvendo problemas relevantes em engenharia.*

*Quando o número de estudantes inscritos é reduzido, a mesma funciona em regime tutorial.*

*Relativamente aos trabalhos práticos, os estudantes, individualmente, deverão definir o tema dos seus trabalhos e propor ao docente. Os temas dos trabalhos propostos deverão considerar uma aplicação relevante em engenharia.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*In class, the basics of the methods and computational algorithms will be presented and discussed, as well as the analysis of their application in several study cases; namely, in real cases involving pertinent problems in engineering.*

*When the number of students enrolled is small, the course unit works on a tutorial basis.*

*Regarding the practical projects, students have to individually define the subject of their projects and to propose them to the teacher. The topics of the projects have to address relevant applications in engineering.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Freeman, H. (1988). Machine Vision: Algorithms, Architectures, and Systems, Academic Press*

*Awcock, G. J. & R. Thomas (1995). Applied Image Processing, McGraw-Hill Companies.*

*Gåsvik, K. J. (2002). Optical Metrology, Wiley.*

*Gonzalez, R. C. & R. E. Woods (2007). Digital Image Processing, Prentice Hall.*

*Gonzalez, R. C., R. E. Woods, et al. (2009). Digital Image Processing Using MATLAB, Gatesmark Publishing.*

*Yoo, T. S. (2004). Insight into Images: Principles and Practice for Segmentation, Registration and Image Analysis, A K Peters.*

*Schalkoff, R. (1989). Digital Image Processing and Computer Vision, John Wiley and Sons Ltd.*

*Shapiro, L. G. & G. Stockman (2001). Computer Vision, Prentice Hall.*

### Mapa IX - Processamento, Representação e Análise Computacional de Dados/Comp. Proc., Repres. and Anal. of Data

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Processamento, Representação e Análise Computacional de Dados/Comp. Proc., Repres. and Anal. of Data*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*João Manuel Ribeiro da Silva Tavares (60 h T - 2 turmas / classes; 60 h OT - 2 turmas / classes)*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

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

##### OBJETIVOS:

*Proporcionar aos estudantes conhecimentos sobre um conjunto de técnicas computacionais que permitam a obtenção de representações da informação contida num conjunto de dados de forma a garantir a sua análise eficiente, dominando para o efeito operações de leitura de dados, processamento e transformação em estruturas adequadas para algoritmos de processamento e representação.*

##### RESULTADOS ESPERADOS:

*No final da Unidade Curricular de Processamento, Representação e Análise Computacional de Dados, os estudantes deverão ser capazes de:*

- 1. Entender o sistema de percepção visual humano;*
- 2. Conhecer os principais algoritmos de processamento computacional de dados;*
- 3. Conhecer os principais métodos de representação computacional de dados;*
- 4. Explicar os princípios e desenvolver sistemas de Processamento, Representação e Análise Computacional de Dados.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:****SPECIFIC:**

*To provide knowledge to the students on a set of computational techniques that allow the achievement of representations of the information contained in a data set in order to assure its efficient analysis, taking into account operations of data acquisition, processing and transformation in adequate structures for algorithms of data processing and representation.*

**EXPECTED OUTCOMES:**

*At the end of the course of Computational Processing, Representation and Analysis of Data, the students should be capable of:*

- 1. Understand the human visual perception system;*
- 2. Know the main algorithms of computational data processing;*
- 3. Know the main methods of computational data representation;*
- 4. Explain the principles and develop computational systems of Processing, Representation and Analysis of Data.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:****Conteúdo Programático:**

*Os temas principais a considerar na Unidade Curricular Processamento, Representação e Análise Computacional de Dados são: Pipeline de Representação de Dados, Representação de Dados, Algoritmos de Representação de Dados, Manipulação de Dados e Representação de Dados Imagem.*

*No decorrer da Unidade Curricular, serão verificados e analisados vários exemplos de aplicação das técnicas de Processamento, Representação e Análise Computacional de Dados estudadas em diversos domínios do conhecimento, como em Engenharia, Biomecânica e Medicina.*

*O conteúdo programático da Unidade Curricular está organizado em nove módulos: 1) Apresentação e Introdução, 2) Introdução à Programação por Objetos, 3) Pipeline de Representação de Dados, 4) Representação de Dados, 5) Algoritmos de Representação de Dados, 6) Algoritmos de Representação Melhorada de Dados, 7) Manipulação de Dados, 8) Representação de Dados Imagem, 9) Exemplos de Aplicações.*

**6.2.1.5. Syllabus:****Programmatic Content:**

*The main subjects to consider in the course of Computational Processing, Representation and Analysis of Data are: Pipeline of Data Representation, Data Representation, Algorithms for Data Representation, Data Manipulation and Representation and Processing of Image Data.*

*During the course, some application examples in several domains of the knowledge of the techniques studied of Computational Processing, Representation and Analysis of Data will be verified and analyzed, as in engineering, biomechanics and medicine.*

*The programmatic content of the course is organized in nine modules: 1) Presentation and Introduction, 2) Introduction to the Object-Oriented Programming, 3) Pipeline of Data Representation, 4) Data Representation, 5) Algorithms for Data Representation, 6) Algorithms for Data Improved Representation, 7) Data Manipulation, 8) Representation and Processing of Image Data, 9) Application Examples.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Atualmente, o Processamento, a Representação e a Análise Computacional de Dados constituem ferramentas imprescindíveis para uma adequada forma de comunicação baseada numa transformação dos dados considerados em representações computacionais que reflitam de forma eficiente e precisa a informação contida nos mesmos.*

*Os diferentes tipos de Processamento, Representação e Análise Computacional de Dados têm aplicação em diferentes áreas do conhecimento como a Medicina, Engenharia e Ciência; nomeadamente, em diagnóstico médico, mapas meteorológicos, indústria automóvel, estudo de fenómenos físicos, etc.*

*Com esta Unidade Curricular pretende-se abordar as bases teóricas e computacionais do Processamento, da Representação e da Análise Computacional de Dados, cada vez mais necessários na medida que as simulações e análises computacionais se tornam mais poderosas e realistas, envolvendo por isso volumes de dados de dimensão e complexidade superior.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*Currently, the Computational Processing, Representation and Analysis of Data constitute essential tools for an adequate communication form based on a transformation of the data used in computational representations that translates efficiently and precisely the information contained in the same data.*

*The several types of Computational Processing, Representation and Analysis of Data have application in different areas of the human knowledge as Medicine, Engineering and Science; namely, in medical diagnosis, meteorological maps, automobile industry, study of physical processes, etc.*

*With this course is intended to address theoretical and computational fundamentals of the Computational Processing, Representation and Analysis of Data, progressively necessary as the computational simulations and analyzes are become more powerful and realistic, involving therefore huger volumes of Data of higher dimension and complexity.*

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

*A Unidade Curricular de Processamento, Representação e Análise Computacional de Dados em Engenharia funciona num regime de ensino baseado em aulas teórico-práticas compostas por exposição dos fundamentos, dos métodos e de algoritmos computacionais e pela análise da sua aplicação em casos de estudo; nomeadamente, em casos reais envolvendo problemas relevantes em engenharia.*

*Quando o número de estudantes inscritos é reduzido, a mesma funciona em regime tutorial.*

*A aprovação está condicionada à prévia obtenção de frequência às aulas práticas e à realização da avaliação em todas as suas componentes: entrega do trabalho prático, apresentação e discussão do trabalho entregue.*

*O trabalho prático a desenvolver deverá ter um carácter integrador e responder a um problema concreto da área da engenharia.*

*A avaliação é composto pela realização, apresentação e discussão de um trabalho prático individual, podendo ser complementado com a realização de uma prova escrita.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*The course of Computational Processing, Representation and Analysis of Data is based on theoretician-practical lessons dedicated to present the methods and computational algorithms and for the analysis of their application in several study cases; manly, in real cases involving pertinent problems in engineering.*

*When the number of students enrolled is small, the course works in a tutorial basis.*

*To complete this course the students must attain the required frequency of the practical classes and undergo all components of evaluation, which includes the delivery of the practical project, and its presentation and discussion. The practical project to be developed must have an integrator view and be concerned to a concrete problem of the engineering area.*

*The evaluation system is composed by the accomplishment, presentation and discussion of an individual practical project, which can be complemented with the completion of a written exam.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Durante as aulas serão apresentados e discutidos os fundamentos dos métodos e dos algoritmos computacionais, bem como analisada a sua aplicação em casos de estudo; nomeadamente, em casos reais envolvendo problemas relevantes em engenharia.*

*Quando o número de estudantes inscritos é reduzido, a mesma funciona em regime tutorial.*

*Relativamente aos trabalhos práticos, os estudantes, individualmente, deverão definir o tema dos seus trabalhos e propor ao docente. Os temas dos trabalhos propostos deverão considerar uma aplicação relevante em engenharia.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The class lessons are dedicated to present the methods and computational algorithms as well as for the analysis of their application in several study cases; manly, in real cases involving pertinent problems in engineering.*

*When the number of students enrolled is small, the course works in a tutorial basis.*

*Concerning the practical projects, the students have to define individually the subject of their projects and to propose them to the professor. The subjects of the projects have to address relevant applications in engineering.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Gonzalez, Rafael C; Digital image processing using Matlab. ISBN: 0-13-008519-7*

*Freeman, Ralph D. 340; Developmental neurobiology of vision. ISBN: 0-306-40306-4*

*Kitware; The VTK user's guide. ISBN: 1-930934-18-1*

*Foley, James D. 070; Computer Graphics. ISBN: 0-201-12110-7*

*Yoo, Terry S. 340; Insight into images. ISBN: 1-56881-217-5*

*Ware, Colin; Information visualization. ISBN: 1-55860-819-2*

*Schroeder, Will; Martin, Ken; Lorensen, Bill; The Visualization toolkit. ISBN: 1930934076*

### Mapa IX - Processos Avançados de Produção / Advanced Production Processes

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Processos Avançados de Produção / Advanced Production Processes*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Augusto Duarte Campos Barata da Rocha (15h T – 0,5 turma/class; 15h OT – 0,5 turma/class)*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*Ana Rosanete Lourenço Reis (15h T – 0,5 turma/class; 15h OT – 0,5 turma/class)*

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

*Aquisição de conhecimentos sobre o comportamento mecânico de materiais e conceitos necessários à análise*

*teórica e prática dos processos de fabrico e em especial dos processos tecnológicos relacionados com as tecnologias de conformação plástica.*

*Espera-se que, no final do período letivo, os estudantes sejam capazes de:*

- *Comparar materiais de acordo com as propriedades mecânicas estáticas, cíclicas e dinâmicas.*
- *Compreender os conceitos necessários à análise teórica dos processos de conformação plástica.*
- *Identificar os equipamentos e terminologia associada.*
- *Conceber e realizar produtos e ferramentas de conformação plástica.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Acquire knowledge in the field of mechanical behaviour of materials and concepts necessary to the theoretical and practical analysis of manufacturing processes, in particular those related to the technology of plastic forming.*

*By the end of the course unit, students are expected to:*

- *Compare materials according to their static and dynamic mechanical properties.*
- *Understand the concepts required to theoretically analyse the forming processes.*
- *Identify the equipment and terminology related to these processes.*
- *Design forming products and tools based on modern methods of analysis and manufacturing.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

**TECNOLOGIAS DE CONFORMAÇÃO PLÁSTICA**

**MÁQUINAS FERRAMENTA**

*Prensas*

*Punçadoras CNC*

*Quinadoras e Guilhotinas*

**TECNOLOGIA DO CORTE**

*Corte Convencional*

*Corte Fino*

*Projeto de Ferramentas*

**TECNOLOGIA DA EMBUTIDURA**

*Descrição do Processo*

*Etapas de Embutidura*

*Forças e Deformações*

*Curvas Limite de Embutidura*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

**METAL FORMING TECHNOLOGIES**

*MachineTools:*

*Presses;*

*CNC punching;*

*Press brakes and Guillotines;*

**CUTTING TECHNOLOGY**

*Conventional blanking;*

*Fine blanking.*

**DEEP-DRAWING TECHNOLOGY**

*Description of the process;*

*Deep-drawing stages;*

*Stresses and strains during deep-drawing;*

*Forming limit curves.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*O programa definido pretende dar a conhecer aos estudantes os principais temas inerentes aos objetivos enunciados, nas componentes de materiais e processos de fabrico (conformação plástica em especial).*

*Os trabalhos práticos realizados completam os objetivos enunciados para a UC.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The syllabus aims at acquainting students with the main inherent topics regarding the objectives established, in terms of materials science and technological processes (especially plastic forming).*

*The practical assignments fulfil the objectives established for the Curricular Unit.*

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

*Tipo de Avaliação: Média ponderada das classificações de 2 Testes e da média dos trabalhos práticos:*

*1 Teste relativo à componente de Equipamentos 1 Teste relativo à componente de Conformação Plástica.*

*É exigida uma classificação mínima de 7 valores a cada uma das componentes.*

*Condições de Frequência: Frequentar pelo menos 75% das aulas práticas*

*Fórmula de avaliação:*

$$NF=A*0.80+B*0.20$$

**NF - classificação (Nota Final)**

**A - Média das classificações dos 2 Testes (Parte 1 e Parte 2)**

**B - Média das classificações dos trabalhos práticos**

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

**Type of evaluation: Considered average of both tests and the arithmetic mean of the practical assignments:**

**1 Test about the Equipment component;**

**1 test about the plastic forming component.**

**A minimum grade of 7 is required.**

**Conditions for attendance: Attend at least 75% of the practical lessons**

**Evaluation formula:**

$$NF=A*0.80+B*0.20$$

**NF- Final mark**

**A- Average of the 2 tests (Part 1 and Part 2)**

**B- Average of the grades obtained in the practical assignments**

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

**As aulas são usadas para dar cumprimento aos objetivos mais relacionados com os conceitos teóricos dos assuntos apresentados.**

**Sempre que possível, a teoria é complementada com a apresentação de exemplos práticos que também mostram as capacidades e as variadas aplicações das áreas envolvidas.**

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

**The lessons are used to fulfil the objectives connected with the theoretical concepts presented in class.**

**Whenever possible, theory is complemented by practical examples that also demonstrate the capabilities and varied applications of the areas involved.**

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

**da Silva Lucas F M, 'Comportamento mecânico dos materiais', Publindústria, Porto, 2012**

**Rocha, A. Barata da; 'Corte em Ferramenta: ISBN: 972-8826-00-1**

**Rocha, A. Barata; 'Puncionadoras CNC" : ISBN: 972-8826-01-X**

**Rocha, A. Barata da; 'Tecnologia da embutidura": ISBN: 972-8826-03-6**

### Mapa IX - Robótica / Robotics

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

**Robótica / Robotics**

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

**António Manuel Ferreira Mendes Lopes (15 h T - 0,5 turma / class; 15 h OT - 0,5 turma / class)**

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

**Paulo Augusto Ferreira de Abreu (15 h T - 0,5 turma / class; 15 h OT - 0,5 turma / class)**

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

**É objetivo desta unidade curricular transmitir os conhecimentos adequados à modelação e controlo de manipuladores robóticos.**

**No final do período letivo pretende-se que o estudante seja capaz de:**

- utilizar ferramentas de análise cinemática e dinâmica;
- desenvolver algoritmos de planeamento de trajetórias;
- sintetizar controladores de movimento e força.

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

**The objective of this curricular unit is to give students the appropriate knowledge regarding modelling and control of robot manipulators.**

**By the end of the semester, the student is expected to:**

- use tools of kinematic and dynamic analysis;
- develop algorithms for trajectory planning;



- *synthesise motion and force controllers.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- *Fundamentos da Robótica; - Análise Cinemática: cinemática direta, cinemática inversa, cinemática de posição e cinemática diferencial; - Análise Dinâmica: Formulação de Newton Euler e Lagrange. - Otimização cinemática e dinâmica; - Planeamento e otimização de trajetórias; - Controlo de trajetória. Estratégias de controlo linear e não linear. "Computed torque control". Controlo robusto. Controlo com aprendizagem; - Controlo de força: Controlo de impedância, Controlo híbrido.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

- *Fundamentals of robotics; - Kinematic analysis: direct kinematics, inverse kinematics, position kinematics and differential kinematics; - Dynamic analysis: Newton Euler and Lagrange formulation; - Kinematic and dynamic optimisation; - Trajectory planning and optimisation; - Trajectory control. Linear and non-linear control strategies. Computed torque control. Robust control. - Force control: impedance control, hybrid control.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*O programa cumpre os objetivos definidos para a unidade curricular começando por abordar um conjunto de ferramentas clássicas de análise cinemática e dinâmica de manipuladores robóticos de estrutura série. Seguidamente, são introduzidos os conceitos básicos de planeamento e otimização de trajetórias. Partindo destes conceitos são abordadas as duas metodologias de controlo de trajetórias: controlo linear e não linear e aprofunda-se o estudo da implementação de controlo de força.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The program meets the objectives defined for the course, starting by addressing the classical tools for kinematic and dynamic analysis of robotic manipulators. Then it is introduced the basic theory for path planning and trajectory optimization. Using these concepts, two trajectory control methodologies are presented: linear and nonlinear control. The study of force control strategies is then detailed.*

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

*Esta unidade curricular compreende aulas teóricas de exposição, apoiadas por meios audiovisuais, sendo complementadas por aulas tutoriais para apresentação, desenvolvimento e discussão de exemplos.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação por exame final*

*Condições de Frequência:*

*Fórmula de avaliação: Teste/Exame 100%*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*This curricular unit comprises theoretical lessons, supported by audiovisual equipment, and complemented by tutorials that include the presentation, development and discussion of examples.*

*Type of evaluation: Final exam*

*Conditions for attendance:*

*Evaluation formula: Test/Exam – 100%*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*As aulas teóricas são utilizadas para dar cumprimento aos objetivos mais relacionados com os conceitos teóricos dos temas apresentados. As aulas tutoriais envolvem a resolução e análise de exemplos de modelação e controlo de manipuladores robóticos.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The theoretical lessons are used to fulfil the objectives connected with the theoretical concepts presented in class. Tutorials involve the resolution and analysis of modelling and control examples of robotic manipulators.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Sciavicco, Lorenzo; Modeling and Control of Robot Manipulators. ISBN: 0-07-114726-8*

*Lewis, F. L.; Control of robot manipulators. ISBN: 0-02-370501-9*

**6.2.1.1. Unidade curricular:*****Segurança de Máquinas / Machine Safety*****6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):*****Francisco Jorge Teixeira de Freitas (T-60h 2 turmas/classes, OT-60h 2 turmas/classes)*****6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:****6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Os objetivos centrais da UC são dotar os estudantes de conhecimentos da legislação, da normalização e da prática de implementação dos conceitos essenciais de segurança a empreender na conceção de máquinas de produção.*****6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:*****The key objective of this course is to provide the student with the legislative acts, standards and industrial practice associated with the implementation of safety concepts in the design of production machinery.*****6.2.1.5. Conteúdos programáticos:*****Segurança de Máquinas: conceitos essenciais de segurança e saúde em máquinas, terminologia.******A legislação de segurança ao nível europeu.******A Diretiva Máquinas e suas versões******Normalização de segurança: tipos de normas. Análise de normas tipo A.******Estudo de dispositivos de segurança.******Avaliação de risco.******Estudo de caso.*****6.2.1.5. Syllabus:*****Safety of machinery: basic concepts of health and safety in machinery, terminology.******Safety legislation at european level******The machinery Directive and its versions.******Safety standardization: types of standards. Analysis of type A standards.******Study of safety devices.******Risk assessment.******Case study.*****6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.*****Os conteúdos programáticos iniciam-se pelo estudo da legislação e da normalização de segurança associada a máquinas.******É de seguida feita um estudo de base tecnológica sobre dispositivos de segurança e sua aplicação na conceção de máquinas.******É então feito um estudo da metodologia de avaliação de risco aplicada a máquinas e realizado um caso concreto de estudo de aplicação na conceção de uma máquina.*****6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.*****The course starts with the analysis of the legislation applicable to machinery safety and the safety standards related to safety.******Secondly, it is covered a thorough analysis of safety devices applicable to machinery and its design.******Thirdly, it is studied the risk assessment in machinery and a case study is implemented on the design of a machine.*****6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):*****Tipo de Avaliação: por avaliação de um projeto a realizar pelo estudante******Fórmula de avaliação: 100% avaliação do documento de trabalho apresentado*****6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):*****Type of evaluation: by project work to be made by the student******Formula Evaluation: 100% project work documentation*****6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.*****O reconhecimento dos conhecimentos nesta área estão intimamente ligados com a qualidade da sua aplicação num caso específico.******Assim, a avaliação através de um trabalho de projeto é a solução de avaliação mais adequada.***

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

*The learning process in this area of knowledge is strongly interlinked with its correct application to specific work cases.*

*Hence, the knowledge assessment performed through a project work is the most adequate evaluation solution.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:****Mapa IX - Selecção e Ensaio de Materiais / Materials Selection and Testing****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Selecção e Ensaio de Materiais / Materials Selection and Testing*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Viriato Teixeira de Abreu e Antunes (60 h T – 2 turmas /classes; 60 h OT – 2 turmas/classes)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:****6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Estudar usando casos de estudo as metodologias de seleção de materiais e processos de fabrico de componentes mecânicos. Espera-se que ao longo do ano o estudante fique habilitado a usar os conhecimentos de comportamento mecânicos dos materiais na comparação e seleção de materiais.*

- *Modelar comportamentos mecânicos mais complexos: tenacidade, fadiga e fluência.*
- *Apresentar perfis técnicos dos materiais sob o ponto de vista mecânico e energético.*
- *Escolher metodologias para a seleção de materiais aplicadas a casos concretos.*
- *Discutir casos de estudo de seleção de materiais e respetivos processos de fabrico.*
- *Usar software de apoio à seleção de materiais e processos de fabrico em casos de estudo.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Study, using case-studies, materials selection methodologies and choice of processes by which the material is to be formed, joined and finished. It is expected the students will be able to use significant mechanical properties of different materials in comparing and materials selection exercises.*

*It is expected also that the students will be able to: - Use and model complex mechanical behaviour such toughness, fatigue and creep. - Choose a specific combination of properties that are important for each case study and find materials with an adequate property profile. - Discuss alternative solutions for different families of materials and associate possible manufacturing processes for components in discussion. - Use of materials selection software supporting case studies discussions and resolution*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

- 1- *Grupos de Materiais. Vantagens e limitações de cada grupo.*
- 2- *Apresentação das propriedades dos materiais. Mapas de propriedades mecânicas.*
- 3- *Propriedades Mecânicas: rigidez, resistência, ductilidade, resiliência e tenacidade. Propriedades térmicas, óticas e elétricas.*
- 4- *Custos.*
- 5- *Ligas Metálicas Ferrosas. Aços e Ferros Fundidos. Seleção de aços de construção baseada na resistência mecânica, ductilidade e tenacidade.*
- 6- *Ligas Metálicas não ferrosas: propriedades de utilização.*
- 7- *Polímeros. Principais tipos de termoplásticos, termo endurecíveis e elastómeros. Materiais Compósitos de matriz polimérica.*
- 8- *Processos de Fabrico. Compatibilidade entre material e processos de fabrico.*
- 9- *Metodologias de seleção de materiais. Índices de mérito dos materiais.*
- 10- *Materiais e o ambiente. Ciclo de vida de um material. Sistemas de consumo de energia na seleção de materiais.*
- 11- *Casos-estudo de seleção de materiais.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

- 1- *Families of engineering materials. Advantages and limitations of each group.*
- 2- *Definition of material properties. Material properties charts.*
- 3- *Mechanical Behaviour: rigidity, mechanical resistance, ductility, resilience and toughness. Fatigue and Creep. Other properties: thermal, optical, electrical and eco-properties.*
- 4- *Costs*
- 5- *Ferrous alloys. Steels and cast irons. Selection of constructional steels based upon mechanical resistance, ductility and toughness.*
- 6- *Non-Ferrous alloys: main types and properties.*
- 7- *Polymers. Main commercial types for thermoplastics, thermosets and elastomers. Advantages and limitations of polymeric based composites.*
- 8- *Processes and process selection. Compatibility between materials and processes.*
- 9- *Use of material indices in*

**material selection 10- Materials and the environment. The material life-cycle. Material and energy-consuming systems. 11- Case studies. Materials and manufacturing process**

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O programa da Unidade Curricular englobando uma revisão do comportamento mecânico dos materiais e dos principais grupos de materiais, permite com ajuda de software adequado, a resolução de casos estudo de um modo mais sistemático e objetivo.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The contents of this subject points towards two main topics: mechanical behavior and study of the main group of materials. This, with help of adequate software, allow case studies solving in much more objective and systematic way.*

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

*A Unidade Curricular de seleção e ensaio de materiais visa dar uma visão prática da importância do comportamento mecânico dos materiais na seleção de materiais de diversos componentes. Na primeira parte da Unidade Curricular apresentam-se os principais tipos de materiais de construção, com particular ênfase nas ligas metálicas e materiais poliméricos. Na segunda parte da Unidade Curricular dá-se uma metodologia para a seleção de materiais apoiada na resolução de casos estudo. Nestes casos estudo estarão presentes os componentes, material e processo de fabrico e os custos a eles associados.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Condições de Frequência: 75% de frequência das aulas e entrega e discussão de um caso estudo.*

*Fórmula de avaliação: Nota de caso estudo realizado durante as aulas (50%) + exame final (50%)*

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

*Mechanical behaviour of materials, main groups of materials with their advantages and limitations and methodologies for materials selection, are presented in theoretical classes. In practical classes case studies are discussed involving materials and processes selection.*

*Type of evaluation: Avaliação distribuída com exame final*

*Terms of frequency: The student must attend 75% of classes and report and discuss a pre-determined case-study.*

*Formula Evaluation: Case-Study (50%) + final exam (50%)*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Entende-se que o melhor método para seleccionar materiais e processos de fabrico é através da resolução de casos estudo de um modo sequencial e estruturado.*

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

*The best methology for materials and manufacturing processes selection is achieved through case studies structured analysis.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Ashby, Michael F.; Materials selection in mechanical design. ISBN: 0-7506-6168-2*

*Ashby, Mike; Materials and design. ISBN: 0-7506-5554-2*

*Smith, William F.; Principios de ciência e engenharia dos materiais. ISBN: 972-8298-68-4*

*Askeland, Donald R.; The science and engineering of materials. ISBN: 0-534-55396-6*

**Mapa IX - Simulação de Processos Tecnológicos / Simulation of Technological Processes**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Simulação de Processos Tecnológicos / Simulation of Technological Processes*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Abel Dias dos Santos (30h T – 1 turma/class; 30h OT –1 turma/class)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

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

*Objetivos específicos: Aquisição de conhecimentos que permitam a realização, compreensão e análise da modelação numérica de Processos Tecnológicos.*

*Espera-se que no final, os estudantes:*

- 1. Conheçam os fundamentos dos métodos usados nos programas de modelação numérica a utilizar.*
- 2. Saibam utilizar as ferramentas de pré-processamento, análise e pós-processamento necessárias à simulação numérica dos processos a estudar, bem como desenvolver por programação ferramentas para criação automática de modelos e obtenção de resultados específicos.*
- 3. Sejam capazes de criar o modelo numérico de casos práticos de componentes obtidos por Conformação Plástica, fazer a sua análise e obter os resultados que lhes permitam ter um espírito crítico sobre a realização do componente. Devem ser capazes de analisar os resultados obtidos, definir os defeitos, conhecer a relação desses defeitos com as variáveis do processo e estimar um rumo para a resolução dos problemas e a otimização do processo.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Specific Objectives:*

*Acquisition of knowledge to carry out, understand and analyse numerical modelling of technological processes.*

*At the end, students should:*

- 1. Know the foundational methods used in numerical modelling programming;*
- 2. Be able to use pre-processing, analysis and post-processing tools, which are necessary to the numerical simulation as well as being able to develop specific programming tools to efficiently obtain the numerical model and specific results;*
- 3. Be able to create the numerical model of practical cases of units obtained by plastic formation, conduct their analysis and obtain the results that enable them to acquire a critical attitude about the execution of the component. Students should be able to analyse the results, define the defects, know the relationship of these defects with the process variables and establish a course for the resolution of problems and process optimisation.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Processos Tecnológicos; tipos e especificidades de materiais, ferramentas e máquinas; modelos numéricos para simulação de diferentes tipos de processos.*

*Método dos Elementos Finitos; aplicação do método na resolução de problemas fazendo uso de software comercial e definição das tarefas de pré-processamento e criação do modelo, análise (processamento) e melhoria do modelo, pós-processamento e análise de resultados.*

*Modelos constitutivos de caracterização de materiais para uso em simulação numérica; materiais metálicos, propriedades e comportamentos; determinação de parâmetros de equações constitutivas dos materiais.*

*Conformação plástica de materiais metálicos e seus conceitos fundamentais; modelação numérica de problemas de conformação plástica, análise e discussão de resultados; intervenção crítica com base em resultados específicos do processo para otimização das suas variáveis ou das características do material a usar.*

*Uso da simulação numérica na otimização do processo.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*Technological Processes; types and specificities of materials, tools and machines; numerical models to simulate different types of processes.*

*Finite Element Method; application of the methods to solving problems using commercial software and the definition of pre-processing and model creation tasks, analysis (processing) and improvement of the model, post-processing and analysis of results.*

*Constitutive models of material characterisation to be used in numerical simulation; metallic materials, properties and corresponding behaviour; identification of parameters for constitutive equations.*

*Metal forming and corresponding fundamental concepts; numerical modelling of forming processes, analysis and evaluation of results in order to optimise the process parameters or material characteristics.*

*The use of numerical simulation to perform the optimisation of the process.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*A estrutura do programa definido dá a conhecer aos estudantes todos os aspetos fundamentais relacionados com a aplicação prática da simulação de processos estabelecida. Assim, para além do conhecimento das bases dos processos tecnológicos a estudar definem-se e abordam-se os métodos numéricos, as variáveis numéricas a considerar para a criação dos modelos, a sua adequação para cada processo em particular; estudam-se ainda os materiais, a sua caracterização e também a adequação dos respetivos modelos constitutivos aos objetivos dos casos em estudo. Em complemento com outros conhecimentos abordados o estudante terá os meios necessários para estar em correspondência com os objetivos definidos e propostos para a unidade curricular.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The structure of defined syllabus acquaints all students with the fundamental aspects linked to the practical use of the established process simulation.*

*Besides the essential knowledge of technological processes, numerical methods are also defined and address, in addition to the numerical variables necessary for the numerical model and its adequacy to each process; materials, their characterisation and the suitability of constitutive models to each situation are also studied. Additionally, the student will have the necessary means to fulfil the objectives defined and proposed for the curricular unit.*

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

*Aulas teóricas: apresentação dos fundamentos dos métodos numéricos a utilizar, assim como dos aspetos fundamentais dos processos tecnológicos a simular.*

*Aulas práticas: apresentação das metodologias de simulação e das ferramentas necessárias, com auxílio de vídeo projetor e computador. Realização de trabalhos sobre problemas práticos de aplicação da simulação numérica.*

*Análise crítica e discussão dos trabalhos com participação alargada.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Condições de Frequência: Artigo 4º das Normas Gerais de Avaliação*

*Fórmula de avaliação:  $NF=A*0.8+B*0.2$*

*NF - nota final*

*A - Média das classificações dos trabalhos*

*B - Classificação do teste final*

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

*Theoretical lessons: presentation of numerical methods used, as well as the fundamental aspects regarding of the simulation of technological processes;*

*Practical classes: presentation of simulation methodologies and corresponding tools, with the support of a video projector and a computer.*

*Development of assignments about practical application problems of numerical simulation.*

*Critical analysis and discussion of assignments with an active participation.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Conditions for attendance: According to General Evaluation Rules of FEUP (Article 4)*

*Evaluation formula: Final Classification:  $NF=A*0.8+B*0.2$*

*NF- final classification*

*A- Average of assignment classifications*

*B- Classification of a written examination*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*As aulas são do tipo teórico e prático. As primeiras estão relacionadas com os fundamentos dos métodos numéricos, assim como de todos os conceitos teóricos necessários ao conhecimento dos tópicos apresentados nos objetivos propostos. As aulas práticas correspondem ao desenvolvimento de todas as capacidades para aplicação da simulação numérica a casos que se propõem, estimulando a eficiência de obtenção em simultâneo com o rigor de resultados, a criação do modelo em paralelo com a avaliação da inter-relação do tipo de modelo com o caso em estudo e a escolha das variáveis numéricas mais apropriadas, a obtenção de resultados e o desenvolvimento da capacidade crítica e de análise que permita a sugestão para diferentes soluções com a perceção da relação com mudanças nas variáveis do processo, do material ou alterações nas etapas de processamento.*

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

*Lessons are theoretical and theoretical-practical. Theoretical lessons are related with numerical methods, as well as theoretical topics related with mastering the subjects defined in the objectives. Practical classes correspond to the development of all skills in numerical simulation so that they can be applied to the proposed practical examples, stimulating efficiency and result accuracy, model development in parallel with inter-relation evaluation of the type of model and the case study, appropriate numerical variables, results and development of a critical attitude that enables the creation of different solutions, while being aware of the changes of process variables, materials or processing stages.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*A.D.Santos;Apontamentos da unidade curricular, 2008*

*Fish, Jacob;A first course in finite elements. ISBN: 978-0-470-03580-1*

*Dunne, Fionn;Introduction to computational plasticity. ISBN: 0-19-856826-6*

*G. Dhatt and G. Touzot. "The finite element method displayed". John Wiley and Sons, Inc., ISBN: 0471901105*

*Kalpakjian, Serop;Manufacturing engineering and technology. ISBN: 0-201-84552-0*

*Santos, A. Dias dos et al.,Tecnologia da embutidura. ISBN: 972-8826-03-06*

**Mapa IX - Simulação e Dimensionamento de Sistemas AVAC / Simulation and Design of AVAC Systems****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Simulação e Dimensionamento de Sistemas AVAC / Simulation and Design of AVAC Systems*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*José Luís Coelho Alexandre (T-30h 1 turma; OT-30h 1 turma)*

### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

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

*A unidade curricular tem como objetivo dar a conhecer as diferentes ferramentas de simulação dinâmica de edifícios e sistemas AVAC. Para esse efeito, a unidade curricular parte do princípio que os Estudantes já dominam os conceitos básicos associados aos fenómenos físicos relacionados com a física dos edifícios e caracterização dos sistemas AVAC. A unidade curricular apresenta um conjunto de ferramentas de simulação atuais, que permitem obter o comportamento e desempenho dinâmico dos diferentes sistemas associados à simulação de edifícios. Está prevista a utilização de ferramentas de simulação em CFD para escoamentos simples no interior de espaços*

*No final os estudantes devem ser capazes de utilizar e dominar uma das ferramentas de simulação e aplicar a um caso prático que faz parte da avaliação global da unidade curricular.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The goal of the curricular unit is to introduce the different tools for the dynamic simulation of buildings and HVAC systems. To this end, the curricular unit assumes that students already mastered the basic concepts associated to physical phenomena regarding the physics of buildings and the characterisation of HVAC systems. The curricular unit presents a set of current simulation tools, which allow obtaining the behaviour and dynamic performance of the different systems related to building simulation. The use of simulation tools in CFD is expected for simple flows within spaces.*

*In the end, students should be able to use and master one of the simulation tools and apply it to a practical case that is part of the overall assessment of the curricular unit.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Noções sobre balanço energético a um edifício*

*Apresentação de ferramentas de simulação+frequentes utilizadas para simular edifícios e sistemas AVAC*

*Breve descrição dos programas+utilizados,algumas vantagens e inconvenientes*

*Apresentação de software para simulação de ventilação natural.Modelos simples:AIOLOS e modelos + complexos: COMIS*

*Integração de análise de ventilação natural com simulação térmica:COMIS+TRNSYS*

*Exemplos práticos*

*Introdução à estrutura e utilização do software ESP-r e EnergyPlus.*

*Exemplos práticos de aplicação do E+ a um edifício específico.Implementação de um sistema do tipo SPLIT no software de simulação E+.*

*Apresentação de princípios básicos para a aplicação do AIRPAK a um caso real*

*Seleção dos diferentes softwares de simulação aplicar aos casos de estudo. Avaliação das necessidades de cada um.*

*Caso prático de aplicação do Energy plus a um edifício de serviços a)Cardiff Building. Aspecto geral do edifício de Cardiff. b) Com sistemas de climatização do tipo SPLIT*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*Notions of energy balance applied to a building*

*Presentation of a set of simulation tools that are commonly used to simulate buildings and HVAC systems.*

*Brief description of the most frequently used programmes, some advantages and disadvantages*

*Presentation of natural ventilation simulation software. Simple models: AIOLOS and more complex models: COMIS*

*Natural ventilation and thermal simulation integration analysis: COMIS+TRNSYS*

*Practical examples*

*Introduction to the structure and use of ESP - r software and EnergyPlus software.*

*Practical examples of the application of E + to a specific building. Implementation of a SPLIT system to the E+ simulation software.*

*Presentation of basic principles to apply the AIRPAK to a real case*

*Selection of different simulation software applied to case studies. Assess the needs of specific software.*

*Practical implementation of Energy plus to a service building a)Cardiff Building. General look of the Cardiff building.b)with SPLIT air conditioning systems.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*As aulas são divididas em dois grupos, um inicial que apresenta a física geral comum a todas a ferramentas de simulação, seguido de uma explicação fundamental de como funcionam a generalidade dos programas de simulação dinâmica de edifícios. A segunda parte da unidade curricular consiste em identificar por cada um dos estudantes um software de simulação e um conjunto de sessões específicas para cada caso. O Estudante recebe um caso de aplicação prático que será usado como elemento de avaliação final, onde aplica uma das ferramentas previamente estudada em detalhe.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*Classes are divided into two groups. The first one presents the general physics common to all the simulation tools, followed by a basic explanation of how most of the dynamic simulation programmes applied to buildings work. The second part of the curricular unit is for each student to identify simulation software and a set of specific sessions for each case. The student is assigned a practical application case that will be used as part of the final evaluation, applying one of the tools previously studied in detail.*

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

*Avaliação da unidade curricular é distribuída ao longo do semestre, onde o estudante no final deve apresentar um relatório de um trabalho pratico, o qual resulta da aplicação da ferramenta de simulação escolhida pelo Estudante.*

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

*The evaluation is distributed throughout the semester. In the end, the student should present a practical assignment report, which results from the application of the simulation tool selected by the student.*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Trata-se de um conjunto de aulas teóricas e práticas para cumprir os objectivos do programa da unidade curricular. São apresentados vários casos práticos de aplicação das diferentes ferramentas de simulação para facilitar a aprendizagem*

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

*This is a set of theoretical and practical lessons designed to meet the goals of the curricular unit's syllabus. Several practical cases of the application of different simulation tools are presented to make learning easier.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Energy Simulation in Building design , CLARKE, J. , 2001, Elsevier, ISBN: 0-7506-5082-6  
Advanced building simulation, Malkawi, A. New York: Spon Press, 2003.  
TRNSYS 16, software manuals and applications, 2  
Energy Plus, software manuals and reference books  
COMIS, software manuals and reference books  
Haines RW. HVAC systems design handbook. 4th ed. New York: McGraw-Hill; 2003.*

**Mapa IX - Sistemas de Informação em Manutenção / Information Systems in Maintenance**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Sistemas de Informação em Manutenção / Information Systems in Maintenance*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Luís António de Andrade Ferreira (30h T - 1 turma/class; 30h OT - 1 turma/class)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

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

*Conhecimento dos algoritmos de cálculo numérico para processamento de dados de manutenção.  
Capacidade de desenvolver aplicações específicas e de aplicar programas informáticos de gestão da manutenção.  
Aptidão para estruturar informação para ser aplicada em sistemas de informação para a manutenção.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Knowledge of algorithms for numerical maintenance data processing.  
Ability to develop specific software applications and apply software to maintenance management.  
Ability to structure information to be applied in information systems for maintenance.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução à IA - Inteligência Artificial. IA no tratamento dos problemas da manutenção.  
Ferramentas computacionais utilizadas no curso  
Algoritmos Genéticos e otimização. Algoritmos Genéticos aplicados a um problema da manutenção.  
Sistemas baseados em Lógica Difusa (Fuzzy-logic). Lógica Difusa aplicada a um problema da manutenção.  
Sistemas baseados em Redes Neurais Artificiais. Redes Neurais aplicadas a um problema da manutenção.  
Introdução ao Data-minning. Preparação dos dados para Data-minning. Algoritmos de Data-minning. Partição dos*



*dados e avaliação.*

*Política de Informação da empresa. Estrutura da informação.*

*Definição de KPI's.*

*Tecnologias de informação: requisitos específicos à manutenção.*

*Seleção e aplicação de um sistema informatizado de manutenção: suas implicações na empresa.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*Introduction to AI - Artificial Intelligence. AI in addressing the problems of maintenance.*

*Computational tools used in the course*

*Genetic Algorithms and optimisation. Genetic algorithms applied to a maintenance problem.*

*Systems based on Fuzzy Logic (Fuzzy-logic). Fuzzy logic applied to a maintenance problem.*

*Systems based on Artificial Neural Networks. Neural Networks applied to a maintenance problem.*

*Introduction to Data-minning. Data Preparation for Data-minning. Algorithms for Data-minning. Partition data and evaluation.*

*Information Policy of the company. Information structure.*

*Defining KPIs.*

*Information technology: specific maintenance requirements.*

*Selection and implementation of a computerised maintenance: its implications in a company.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*São estudados os algoritmos mais desenvolvidos para o desenvolvimento de bases de dados de manutenção, assim como para o desenvolvimento de sistemas de informação de apoio à gestão da manutenção.*

*Consegue-se assim atingir os objetivos propostos para a UC.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The most advanced algorithms for the development of maintenance databases are studied, as well as the development of information systems to support maintenance management.*

*The proposed goals for the curricular unit are thus fulfilled.*

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

*Orientação tutorial sendo o aluno conduzido para temas relativos aos conteúdos programáticos que mais se adaptem aos objetivos dos seus planos de trabalhos de tese.*

*Tipo de Avaliação: Apresentação e defesa de um relatório final.*

*Condições de Frequência: Apresentação do relatório final*

*Fórmula de avaliação: 50% para o relatório e 50% para a defesa do relatório*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*In Tutorials students are led towards topics related to the syllabus' contents that are more easily adapted to the goals of their thesis work plans.*

*Type of evaluation: Presentation and defence of a final report*

*Conditions for attendance: Presentation of the final report.*

*Evaluation Formula: 50% for the report and 50% for the defence of the report.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Sendo uma UC tutorial, consegue-se através do desenvolvimento dum trabalho orientado a endogeneização dos conhecimentos considerados como necessários para a realização dos trabalhos conducentes à dissertação de doutoramento*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*Because this is a tutorial curricular unit, the development of a work based on the assimilation of knowledge is considered necessary to carry out the work leading to the PhD dissertation.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Maintenance Systems and Documentation, A Kelly, Butterworth-Heinemann, 2006 - 264 páginas*

*Computer-managed Maintenance Systems, W. Kato, R. Mobley, Butterworth-Heinemann, 2002 - 180 páginas*

*Systems Analysis and Design: Eighth Edition, H. Rosenbatt, T. Cashman, G. Shelly, Cengage Learning, 2009 - 742 páginas*

### Mapa IX - Técnicas de Inspeção e de Manutenção Condicionada / Inspection Techn in Condition Monit Maintenance

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Técnicas de Inspeção e de Manutenção Condicionada / Inspection Techn in Condition Monit Maintenance*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**  
***Luís António de Andrade Ferreira (60 h T – 2 turmas/classes; 60 h OT – 2 turmas/classes)***

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

**6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
***Adquirir conhecimentos das técnicas de controlo de condição e monitorização de equipamentos estáticos e dinâmicos.***

***Ser capaz de identificar as melhores técnicas de monitorização de equipamentos industriais.***  
***Ter capacidade de organizar um programa de monitorização de equipamentos industriais, identificando as técnicas mais indicadas e os níveis de alerta e alarme.***

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**  
***Acquire knowledge in control and condition monitoring techniques for static and dynamic equipment.***  
***Be able to identify the best techniques for monitoring industrial equipment.***  
***Ability to organise a monitoring programme of industrial equipment, identifying the most appropriate techniques and levels of alert and alarm.***

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**  
***A inspeção de equipamentos estáticos: ensaios não destrutivos; endoscopia; ultra-sons.***  
***A análise de equipamentos dinâmicos: análise de lubrificantes, física e química; análise de vibrações; termografia.***  
***A definição de parâmetros de alerta e alarme.***  
***Realização de trabalhos laboratoriais aplicados.***

**6.2.1.5. Syllabus:**  
***The inspection of static equipment: non-destructive testing; endoscopy, ultrasound.***  
***The analysis of dynamic equipment: analysis of lubricants; chemistry and physics; vibration analysis, thermography.***  
***The definition of parameters of alert and alarm.***  
***Carry out laboratory applied work.***

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**  
***Os conteúdos programáticos foram selecionados de acordo com os objetivos definidos e para o tempo disponível.***

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**  
***The syllabus was selected according to defined objectives and the time available.***

**6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
***Reuniões com o supervisor e análise bibliográfica.***  
***Realização de trabalhos laboratoriais.***  
***Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final***  
***Condições de Frequência: Entrega de relatórios e aceitação destes por parte do supervisor.***  
***Fórmula de avaliação:***  
***Avaliação global do desempenho do estudante, através da avaliação dos relatórios e da prova oral.***

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**  
***Meetings with the supervisor and literature review.***  
***Carry out laboratory assignments.***  
***Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam***  
***Conditions for attendance: Submission of reports and their acceptance by the supervisor.***  
***Evaluation formula: Global assessment of the student's performance by evaluating the reports and the oral exam.***

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
***Após uma introdução aos temas de maior interesse para o trabalho de doutoramento do estudante, este realiza uma análise bibliográfica e estuda as técnicas de monitorização a aplicar em cada caso.***  
***Em seguida são feitos trabalhos laboratoriais para aplicação destas técnicas, para os estudantes perceberem na prática o âmbito de aplicação e as limitações de cada técnica em estudo.***

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

*After an introduction to the most relevant topics for the student's doctoral work, he/she performs a literature review and studies the monitoring techniques to be applied in each case.*

*Afterwards, laboratory assignments for the application of these techniques are carried out, so that students understand the range of application and limitations of each technique under study.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*American Petroleum Institute; Risk-based inspection*

*Alain Boulanger, Christian Pachaud; Analyse vibratoire en maintenance. ISBN: 2-10-006481-9*

*ed. B. K. N. Rao; Handbook of condition monitoring. ISBN: 1-85617-234-1*

*Aftab Mufti; Guidelines for structural health monitoring. ISBN: 0-9689006-0-7*

*Drew Troyer and Jim Fitch; Oil analysis basics. ISBN: 0-9675964-1-7*

**Mapa IX - Técnicas Experimentais em Mecânica / Experimental Techniques in Mechanics****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Técnicas Experimentais em Mecânica / Experimental Techniques in Mechanics*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Mário Augusto Pires Vaz (60 h T – 2 turmas/classes; 60 h OT – 2 turmas/classes)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:****6.2.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Objetivos específicos: familiarização com os principais MÉTODOS E TÉCNICAS EXPERIMENTAIS utilizados na análise e monitorização de estruturas e componentes. Novos conceitos de monitorização de estruturas: "smart structures, structural monitoring, self healing structures, tailored components". Fim do 1º trimestre os estudantes deverão estar familiarizados com os principais procedimentos necessários à realização de medições e à interpretação dos resultados obtidos. No final do semestre os estudantes deverão ser capazes de distinguir completamente as diferentes técnicas de medição apresentadas, quer quanto à forma de medição, quer quanto à resolução desta. Quando confrontados com um problema de monitorização deverão saber qual, ou quais, as técnicas a selecionar e os cuidados a ter na sua utilização.*

*Os estudantes deverão ficar a conhecer as principais técnicas de mecânica experimental e a conhecer como poderão aplicá-las na resolução de problemas de avaliação de estruturas e componentes.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Specific aims: Learning the main experimental methods and techniques used in the analysis and monitoring the behaviour of structures and components. At the end of the first trimester, Students should be acquainted with the main procedures, which are necessary to measure structures and interpret results. At the end of the semester, Students should be capable of distinguishing the different measurement techniques regarding their way of measurement and resolution. Every time they come across with a monitoring problem, they should know which technique should be selected.*

*Students should know the main techniques of experimental mechanics and learn how they can apply them in solving problems of evaluation of structures and components.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Revisão: estado de tensão num ponto, campo de deslocamentos, deformações e lei de Hooke, matrizes de deformação e de tensão. Técnicas clássicas para medir a tensão num ponto. Extensometria mecânica e elétrica. Moiré e o método dos vernizes frágeis. Breve estudo da luz. Fontes de luz, contínua/pulsada, polarização, largura de banda, coerência espacial/temporal. Medição de tensões/deformações com Fotoelasticidade. A radiação coerente e speckle. Interferometria holográfica. Técnicas de processamento de imagem. Transdutores e o sistema de medida. Sistemas de aquisição e processamento de dados. Telemetria e sistemas de armazenamento de dados. As técnicas de imagem em estruturas.*

*O estudo das diversas técnicas apresentadas será complementado com a apresentação e discussão de aplicações realizadas no âmbito da atividade do Laboratório de Ótica e Mecânica Experimental (LOME) do DEMEGI/INEGI. Os estudantes participam em trabalhos de grupo sobre aplicações das técnicas estudadas.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Revision: stress and strain at a point; displacement and deformation; Hooke's law and deformation matrix, stress matrix. Mechanical and electrical extensometry; Moiré. Introduction to the light; Light sources, continuous/pulsed, polarization, bandwidth, spatial/temporal coherence; stress/deformation with photo elasticity; Coherent radiation*

*and speckle generation; Holographic register and holographic interferometry; Techniques of image processing applied to experimental mechanics. Instrumentation: transducers and measurement systems; Acquisition system and data processing at one, two and three dimensions; Telemetry systems and data storage systems; image techniques applied to the structure behaviour. The study of the techniques presented will be complemented by the presentation and discussion of different applications at LOME (Laboratory of Optics and Experimental Mechanics) of DEMEGI/INEGI. Students will be involved in group works about the application of techniques.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O programa definido pretende dar a conhecer aos estudantes os conceitos fundamentais da Mecânica Experimental no âmbito do ciclo de estudos de Engenharia Mecânica.*

*Os trabalhos práticos realizados completam os objetivos enunciados para a UC.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The programme aims to present the basic principles of Experimental Mechanics in the scope of Mechanical Engineering.*

*The practical work performed completes the objectives targeted for the Curricular Unit.*

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

*Tipo de Avaliação através da realização de um trabalho experimental do qual será elaborado relatório sobre a forma de artigo.*

*Avaliação distribuída termina com a atribuição de uma nota que tem em consideração o relatório, a dificuldade do trabalho e a sua defesa em discussão que poderá ser pública.*

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

*Type of Evaluation: through the realization of experimental work which should result in a report, prepared as scientific paper.*

*Distributed evaluation ends with the assignment of a note that takes into account the report, the difficulty of the work and its defense in discussion which may be public.*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*As aulas são usadas para dar cumprimento aos objetivos mais relacionados com os conceitos teóricos dos assuntos apresentados. Sempre que possível, a teoria é complementada com a apresentação de exemplos práticos que também mostram as capacidades e as variadas aplicações das áreas envolvidas.*

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

*The lessons are used to fulfill the objectives related to the theoretical concepts of the presented subjects.*

*Whenever possible, the theory is complemented with practical examples that also demonstrate the capabilities and the varied applications of the areas involved.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Dally, James W.; "Experimental stress analysis"*

*J Silva Gomes / Mário Vaz; "Análise Experimental de Tensões" disponível na página da UC*

*"Experimental Solid Mechanics", Sharpe, 2008. ISBN: 978-0-387-26883-5 (Obra recente com elevado interesse)*

*Jenkins, Francis A.; "Fundamentals of optics". ISBN: 0-07-032330-5*

*Dally, James W.; "Instrumentation for engineering measurements". ISBN: 0-471-55192-9*

*Doebelin, Ernest O.; "Measurement systems". ISBN: 0-07-017336-2*

**Mapa IX - Tecnologias da Computação Industrial / Industrial Computational Technology**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Tecnologias da Computação Industrial / Industrial Computational Technology*

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*António José Pessoa de Magalhães (60 h T - 2 turmas / classes; 60 h OT - 2 turmas / classes)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

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

*Transmitir uma panorâmica da importância e funcionalidade dos diferentes recursos tecnológicos envolvidos no*

*tratamento, transmissão e armazenamento de dados em ambientes industriais, cobrindo as diferentes áreas de aplicação e níveis hierárquicos.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*To transmit an overview of the importance and functionality of the different technological resources involved in the processing, transmission and storage of data in industrial environments, covering the different application areas and hierarchical levels.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - Importância e âmbito da computação industrial: perspectiva histórica e tecnológica. Diversidade de problemas. Sistemas de natureza contínua e discreta.*
- 2 - O Grafcet como ferramenta de especificação. Os controladores lógicos programáveis como elementos de controlo de sistemas de natureza discreta. Programação de PLCs: normas, linguagens e práticas de programação. Suportes tecnológicos e elementos periféricos mais comuns.*
- 3 - Os sistemas de aquisição de dados e controlo no âmbito dos sistemas de natureza contínua. Controladores em anel fechado: PIDs. Soluções baseadas em PCs. Sistemas de Instrumentação Virtual: hardware e software.*
- 4 - Interligação de Equipamentos. Comunicação ponto a ponto e comunicação sobre redes: soluções e normas mais comuns.*
- 5 - Elementos da computação industrial no suporte a sistemas organizados hierarquicamente. Panorâmica dos sistemas SCADA: interesse, recursos envolvidos, suporte tecnológico e configurações.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

- 1 - Importance and scope of industrial computing: historical perspective and technological. Diversity of problems. Systems of continuous nature and discreet.*
- 2 - The Grafcet as a tool for specification. Programmable logic controllers. Programming of PLCs: standards, languages and programming practices. Technological supports and peripheral elements.*
- 3 - Systems data acquisition and control. Controllers in closed loop: PIDs. Virtual Instrumentation Systems: hardware and software.*
- 4 - Interconnection Equipment. Point to point communication and communication on networks: solutions and common standards.*
- 5 - Elements of industrial computing in support systems organized hierarchically. Overview of SCADA systems: interest, involved resources, technological support and configurations.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*O programa cobre os principais tópicos inerentes aos objetivos enunciados, nas componentes de especificação, conceção e implementação de tecnologias de computação industrial.  
Os trabalhos práticos realizados completam os objetivos enunciados para a UC.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The programme covers the main subjects regarding the objectives enunciated, in the specification, design and implementation of industrial computing technologies.  
The practical work performed completes the objectives targeted for the Curricular Unit.*

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

*A UC inclui aulas teóricas e aulas laboratoriais. As aulas são essencialmente de exposição, frequentemente ilustradas com exemplos simples. As aulas laboratoriais destinam-se ao contacto com a tecnologia e à experimentação. Sempre que se justifique, incluem curtas exposições teóricas directamente relacionadas com as tecnologias empregues, contextualizando e ilustrando assim diversos conceitos apresentados nas aulas teóricas. Os trabalhos práticos, orientados por guiões, confrontam o estudante com a conceção de aplicações e programação das respetivas soluções sobre recursos tecnológicos.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Type of evaluation: evaluation with final exam.  
The course includes lectures and laboratory classes. The classes are essentially exposure, often illustrated with simple examples. Laboratory classes are intended for contact with the technology and experimentation. Where appropriate, include short theoretical presentations directly related to the technologies employed, contextualizing and illustrating various concepts presented in lectures. The practical, guided by scripts, confront the student with the application design and programming of their solutions on technological resources.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*As aulas são usadas para dar cumprimento aos objetivos mais relacionados com os conceitos teóricos dos assuntos apresentados.*

***Sempre que possível, a teoria é complementada com a apresentação de exemplos práticos que também mostram as capacidades e as variadas aplicações das áreas envolvidas.***

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

***The lessons are used to fulfill the objectives related to the theoretical concepts of the presented subjects.***

***Whenever possible, the theory is complemented with practical examples that also demonstrate the capabilities and the varied applications of the areas involved.***

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

***Kent, Robert Thurston 340; Kent.s Mechanical Engineers. handbook Whitt, Michael; Successful Instrumentation and Control Systems Design, ISA , 2004***

***Webb, John W.; Programmable logic controllers. ISBN: 0-02-424980-7***

***Maynard, H. B. 340; Industrial Engineering Handbook***

**Mapa IX - Tecnologias da Conformação Plástica / Plastic Conformation Technology**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

***Tecnologias da Conformação Plástica / Plastic Conformation Technology***

**6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):**

***Augusto Duarte Campos Barata da Rocha (30h T – 1 turma/class; 30h OT –1 turma/class)***

**6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

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

***Aquisição de conhecimentos sobre o comportamento mecânico de materiais e conceitos necessários à análise teórica e prática dos processos de fabrico e em especial dos processos tecnológicos relacionados com as tecnologias de conformação plástica.***

***Espera-se que, no final do período letivo, os estudantes sejam capazes de:***

- ***Comparar materiais de acordo com as propriedades mecânicas estáticas, cíclicas e dinâmicas.***
- ***Explicar o papel dos defeitos cristalinos e de outras variáveis naquele comportamento mecânico***
- ***Conhecer mecanismos de endurecimento possíveis, suas vantagens e limitações.***
- ***Relacionar a microestrutura com as propriedades mecânicas através do estudo dos diagramas de equilíbrio.***
- ***Compreender os conceitos necessários à análise teórica dos processos de conformação plástica.***
- ***Identificar os equipamentos e terminologia associada.***
- ***Conceber e realizar produtos e ferramentas de conformação plástica.***

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

***Acquire knowledge in mechanical behaviour of materials and concepts necessary to the theoretical and practical analysis of manufacturing processes in particular those related to plastic conformation technology.***

***By the end of the semester, students are expected to:***

- ***Compare materials according to their static and dynamic mechanical properties.***
- ***Explain the role of the crystal defects and other variables in mechanical behaviour.***
- ***Know strengthening mechanics, their advantages and limitations***
- ***Relate the microstructure with the mechanical properties through the study of the equilibrium diagrams***
- ***Understand the concepts required to theoretically analyse plastic conforming processes.***
- ***Identify the equipment and terminology related to these processes.***
- ***Conceive and design products and tools of plastic conformation.***

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

***PARTE 1***

***Estrutura dos materiais (Classes de materiais, Propriedades, Comportamento elástico, Ligações atómicas, Empilhamento dos átomos).***

***Diagramas de fases (Difusão, Transformações de fase, Diagramas de fases).***

***Deformação plástica (Cedência e ductilidade, Mecanismos de deformação).***

***Mecanismos de endurecimento (Monocristais (intrínseca, precipitados, átomos de soluto, encruamento), Policristais).***

***Mecânica da fratura (Teoria de Griffith, Fator intensidade de tensão, Mecanismos de rotura).***

***Fadiga (Elevado número de ciclos, Baixo número de ciclos, Componentes com fendas, Mecanismos de rotura).***

***Fluência (Curva de fluência, Métodos de extrapolação, Mecanismos de fluência)***

***PARTE 2***

**TECNOLOGIAS DE CONFORMAÇÃO PLÁSTICA****MÁQUINAS FERRAMENTA****Prensas****Puncionadoras CNC****Quinadoras e Guilhotinas****TECNOLOGIA DO CORTE****Corte Convencional****Corte Fino****Projeto de Ferramentas****TECNOLOGIA DA EMBUTIDURA****Descrição do Processo****Etapas de Embutidura****Forças e Deformações****Curvas Limite de Embutidora****6.2.1.5. Syllabus:****PART 1***Structure of materials (classes of materials, properties, elastic behaviour, atomic bonding, atomic arrangement)**Phase diagrams (diffusion, phase transformation, phase diagrams)**Plastic deformation (yielding and ductility, mechanics of deformation)**Strengthening mechanisms (monocrystals (intrinsic, particles, solute atoms, plastic deformation), polycrystals)**Fracture mechanics (Griffith theory, stress intensity factor, mechanics of fracture)**Fatigue (high cycles, low cycles, components with cracks, mechanics of fracture)**Creep (creep curve, methods of extrapolation, mechanics of creep)***PART 2 PLASTIC CONFORMATION TECHNOLOGIES****Machine Tools:***Presses;***Machine Tools:***Presses;**CNC punching;**Press brakes and Guillotines;***CUTTING TECHNOLOGY***Conventional blanking;**Fine blanking.***DEEP-DRAWING TECHNOLOGY***Description of the process;**Deep-drawing stages;**Stresses and strains during deep-drawing;**Forming limit curves.***6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.***O programa definido pretende dar a conhecer aos estudantes os principais temas inerentes aos objetivos enunciados, nas componentes de materiais e processos de fabrico (conformação plástica em especial).**Os trabalhos práticos realizados completam os objetivos enunciados para a UC.***6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.***The syllabus aims at acquainting students with the main inherent topics regarding the objectives established, in terms of materials science and technological processes (especially plastic forming).**The practical assignments fulfil the objectives established for the Curricular Unit.***6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Tipo de Avaliação: Média ponderada das classificações de 2 Testes e da média dos trabalhos práticos:**1 Teste relativo à componente de Materiais e 1 Teste relativo à componente de Conformação Plástica.**É exigida uma classificação mínima de 7 valores a cada uma das componentes.**Condições de Frequência: Frequentar pelo menos 75% das aulas práticas**Fórmula de avaliação:*

$$NF=A*0.80+B*0.20$$

*NF - classificação (Nota Final)**A - Média das classificações dos 2 Testes (Parte 1 e Parte 2)**B - Média das classificações dos trabalhos práticos***6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):***Type of evaluation: Considered average of both tests and the arithmetic mean of the practical assignments:**1 Test about the Equipment component;**1 test about the plastic forming component.*

*A minimum grade of 7 is required in each of the components.*

*Conditions for attendance: Attend at least 75% of the practical lessons*

*Evaluation formula:*

*NF=A\*0.80+B\*0.20*

*NF- Final mark*

*A- Average of the 2 tests (Part 1 and Part 2)*

*B- Average of the grades obtained in the practical assignments*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*As aulas são usadas para dar cumprimento aos objetivos mais relacionados com os conceitos teóricos dos assuntos apresentados.*

*Sempre que possível, a teoria é complementada com a apresentação de exemplos práticos que também mostram as capacidades e as variadas aplicações das áreas envolvidas.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The lessons are used to fulfil the objectives connected with the theoretical concepts presented in class.*

*Whenever possible, theory is complemented by practical examples that also demonstrate the capabilities and varied applications of the areas involved.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*da Silva Lucas F M, 'Comportamento mecânico dos materiais', Publindústria, Porto, 2012*

*Rocha, A. Barata da; 'Corte em Ferramenta: ISBN: 972-8826-00-1*

*Rocha, A. Barata; 'Puncionadoras CNC": ISBN: 972-8826-01-X*

*Rocha, A. Barata da; 'Tecnologia da embutidura": ISBN: 972-8826-03-6*

### Mapa IX - Tecnologias de Desenvolvimento de Produto / Product Development Technologies

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Tecnologias de Desenvolvimento de Produto / Product Development Technologies*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respectivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Fernando Jorge Lino Alves (30h T – 1 turma/class; 30h OT – 1 turma/class)*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

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

*Transmitir de uma forma integrada conhecimentos sobre as recentes tecnologias de obtenção de protótipos nos mais diversos materiais e pré-séries de peças em plástico ou em metal, recorrendo às tecnologias de fabrico aditivo, tecnologias de conversão, fabrico rápido de ferramentas e fabrico rápido. Selecionar processos e desenvolver novos produtos.*

*Capacidade de seleccionar os processos mais adequados para desenvolver novos produtos.*

*Conhecimento acerca das tecnologias que existem atualmente no mercado para produzir protótipos, pré-séries e séries grandes.*

*Capacidade de adequar as necessidades de competir das empresas no mercado global, às condicionantes locais.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Acquiring basic knowledge about the recent technologies to develop prototypes in different materials and pre-series of plastic or metallic parts, using additive manufacturing, conversion technologies, rapid tooling and rapid manufacturing*

*Select processes and develop new products.*

*Ability to select the most appropriate processes to develop new products.*

*Knowledge about the technologies that exist currently on the market to produce prototypes, pre series and large series.*

*Ability to suit the needs of companies competing in the global market, to the local conditions.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Introdução às ferramentas de apoio ao desenvolvimento de produto*

*2. Tecnologias tradicionais de prototipagem*

*3. Novas exigências do mercado e tecnologias de fabrico aditivo*



4. *Tecnologias de conversão em plástico*
5. *Tecnologias de conversão em metal*
6. *Projeto de um modelo*
7. *Fabrico rápido de ferramentas para injeção de plásticos, fundição, embutidura, etc*
8. *Maquinagem de alta velocidade*
9. *Fabrico rápido de eléctrodos*
10. *Visita a um Instituto de Investigação ou empresa*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*1. Introduction to the supporting tools for product development 2. Traditional technologies of prototyping 3. New market demands and additive manufacturing technologies 4. Conversion technologies for plastic parts 5. Conversion technologies for metallic parts 6. Design of one model 7. Rapid tooling for plastic injection, casting, deep drawing, etc. 8. High-speed machining 9. Rapid tooling of electrodes 10. Visit to one research institute or company*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*O programa permite transmitir os conhecimentos necessários para a compreensão dos assuntos incluídos no conteúdo programático.*

*A realização de trabalhos experimentais em laboratório de fabrico aditivo, juntamente com a realização de um relatório, permite consolidar os conhecimentos teóricos adquiridos.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The programme allows for the transfer of knowledge necessary for understanding the subjects included in the syllabus.*

*The production of experimental work in the laboratory of additive manufacturing, along with the completion of a report, enables students to consolidate the theoretical knowledge acquired.*

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

*Apresentação de diapositivos. Apresentação de diferentes vídeos. Visita a um instituto de investigação/empresa que utiliza as tecnologias lecionadas.*

*Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final*

*Condições de Frequência: Regras da UP*

*Fórmula de avaliação: Trabalho prático: 30%*

*Trabalho Laboratorial: 20%*

*Exame: 50%*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Presentation of digital slides. Presentation of different videos Visit to one research institute or company that are using the technologies taught.*

*Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam*

*Conditions for attendance: UP rules*

*Evaluation formula:*

*Practical assignment: 30%*

*Laboratory work: 20%*

*Exam: 70%*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*As aulas são usadas para dar cumprimento aos objetivos relacionados com os conceitos teóricos do programa. Sempre que adequado, a teoria é complementada com exemplos práticos e a realização de trabalhos experimentais.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The lessons are used to fulfil the objectives connected with the theoretical concepts of the syllabus.*

*Whenever possible, theory is complemented by practical examples and the conduction of experimental assignments.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Fernando Jorge Lino Alves... [et al.]; Protoclick. ISBN: 972-95376-1-5*

*Paul F. Jacobs; Rapid prototyping & manufacturing. ISBN: 0-87263-425-6*

*Todd Grimm; User.s guide to rapid prototyping. ISBN: 0-87263-697-6*

*Chua C. K., Leong K. F. and Lim C. S.; Rapid prototyping. ISBN: 981-238-117-1*

*ed.Ian Campbell; Rapid Prototyping Journal. ISBN: 1355-2546*

*Terry T. Wohlers; Rapid prototyping & tooling state of the industry*

### 6.3. Metodologias de Ensino/Aprendizagem

#### 6.3.1. Adaptação das metodologias de ensino e das didácticas aos objectivos de aprendizagem das unidades curriculares.

*O PRODEM corresponde a um terceiro ciclo do ensino superior, pelo que as metodologias didáticas e de ensino têm como principais objetivos desenvolver nos estudantes as suas aptidões e competências em termos de investigação, autonomia e de trabalho em grupo, com a supervisão de docentes e/ou investigadores. Neste contexto, as diferentes unidades curriculares do PRODEM usam metodologias em que se promove um ensino com ênfase na autoaprendizagem e orientação para projeto, usando fortemente a pesquisa e a abordagem a tópicos específicos, passando pela realização de relatórios estruturados e apresentações orais com debate e discussão, dinamizando-se sempre que possível uma visão aplicada dos temas em análise.*

*Promove-se ainda que os estudantes participem em projetos, integrando-se em grupos de investigação e promovendo na apresentação de resultados sob a forma de artigos científicos para apresentação em conferências ou revistas da especialidade.*

#### 6.3.1. Adaptation of methodologies and didactics to the learning outcomes of the curricular units.

*The PRODEM corresponds to a third cycle of higher education, so the teaching and education methodologies have as main objectives the development of the students' skills and competencies in terms of research, autonomy and group work, supervised by teachers and / or researchers. In this context, the different curricular units of the PRODEM use methodologies that promote an education focused on self-learning and project monitoring, using strong research and approach to specific topics through the completion of structured reports and oral presentations with debate and discussion, boosting whenever possible an applied outlook regarding the topics analysed.*

*Students are also encouraged to participate in projects, integrating into research groups and participating in the presentation of results in the form of scientific papers for presentation at conferences or specialty journals.*

#### 6.3.2. Verificação de que a carga média de trabalho necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS.

*O planeamento das unidades curriculares é realizado no início de cada ano letivo, contabilizando-se o envolvimento dos estudantes e o número total de horas de trabalho. Do mesmo modo no final do semestre cada docente responsável pela unidade curricular faz um balanço do seu funcionamento, comparando os resultados atingidos com os objetivos propostos, comentando sobre o trabalho exigido e sugerindo propostas de melhoria. Os estudantes do 3º ciclo são incluídos na realização de inquéritos pedagógicos pelo que as suas respostas permitem também melhorar a perceção e verificação da carga média mais adequada correspondente ao estimado em ECTS.*

#### 6.3.2. Verification that the required students average work load corresponds the estimated in ECTS.

*The planning of the curricular units is conducted at the beginning of each academic year, including the involvement of students and the total number of work hours. Similarly, at the end of the semester, each teacher responsible for the curricular unit evaluates its operation, comparing the results achieved with the proposed objectives, commenting on the work required, and suggesting improvements.*

*Third cycle students are included in the pedagogical and their responses therefore allow for an improvement of perception and examine the most appropriate average workload corresponding to the estimated ECTS.*

#### 6.3.3. Formas de garantir que a avaliação da aprendizagem dos estudantes é feita em função dos objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Cada unidade curricular tem uma ficha proposta pelo(s) docente(s) responsável(eis) em que se definem os objetivos de aprendizagem, os métodos, as componentes, os pesos e as datas de avaliação. Esta ficha e respetivos princípios são validados pelo Diretor do ciclo de estudos e a sua execução é ainda seguida pelas comissões científica e de acompanhamento do ciclo de estudos.*

*O funcionamento das unidades curriculares segue um modelo em que a avaliação pode ser distribuída ou mista (distribuída e por exame). A avaliação distribuída corresponde à realização de trabalhos sobre temas incluídos na unidade curricular, com a realização de relatório, apresentação oral e discussão, em que as práticas de investigação são dinamizadas, de modo a corresponder aos objetivos de um curso de doutoramento e ao desenvolvimento das aptidões fundamentais às metodologias e conhecimentos estruturados em investigação.*

#### 6.3.3. Means to ensure that the students learning assessment is adequate to the curricular unit's learning outcomes.

*Each curricular unit has specifications proposed by the responsible teacher(s) and in which the learning objectives, methods, components, considerations and dates of assessment are proposed. These specifications and respective principles are validated by the Director of the study cycle and their implementation is still monitored by the scientific and monitoring committees of the study cycle.*

*The operation of the curricular units follows a model where assessment may be distributed or mixed (distributed and by exam). The distributed evaluation corresponds to the conduction of assignments on topics included in the*

*curricular unit, by making a report, an oral presentation and discussion, in which research practises are streamlined in order to meet the objectives of a doctoral programme and the development of fundamental methodology skills and structured knowledge in research.*

#### 6.3.4. Metodologias de ensino que facilitam a participação dos estudantes em actividades científicas.

*Os estudantes do PRODEM são inseridos em situações que os aproximam das atividades e metodologias científicas. Temos como ex.:*

- *A realização do “Seminário de Elaboração do Projecto de Investigação”, em que todas as boas práticas correspondentes ao trabalho de investigação são aplicadas, permitindo ainda o desenvolvimento da estruturação e das capacidades necessárias para a realização da tese;*
- *Sessões de infoliteracia na Biblioteca da FEUP, permitindo adquirir conhecimentos e competências, fundamentais para a realização de artigos científicos, quer para congressos, quer para revistas científicas da especialidade;*
- *Participação em projetos de investigação e integração em grupos de investigadores, usando os meios laboratoriais e experimentais dos institutos de investigação ligados à eng<sup>a</sup> mecânica, INEGI e IDMEC; os estudantes são ainda inseridos em ambiente com parcerias de instituições nacionais e internacionais, que promovem a motivação para a prossecução de atividades científicas.*

#### 6.3.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities.

*The PRODEM students are placed in situations that bring them closer to scientific activities and methodologies. For example:*

- *The ‘Preparation of the Research Project Seminar’, in which all the good practises related to the research work are applied, allowing for the development of the structuring and capabilities necessary for the completion of the thesis;*
- *Infoliteracy sessions at FEUP’s library, allowing to acquire knowledge and skills that are fundamental for the production of scientific articles either for conferences or specialty journals;*
- *Participation in research projects and integration into groups of researchers, using laboratory and experimental equipment belonging to the research institutes linked to mechanical engineering, the INEGI and the IDMEC; students are integrated into an environment with partnerships between national and international institutions that promote the motivation to pursue scientific activities.*

## 7. Resultados

### 7.1. Resultados Académicos

#### 7.1.1. Eficiência formativa.

##### 7.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency

	2010/11	2011/12	2012/13
N.º diplomados / No. of graduates	6	7	8
N.º diplomados em N anos / No. of graduates in N years*	0	0	0
N.º diplomados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	3	2	2
N.º diplomados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	0	2	3
N.º diplomados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	3	3	3

#### Perguntas 7.1.2. a 7.1.3.

##### 7.1.2. Comparação do sucesso escolar nas diferentes áreas científicas do ciclo de estudos e respectivas unidades curriculares.

*Tratando-se de um ciclo de estudos a nível doutoral, com estudantes de nível pós-graduado, o sucesso em todas as unidades curriculares é muito próximo de 100%.*

##### 7.1.2. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and related curricular units.

*Since this is a study programme at a doctoral level, with students with a graduate degree, success in all units of study is very close to 100%.*

##### 7.1.3. Forma como os resultados da monitorização do sucesso escolar são utilizados para a definição de acções de melhoria do mesmo.

*Como cada estudante de doutoramento é individualmente supervisionado ao longo de quase todo o programa, é possível acompanhar seu progresso e sucesso académico regularmente e adotar medidas corretivas, se e quando necessário.*

*Paralelamente os estudantes realizam o Seminário de Elaboração do Projeto de Investigação no final do 1º ano curricular, o que permite a avaliação de todo o trabalho realizado pelos estudantes, e quais as ações de melhoria a implementarem (se necessário) na realização da sua tese.*

#### 7.1.3. Use of the results of monitoring academic success to define improvement actions.

*As each PhD student is individually supervised throughout almost the entire program, it is possible to track his progress and academic success regularly and to take corrective action if and when necessary.*

*Alongside students carry out the Seminar Preparation of Research Project at the end of the 1st year, which allows the evaluation of all the work done by the students, and the improvement actions to implement (if necessary) in the execution of their thesis.*

#### 7.1.4. Empregabilidade.

##### 7.1.4. Empregabilidade / Employability

	%
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em sectores de actividade relacionados com a área do ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment in areas of activity related with the study cycle area	0
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em outros sectores de actividade / Percentage of graduates that obtained employment in other areas of activity	0
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego até um ano depois de concluído o ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment until one year after graduating	0

#### 7.2. Resultados das actividades científicas, tecnológicas e artísticas.

##### Pergunta 7.2.1. a 7.2.6.

##### 7.2.1. Indicação do(s) Centro(s) de Investigação devidamente reconhecido(s), na área científica predominante do ciclo de estudos e respectiva classificação.

*Lista de unidades de investigação FCT com classificação de Muito Bom ou Excelente e de institutos em que participam os docentes do PRODEM.*

*Unidades de Investigação:*

*UCVE – Conceção e Validação Experimental, IDMEC (Excelente);*

*UEAEAC – Estudos Avançados de Energia no Ambiente Construído, IDMEC (Excelente);*

*UISPA – Integração de Sistemas e Processos Automatizados, IDMEC (Muito Bom);*

*UGEI – Gestão e Engenharia Industrial, IDMEC (Muito Bom);*

*EXPMAT – Mecânica Experimental e Novos Materiais, INEGI (Excelente);*

*UNTPAP – Novas Tecnologias e Processos Avançados de Produção, INEGI (Muito Bom).*

*Institutos de Interface:*

*INEGI – Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial (LAETA - Laboratório Associado);*

*IDMEC – Instituto de Engenharia Mecânica (LAETA - Laboratório Associado);*

*Laboratório Associado de Energia, Transportes e Aeronáutica. (Laboratório Associado – LAETA).*

##### 7.2.1. Research centre(s) duly recognized in the main scientific area of the study programme and its mark.

*List of FCT research units with a Very Good or Excellent classification, and institutes in which the PRODEM's teaching staff take part.*

*Research Units:*

*UCVE – Design and Experimental Validation, IDMEC (Excellent);*

*UEAEAC – Advanced Studies on Energy in the Built Environment, IDMEC (Excellent);*

*UISPA – System Integration and Process Automation, IDMEC (Very Good);*

*UGEI – Management and Industrial Engineering, IDMEC (Very Good);*

*EXPMAT – Experimental Mechanics and New Materials, INEGI (Excellent);*

*UNTPAP – New Technologies and Advanced Manufacturing Processes, INEGI (Very Good).*

*Interface Institutes:*

*INEGI – Institute of Mechanical Engineering and Industrial Management (LAETA - Associated Laboratory);*

*IDMEC – Institute of Mechanical Engineering (LAETA - Associated Laboratory);*

*Associated Laboratory for Energy, Transport and Aeronautics (LAETA - Associated Laboratory).*

##### 7.2.2. Número de publicações do corpo docente do ciclo de estudos em revistas internacionais com revisão por pares, nos últimos 5 anos e com relevância para a área do ciclo de estudos.

### 7.2.3. Outras publicações relevantes.

*Uma avaliação externa da qualidade científica do corpo docente do PRODEM pode ser obtida através do posicionamento da Engenharia Mecânica da UP no 7º lugar, a nível Europeu, no ranking NTU - Performance Ranking of World Universities – NTU Ranking (30º lugar no top-500 mundial) em 2012.*

*O ranking NTU avalia e classifica, desde 2007, o desempenho científico das 500 melhores universidades do mundo. Três critérios, representados por oito indicadores, são utilizados para avaliar o desempenho científico das universidades: produtividade da investigação (25% da pontuação), impacto da investigação (35%) e excelência da investigação (40%). Este sistema de classificação utiliza dados quantitativos do Science Citation Index (SCI) e do Social Sciences Citation Index (SSCI) para avaliar o desempenho científico das universidades. As estatísticas sobre os artigos publicados em revistas académicas internacionais oferecem uma representação objetiva do desempenho de cada universidade de investigação.*

### 7.2.3. Other relevant publications.

*An external scientific quality assessment of the PRODEM's teaching staff can be seen in the position obtained by the University of Porto's Mechanical Engineering, 7th at an European level in the Performance Ranking of World Universities – NTU Ranking (30th position in the top-500 Universities worldwide) for 2012.*

*The NTU ranking system evaluates and ranks since 2007, the scientific performance of the top 500 universities worldwide. Three criteria, represented by eight indicators, are used to assess the universities overall scientific performance: research productivity (25% of the score), research impact (35%), and research excellence (40%). This ranking system employs quantitative data drawn from the Science Citation Index (SCI) and Social Sciences Citation Index (SSCI) to assess the scientific performance of universities. Statistics on the articles published in international academic journals provide an objective representation of each university's research performance.*

### 7.2.4. Impacto real das actividades científicas, tecnológicas e artísticas na valorização e no desenvolvimento económico.

*As atividades desenvolvidas pelos estudantes deste ciclo de estudos, em particular no contexto de trabalho em projeto e teses, por vezes resultam em oportunidades de negócio ou transferência do conhecimento para o tecido empresarial já existente. A dinâmica empreendedora dos estudantes da FEUP está bem evidente na elevada participação em concursos de ideias de negócio e na criação de empresas de base tecnológica (+ de 40% das empresas incubadas no UPTEC foram fundadas por estudantes de graduação e pós-graduação da FEUP). Diversas teses do programa doutoral inserem-se em projetos de investigação que são efetuados em parcerias com empresas, nacionais e internacionais.*

### 7.2.4. Real impact of scientific, technological and artistic activities on economic enhancement and development.

*The activities developed by the students of this course of study, in particular in the context of project work and thesis, sometimes result in business opportunities or transfer of knowledge to the existing corporate sector. The entrepreneurial dynamics of FEUP student is well evident in the high participation in competitions of business ideas and the creation of technology-based companies (+ 40% of companies incubated at UPTEC were founded by undergraduate and graduate students of FEUP). Various theses of the doctoral programme are research projects that are carried out in partnership with national and international companies.*

### 7.2.5. Integração das actividades científicas, tecnológicas e artísticas em projectos e/ou parcerias nacionais e internacionais.

*Diversas teses do programa doutoral inserem-se em projetos de investigação internacionais, em que a participação portuguesa é líder ou parceira, envolvendo outras universidades, instituições de investigação e desenvolvimento e empresas, nacionais e estrangeiras.*

*De um modo geral, os professores e investigadores da FEUP fazem investigação fundamental e aplicada no seio de unidades de investigação da FEUP financiadas pela FCT, ou de grupos de I&D inseridos em Institutos de interface (INEGI e IDMEC) com financiamento de entidades públicas e privadas.*

### 7.2.5. Integration of scientific, technological and artistic activities in national and international projects and/or partnerships.

*Several theses of the doctoral programme are included in international research projects, in which the Portuguese participation is either leader or partner, involving other universities, research and development institutions and national and foreign companies.*

*Generally speaking, FEUP's teachers and researchers carry out fundamental and applied research within FEUP's research units, funded by the FCT or other R&D groups in interface institutes (INEGI and IDMEC) with funding from public and private entities.*

### 7.2.6. Utilização da monitorização das actividades científicas, tecnológicas e artísticas para a sua melhoria.

*A monitorização das atividades científicas e tecnológicas serve de base para eventuais correções relativas à promoção de publicações em revistas internacionais, à seleção de revistas onde se devem publicar os resultados*

*da investigação e à participação em conferências internacionais em áreas relevantes para o programa.*

#### 7.2.6. Use of scientific, technological and artistic activities' monitoring for its improvement.

*The monitoring of scientific and technological activities serves as the basis for any promotional adjustments on publications in international journals, in the selection of scientific journals where they must publish the results of research and in the participation in international conferences in areas relevant to the program.*

### 7.3. Outros Resultados

---

#### Perguntas 7.3.1 a 7.3.3

##### 7.3.1. Actividades de desenvolvimento tecnológico e artístico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada.

*A DCoop apoia os estudantes do ciclo de estudos na proteção da Propriedade Intelectual na FEUP e orienta os estudantes mais empreendedores que pretendem avançar com ideias de negócio de base tecnológica. A principal atividade de valorização do conhecimento relacionada com o PRODEM e seus docentes, em termos de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada, é realizada no contexto dos institutos da FEUP, com destaque para o INEGI e o IDMEC. Adicionalmente, os docentes do PRODEM lideram e/ou participam em ações de formação avançada dirigida ao público em geral ou à medida para algumas empresas.*

##### 7.3.1. Activities of technological and artistic development, consultancy and advanced training.

*The DCoop supports students of the course of study in Intellectual property protection at FEUP and guides the more entrepreneur students who want to move forward with technology-based business ideas. The main knowledge valorisation activity related to the PRODEM and its teachers, in terms of technological development, community service rendering and advanced training is conducted within institutes of FEUP, in particular the INEGI and IDMEC. Additionally, the PRODEM teachers lead and / or participate in advanced training actions directed at the general public or adjusted to some companies.*

##### 7.3.2. Contributo real para o desenvolvimento nacional, regional e local, a cultura científica, e a acção cultural, desportiva e artística.

*A ação empreendedora dos estudantes da FEUP, nomeadamente do próprio CE, resulta muitas vezes na criação de empresas de base tecnológica. Mais de 40% das empresas incubadas na UPTEC foram fundadas por estudantes de graduação e pós-graduação da FEUP (segundo dados recolhidos no final de 2012 o UPTEC tem um universo de 117 empresas start-up, responsáveis por cerca de 900 postos de trabalhos, dos quais 90% correspondem a pessoas com graduação ou pós-graduação). A FEUP assume um papel determinante no protagonismo científico e cultural, a nível local e nacional que faz com que a contribuição dos departamentos seja subsidiária. É patente toda a ação cultural levada a cabo no âmbito do Comissariado Cultural da FEUP cuja atividade mobiliza a comunidade FEUP e a comunidade académica em geral e a região. Bem assim, os aspetos de cooperação com a sociedade, a indústria e os serviços, são elementos fundamentais no desenvolvimento económico, normalmente com a indústria regional e grandes grupos nacionais.*

##### 7.3.2. Real contribution for national, regional and local development, scientific culture, and cultural, sports and artistic activities.

*The entrepreneurial action of FEUP students, namely the study programme itself, often results in the creation of technology-based companies. More than 40% of the incubated companies in the UPTEC were founded by undergraduate and graduate students of FEUP (based on data collected at the end of 2012 the UPTEC has a universe of 117 start-up companies, responsible for about 900 jobs, of which 90% are people with undergraduate or graduate). FEUP plays a leading role, scientifically and culturally, both at a local and national level which makes the departments' contribution subsidiary. It is clear that all cultural activities carried out in the scope of FEUP's Cultural Commissioner whose activity not only mobilises FEUP's community but also the academic community in general and the region. Therefore, the aspects regarding social, industry and services cooperation, are fundamental elements for the economic development, usually with the regional industry and great national groups.*

##### 7.3.3. Adequação do conteúdo das informações divulgadas ao exterior sobre a instituição, o ciclo de estudos e o ensino ministrado.

*A divulgação ao exterior da instituição, o ensino ministrado e o ciclo de estudos é realizada sobretudo através do website da FEUP (www.fe.up.pt), onde podem ser recolhidas informações específicas sobre cada um dos ciclos de estudos. A FEUP dispõe também de alguns materiais impressos, como uma brochura sobre formação pós-graduada, uma brochura e desdobrável destinados a estudantes e parceiros internacionais, e, mais recentemente, uma brochura institucional. Na divulgação da FEUP são utilizadas ainda plataformas internacionais online, como o "Study Portals", e são conduzidas pontualmente algumas campanhas de publicidade em média nacionais. As redes sociais como o Facebook, o LinkedIn, o Youtube e o ISSUU desempenham também um papel cada vez mais preponderante na nossa comunicação.*

### 7.3.3. Adequacy of the information made available about the institution, the study programme and the education given to students.

*The disclosure to the outside of the institution, of the provide teaching and of the course of study is carried out mainly through the website of FEUP (www.fe.up.pt), where a specific information about each of the education may be collected. The FEUP also offers some printed materials, such as a brochure on postgraduate training, a brochure and leaflet for students and international partners, and, most recently, an institutional brochure. Disclosure of FEUP international online platforms still are used, such as the "Study Portals", and from time to time some national media advertising campaigns are conducted. Social networks like Facebook, Linkedin, Youtube and ISSUU also play an increasingly important role in our communication.*

### 7.3.4. Nível de internacionalização

#### 7.3.4. Nível de internacionalização / Internationalisation level

	%
Percentagem de alunos estrangeiros / Percentage of foreign students	18.9
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade / Percentage of students in international mobility programs	2.7
Percentagem de docentes estrangeiros / Percentage of foreign academic staff	0

## 8. Análise SWOT do ciclo de estudos

### 8.1. Objectivos gerais do ciclo de estudos

#### 8.1.1. Pontos fortes

*O PRODEM fornece uma formação de 3º ciclo de alta qualidade, numa área de conhecimento fundamental da engenharia, que neste momento adquire ainda uma posição estratégica para a inovação e o desenvolvimento, não só pela importância da área tradicional específica a que se dirige mas também pelas inúmeras pontes e ligações a outros ramos da engenharia e ciência.*

#### 8.1.1. Strengths

*The PRODEM provides a high quality 3rd cycle training, in an area of knowledge fundamental to engineering that has, nowadays, a strategic position in terms of innovation and development, not only because of the importance of the traditional specific area it addresses, but also due to the many bridges and links to other branches of engineering and science.*

#### 8.1.2. Pontos fracos

*A abrangência e interdisciplinaridade de algumas unidades curriculares, por um lado, e o número elevado de unidades curriculares oferecidas, por outro lado, podem dificultar, até certo ponto, a orientação dos estudantes na escolha do seu plano de estudos inicial.*

#### 8.1.2. Weaknesses

*The scope and interdisciplinary nature of some course units on the one hand, and the high number of curricular units offered on the other, makes it difficult, to a certain extent, to supervise students in the selection of their initial study plan.*

#### 8.1.3. Oportunidades

*As áreas de conhecimento abordadas no âmbito do PRODEM são, mais do que nunca, estratégicas neste período atual de crise económica e de necessidade premente de re-industrialização do país, pois estão ligadas a sectores determinantes no desenvolvimento económico e onde a aposta é decisiva, que vão desde a energia aos transportes, desde a indústria pesada às nanotecnologias, desde indústrias mais tradicionais, que há recuperar e modernizar, a indústrias novas de base tecnológica.*

#### 8.1.3. Opportunities

*The areas of knowledge addressed within the PRODEM are, more than ever, strategic given this current period of economic crisis and the country's constant need for reindustrialisation, since they are linked to key sectors for the economic development where the investment is decisive, ranging from energy to transport, from heavy industry to nanotechnology, from more traditional industries, that should be recovered and modernised, to new technology-based industries.*

#### 8.1.4. Constrangimentos

*O PRODEM tem encontrado, muito recentemente, dificuldade em captar estudantes dada a crise económica e financeira que limita o número de bolsas individuais para os estudantes e limita a participação económica das empresas no apoio a projetos de investigação.*

#### 8.1.4. Threats

*The PRODEM has found, quite recently, difficulty in capturing students given the economic and financial crisis that limits the number of individual grants for students and limits the economic participation of companies in the support of research projects.*

### 8.2. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade

---

#### 8.2.1. Pontos fortes

*A Direção e Comissão Científica do PRODEM são formadas por docentes de elevada experiência e graduação profissional.*

*O Sistema informático da UP e FEUP garante uma gestão eficaz dos procedimentos e processos do ciclo de estudos, permitindo a sua monitorização eficaz e integrando um sistema de alertas que permitem detetar, de uma forma célere, potenciais problemas.*

#### 8.2.1. Strengths

*The Board of Directors and the Scientific Committee of the PRODEM are composed of teachers with a high professional experience and rank.*

*The computer system of the UP and FEUP ensures an effective management of the procedures and processes of the study cycle, allowing for its effective monitoring, and integrating an alert system that enables the quickly detection of potential problems.*

#### 8.2.2. Pontos fracos

*As elevadas cargas horárias dos docentes dificultam o seu trabalho de investigação e, consequentemente, a atualização permanente dos conteúdos das unidades curriculares, o que é crucial ao nível de um ciclo de estudos do 3º ciclo.*

*O apoio dedicado de secretariado é muito escasso, devido a restrições de novas contratações, o que dificulta a gestão do ciclo de estudos.*

#### 8.2.2. Weaknesses

*The high workload of the teaching staff makes their research work difficult and, consequently, the permanent update of the contents of the curricular units, a crucial factor to a 3rd cycle study cycle.*

*A dedicated secretariat support is scarce, due to new hiring restrictions, which hinder the management of the study cycle.*

#### 8.2.3. Oportunidades

*A atual crise económica e as fortes restrições orçamentais, criam uma maior apetência pelo risco de desenvolvimento de microempresas ligadas à área das tecnologias.*

#### 8.2.3. Opportunities

*The current economic crisis and the strong budgetary constraints, create a greater interest for the risk of development of micro-enterprises linked to the area of technology.*

#### 8.2.4. Constrangimentos

*A suspensão pela FEUP das licenças sabáticas dificulta a atualização científica dos docentes do PRODEM.*

*As restrições financeiras, recentemente impostas, dificultam a contratação (e/ou permanência) de docentes jovens que garantam a gradual e sólida passagem inter-geracional de experiência relevante para o programa doutoral.*

#### 8.2.4. Threats

*The suspension of sabbaticals at FEUP hampers the scientific update of the PRODEM's teaching staff.*

*The financial constraints, recently imposed, hinder the recruitment (and/or continuity) of young teachers that ensure the gradual and inter-generational passage of solid experience relevant to the doctoral programme.*

### 8.3. Recursos materiais e parcerias

---

#### 8.3.1. Pontos fortes

*As instalações em geral, salas de aula, laboratórios, biblioteca e espaços de estudo são de muito boa qualidade,*



*bem equipadas e mantidas, apoiadas por pessoal adequado. Há um investimento contínuo na infraestrutura TIC, e na sua manutenção, incluindo plataformas de ensino virtual (e-learning) de reconhecida qualidade. Existe interação com outras instituições universitárias e de Institutos de Investigação que se refletem em utilização de facilidades laboratoriais e co-supervisão de doutoramentos.*

#### 8.3.1. Strengths

*The overall premises, classrooms, laboratories, library, and study spaces are of very good quality, well equipped and maintained, supported by suitable staff. There is a continuous investment in the ICT infrastructure, and in its maintenance, including virtual education (e-learning) platforms of recognised quality. There is an interaction with other university institutions and Research Institutes that are reflected in the use of laboratory facilities and the co-supervision of PhDs.*

#### 8.3.2. Pontos fracos

*Algum equipamento relevante está disponível em institutos de I&D que não estão diretamente ligados ao programa doutoral.*

#### 8.3.2. Weaknesses

*Some relevant equipment is available in R&D institutes that are not directly connected to the doctoral programme.*

#### 8.3.3. Oportunidades

*Os inúmeros contatos internacionais existentes potenciam uma internacionalização do trabalho de doutoramento através de estágios em instituições estrangeiras e doutoramentos em parceria.*

#### 8.3.3. Opportunities

*The numerous existing international contacts potentiate an internationalisation of the doctoral research work through internships in foreign institutions and partnership PhDs.*

#### 8.3.4. Constrangimentos

*Restrições financeiras da FEUP e dos institutos de interface associados ao programa podem condicionar o desenvolvimento das teses.*

#### 8.3.4. Threats

*Financial constraints at FEUP and at the interface institutes associated with the programme can limit the development of the theses.*

### 8.4 Pessoal docente e não docente

---

#### 8.4.1. Pontos fortes

*Equipa docente de elevada qualificação profissional, reputação académica e reconhecimento internacional na investigação.*

*O acréscimo da qualificação média do pessoal não docente ajusta-se ao aumento de complexidade e às necessidades do serviço.*

*A grande maioria dos docentes tem um compromisso de tempo integral na escola, e desenvolve atividades de investigação integrada em unidades de investigação.*

#### 8.4.1. Strengths

*Teaching staff with high professional qualifications, academic reputation and international recognition in research. The increase in the average qualification of non-teaching staff adjusts to the increased complexity and the needs of the service.*

*The vast majority of teachers has a full-time commitment with the school, and develops research activities integrated into research units.*

#### 8.4.2. Pontos fracos

*Elevadas cargas horárias dos docentes dificultam a atualização permanente dos conteúdos, assim como a participação em conferências e em visitas académicas.*

*O perfil etário do corpo docente principal está fortemente concentrado no grupo 45-60 anos. O atual quadro legal e a situação económica podem dificultar a capacidade de renovar ou substituir docentes no médio prazo.*

*Um nível muito baixo de internacionalização, em termos de recrutamento de pessoal docente.*

#### 8.4.2. Weaknesses

*The teaching staff's high workload hampers the constant updating of the contents, as well as the participation in*

*conferences and academic visits.*

*The age profile of the main teaching staff is heavily centred on the 45-60 year age group. The current legal framework and economic situation may hinder the ability to renew or replace academic staff in the medium term. A very low level of internationalisation, in terms of teaching staff recruitment.*

#### **8.4.3. Oportunidades**

*Uma maior ligação dos docentes com o meio internacional, por via de projetos europeus e outros, pode propiciar maior mobilidade de docentes com benefícios para os estudantes.*

*Existe uma política ativa, ao nível da escola, para a formação do corpo docente em novas metodologias pedagógicas. Os docentes podem vir a tirar partido dessa experiência, o mesmo acontecendo com o pessoal não docente, a quem são oferecidas muitas ações de formação, em diversos domínios importantes para o CE.*

#### **8.4.3. Opportunities**

*A greater connection between the teaching staff and the international environment, via European and other projects, can promote the teaching staff's greater mobility with benefits for the students.*

*There is an active policy, in terms of the school, for training the teaching staff in new pedagogical methodologies. Teachers can take advantage of that experience, the same happening with the non-academic staff that are offered many training actions, in a number of important areas to the study cycle.*

#### **8.4.4. Constrangimentos**

*A suspensão pela FEUP das licenças sabáticas dificulta a atualização científica dos docentes do PRODEM.*

*As restrições financeiras, recentemente impostas, dificultam a contratação (e/ou permanência) de docentes jovens que garantam a gradual e sólida passagem inter-geracional de experiência relevante para o programa doutoral.*

#### **8.4.4. Threats**

*The suspension of sabbaticals at FEUP hampers the scientific update of the PRODEM's teaching staff.*

*The financial constraints, recently imposed, hinder the recruitment (and /or continuity) of young teachers that ensure the gradual and inter-generational passage of solid experience relevant to the doctoral programme.*

### **8.5. Estudantes e ambientes de ensino/aprendizagem**

---

#### **8.5.1. Pontos fortes**

*Os estudantes do PRODEM têm, em geral, boa formação académica, o que motiva docentes e discentes e é garantia de um trabalho de qualidade.*

*A proveniência em termos geográficos dos estudantes do PRODEM é diversificada, havendo uma percentagem apreciável de estudantes estrangeiros, factores que aliados com a boa formação académica, são importantes no desenvolvimento tanto a nível científico como pessoal.*

#### **8.5.1. Strengths**

*PRODEM students have, in general, a good academic training, something that motivates both teachers and students, and assures a work of quality.*

*The geographic origin of the PRODEM students is diverse, with an appreciable percentage of foreign students, factors that allied with their good academic training, are important for the scientific and personal development.*

#### **8.5.2. Pontos fracos**

*Devido à escassez de bolsas de doutoramento existe alguma dificuldade em garantir/motivar a procura de alguns dos bons estudantes do 2º ciclo de estudos.*

#### **8.5.2. Weaknesses**

*Due to the scarcity of PhD scholarships it is difficult to ensure/ motivate the search for some good students of the 2nd cycle of studies.*

#### **8.5.3. Oportunidades**

*Dada a qualidade do PRODEM existem potencialidades de cativação de estudantes de países fora da Europa, nomeadamente países de expressão portuguesa, e que revelam um recente crescimento económico apreciável.*

#### **8.5.3. Opportunities**

*Given the quality of the PRODEM there is the potential for recruiting students from countries outside of Europe, namely Portuguese-speaking countries that display a recent economic growth.*

#### **8.5.4. Constrangimentos**

*As circunstâncias económicas e financeiras recentes e a consequente deterioração da imagem externa do país prejudicam a atração dos melhores estudantes estrangeiros.*

*A situação económica do país prejudica a captação dos melhores estudantes nacionais que optam em muitos casos por carreiras internacionais.*

#### 8.5.4. Threats

*The recent financial and economic circumstances and the consequent deterioration of the external image of the country undermine the attraction of the best foreign students.*

*The economic situation of the country thwarts the possibilities of capturing national students, who, in many cases, opt for international careers.*

### 8.6. Processos

---

#### 8.6.1. Pontos fortes

*O apoio proporcionado pelas estruturas humanas e técnica da FEUP e da UP é adequado.*

*Informatização da maioria dos processos de gestão do ciclo de estudos, no âmbito do desenvolvimento do Sistema de Informação da UPorto (SIGARRA);*

*- Procedimentos claros para criação, modificação, extinção e avaliação de planos de estudos e de unidades curriculares, devidamente calendarizados e participados pelos agentes envolvidos.*

#### 8.6.1. Strengths

*The support provided by human and technical structures at FEUP and at the UP is appropriate.*

*The use of information technologies in most management processes of the study cycle, in the scope of the development of the information system of the UPorto (SIGARRA);*

*-Clear procedures for creation, modification, elimination and evaluation of study plans and curricular units, properly scheduled and reported by the agents involved.*

#### 8.6.2. Pontos fracos

*Inexistência de um observatório dedicado e detalhado relativo ao percurso profissional dos ex-estudantes após deixarem a FEUP (no que respeita a ciclos de estudos de 3º ciclo);*

*Inexistência de uma rede de contactos dos antigos estudantes do PRODEM.*

#### 8.6.2. Weaknesses

*Lack of a dedicated and detailed observatory regarding the former students' professional career after leaving FEUP (in terms of 3rd cycle education);*

*Lack of a contact network of former students of the PRODEM.*

#### 8.6.3. Oportunidades

*A experiência adquirida nos anos anteriores potencia a melhoria contínua dos processos relevantes para o bom funcionamento do programa doutoral.*

*- Alargamento dos contactos com docentes de outras universidades, nomeadamente promovendo orientações conjuntas com esses docentes;*

*- Possibilidade de tirar maior partido das tecnologias de informação atuais e fomentar a partilha de recursos a nível da FEUP/UPorto para otimizar processos e racionalizar a gestão desses mesmos recursos.*

#### 8.6.3. Opportunities

*The experience gained in previous years promotes the continuous improvement of the processes relevant to the good operation of the doctoral programme.*

*-Expansion of contacts with teachers from other universities, in particular by promoting joint supervisions with those teachers.*

*-Possibility to take greater advantage of modern information technologies and promote the sharing of resources in terms of FEUP/UPorto to optimise processes and rationalise the management of these resources.*

#### 8.6.4. Constrangimentos

*-Crescente centralização na Universidade dos processos de gestão do programa doutoral.*

*-Rigidez associada a diversos procedimentos bem como ao Sistema Informático da UPorto tornando necessário adaptar o plano curricular ao que esse sistema permite, dada a tendência recente para implementar soluções uniformizadas ao nível da Universidade. Esta situação dificulta a adoção de soluções mais flexíveis e ajustadas a cada estudante.*

#### 8.6.4. Threats

*- Growing centralisation of the management processes of the doctoral programme, in the University.*

*- Stiffness associated with several procedures as well as the UPorto's Computer System making it necessary to adapt the syllabus to what this system enables, given the recent trend to implement standardised solutions at the University. This situation thwarts the adoption of more flexible solutions and adjusted to each student.*

## 8.7. Resultados

---

### 8.7.1. Pontos fortes

*A taxa de sucesso académico dos estudantes;  
A evidência de que o ciclo de estudos contribuiu para a progressão profissional de muitos dos estudantes;  
O número significativo de publicações em revistas com revisão pelos pares;  
O envolvimento dos estudantes de Doutoramento em projetos de I&D financiados por empresas.*

### 8.7.1. Strengths

*The academic success rate of students;  
The obvious fact that the study cycle has contributed to the professional progression of many students;  
The significant number of publications in journals with peer review;  
PhD student's involvement in R&D projects funded by companies.*

### 8.7.2. Pontos fracos

*Número insuficiente de publicações nas melhores revistas das áreas relevantes para o programa doutoral.  
O tempo de conclusão das teses tem também sido mais longo que o previsto.*

### 8.7.2. Weaknesses

*Insufficient number of publications in the best journals in the areas relevant to the doctoral programme.  
The completion time of the thesis has also been longer than expected.*

### 8.7.3. Oportunidades

*Os bons resultados obtidos nas teses efetuadas em colaboração com empresas poderão potenciar uma participação crescente de empresas no programa doutoral.*

### 8.7.3. Opportunities

*The good results obtained in the theses carried out in collaboration with companies may boost a growing participation of companies in the doctoral programme.*

### 8.7.4. Constrangimentos

*A situação financeira do país poderá condicionar a participação de novas empresas no programa doutoral.*

### 8.7.4. Threats

*The financial situation of the country may hinder the participation of new companies in the doctoral programme.*

## 9. Proposta de acções de melhoria

### 9.1. Objectivos gerais do ciclo de estudos

---

#### 9.1.1. Debilidades

*A abrangência e interdisciplinaridade de algumas unidades curriculares, por um lado, e o número elevado de unidades curriculares oferecidas, por outro lado, podem dificultar, até certo ponto, a orientação dos estudantes na escolha do seu plano de estudos inicial.*

#### 9.1.1. Weaknesses

*The scope and interdisciplinary nature of some course units, on the one hand, and the high number of course units offered, on the other, makes it difficult, to a certain extent, to supervise students in the selection of their initial study plan.*

#### 9.1.2. Proposta de melhoria

*Numa primeira fase:  
- eliminar as Unidades Curriculares (UCs) opcionais oferecidas que nunca funcionaram desde o início do Programa*

*Doutoral, pelo que não há razão para que continuem a fazer parte da oferta curricular.*

#### 9.1.2. Improvement proposal

*In a first stage:*

*- delete the offered elective curricular units (CUs) that have never worked since the beginning of the doctoral programme, thus there is no reason for them to continue to be included in the curricular offer.*

#### 9.1.3. Tempo de implementação da medida

*2 anos*

#### 9.1.3. Implementation time

*2 years*

#### 9.1.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

*Alta*

#### 9.1.4. Priority (High, Medium, Low)

*High*

#### 9.1.5. Indicador de implementação

*Alteração do plano de estudos do ciclo de estudos.*

#### 9.1.5. Implementation marker

*Amendment of the syllabus of the study programme.*

### 9.2. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade.

---

#### 9.2.1. Debilidades

*As elevadas cargas horárias dos docentes dificultam o seu trabalho de investigação e, consequentemente, a atualização permanente dos conteúdos das unidades curriculares, o que é crucial ao nível de um ciclo de estudos do 3º ciclo.*

*O apoio dedicado de secretariado é muito escasso, devido a restrições de novas contratações, o que dificulta a gestão do curso.*

*Dificuldade de adoção de inquéritos pedagógicos com a necessária garantia de confidencialidade tendo em conta o reduzido número de estudantes inscritos em diversas UC's e o caráter muito individual da atividade de investigação.*

#### 9.2.1. Weaknesses

*The high workload of the teaching staff makes their research work difficult and, consequently, the constant update of the contents of the curricular units, a crucial factor to a 3rd cycle study cycle.*

*The dedicated secretariat support is very scant, due to hiring restrictions, which hinder the management of the course.*

*Difficulty in adopting pedagogical surveys with the necessary confidentiality assurance, considering the small number of students enrolled in several curricular units and the very individual nature of the research activity.*

#### 9.2.2. Proposta de melhoria

##### 9.2.2. Proposta de melhoria

*a) Ajuste da distribuição de serviço docente em função da quantidade de trabalho de investigação realizada pelos docentes;*

*b) Solicitar ao Departamento de Engenharia Mecânica uma apoio mais ativo ao nível do Secretariado;*

*c) Criação de um sistema para recolher de forma sistemática e padronizada a opinião dos docentes e dos estudantes.*

#### 9.2.2. Improvement proposal

*a) Adjust the distribution of teaching depending on the amount of research work carried out by teachers;*

*b) Request the Department of Mechanical Engineering for a more active support in terms of secretariat;*

*c) Creation of a system enabling the systematic and standardised collection of the opinions of teachers and students.*

#### 9.2.3. Tempo de implementação da medida

- a) 2 anos
- b) 1 ano
- c) 2 anos

#### 9.2.3. Improvement proposal

- a) 2 years
- b) 1 year
- c) 2 years

#### 9.2.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

- a) Média
- b) Média
- c) Baixa

#### 9.2.4. Priority (High, Medium, Low)

- a) Medium
- b) Medium
- c) Low

#### 9.2.5. Indicador de implementação

- a) *Nº de artigos publicados em revistas internacionais, livros ou capítulos de livros relevantes na área do ciclo de estudos;*
- b) *Nº de solicitações endereçadas pela direção do ciclo de estudos ao secretariado;*
- c) *Inclusão de informação sobre os indicadores obtidos com este sistema de recolha de opiniões no relatório anual do ciclo de estudos a preparar pelo Diretor do ciclo, apoiado pela Comissão Científica.*

#### 9.2.5. Implementation marker

- a) *No. of papers published in international journals, books or book chapters relevant in the area of the study cycle;*
- b) *No. of requests addressed by the Board of the study cycle to the secretariat;*
- c) *Integration of information about the indicators obtained with this opinion collection system in the Annual Report of the study cycle, prepared by the Director of cycle and supported by the Scientific Committee.*

### 9.3 Recursos materiais e parcerias

---

#### 9.3.1. Debilidades

*Algum equipamento relevante está disponível em institutos de I&D que não estão diretamente ligados ao programa doutoral;*  
*Falta de um espaço próprio, além dos laboratórios de investigação do departamento e das unidades de investigação associadas, para utilização pelos estudantes de doutoramento.*

#### 9.3.1. Weaknesses

*Some relevant equipment is available in R&D institutes that are not directly connected to the doctoral programme;*  
*Lack of a proper space, besides the research laboratories of the department and the associated research units, to be used by the PhD students.*

#### 9.3.2. Proposta de melhoria

*Assegurar de forma contratualizada a continuidade das sinergias com Institutos de Interface e Laboratórios Associados para explorar o conhecimento aí residente e as instalações laboratoriais destas instituições.*

#### 9.3.2. Improvement proposal

*Ensure, contractually, the continuity of synergies with Interface Institutes and Associated Laboratories, to explore the knowledge there residing as well as the laboratory facilities of these institutions.*

#### 9.3.3. Tempo de implementação da medida

*1 ano*

#### 9.3.3. Implementation time

**1 year**

**9.3.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)**  
**Média**

**9.3.4. Priority (High, Medium, Low)**  
**Medium**

**9.3.5. Indicador de implementação**  
**Nº de teses desenvolvidas nos Institutos de Interface e Laboratórios Associados.**

**9.3.5. Implementation marker**  
**No. of theses developed in Interface Institutes and Associated Laboratories.**

**9.4. Pessoal docente e não docente**

---

**9.4.1. Debilidades**  
***Elevadas cargas horárias dos docentes dificultam a atualização permanente dos conteúdos, assim como a participação em conferências e em visitas académicas.***  
***O perfil etário do corpo docente principal, excluindo estudantes de doutoramento, está fortemente concentrado no grupo 45-60 anos. O atual quadro legal e a situação económica podem dificultar a capacidade de renovar ou substituir docentes no médio prazo.***  
***Insuficiente mobilidade internacional de docentes.***

**9.4.1. Weaknesses**  
***The teaching staff's high workload hampers the constant update of contents, as well as the participation in conferences and academic visits.***  
***The age profile of the main teaching staff, excluding doctoral students, is heavily centred on the 45-60 year age group. The current legal framework and economic situation may hinder the ability to renew or replace academic staff in the medium term.***  
***Insufficient international teacher mobility.***

**9.4.2. Proposta de melhoria**  
***Sensibilização dos órgãos governativos da FEUP em relação ao problema e proposta de soluções tais como ajustar o serviço docente em função do desempenho dos docentes nas suas atividades de investigação e transferência de conhecimento.***

**9.4.2. Improvement proposal**  
***Make FEUP's governing bodies aware of the problem and propose solutions such as the adjustment of the teaching service based on the teaching staff's performance of their research activities and knowledge transfer.***

**9.4.3. Tempo de implementação da medida**  
**2 anos**

**9.4.3. Implementation time**  
**2 years**

**9.4.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)**  
**Média**

**9.4.4. Priority (High, Medium, Low)**  
**Medium**

**9.4.5. Indicador de implementação**  
***Nº de docentes em mobilidade internacional;***  
***Percentagem de docentes abaixo dos 45 anos de idade.***

**9.4.5. Implementation marker**  
***No. of teachers in international mobility;***

*Percentage of teachers under 45 years of age.*

## 9.5. Estudantes e ambientes de ensino/aprendizagem

---

### 9.5.1. Debilidades

- 1- Devido à escassez de bolsas de doutoramento existe alguma dificuldade em garantir a inscrição de alguns dos bons estudantes do 2º ciclo de estudos.*
- 2- A situação económica do país prejudica a captação dos melhores estudantes nacionais que optam em muitos casos por carreiras internacionais.*

### 9.5.1. Weaknesses

- 1- Due to the scarcity of PhD scholarships there is some difficulty in assuring the enrolment of some of the good students of the 2nd cycle of studies.*
- 2- The economic situation of the country affect the uptake of best national students opting in many cases by international careers.*

### 9.5.2. Proposta de melhoria

- 1- Promoção do ciclo de estudos junto dos estudantes dos últimos anos dos ciclos de estudos de 2º ciclo mais relevantes para o programa doutoral.*
- 2- Melhorar a divulgação internacional do ciclo de estudos*

### 9.5.2. Improvement proposal

- 1- Promotion of the study cycle among students of the last years of the more relevant 2nd study cycles for the doctoral programme.*
- 2- Improve the international promotion of the study cycle*

### 9.5.3. Tempo de implementação da medida

- 1,2) 1 ano.*

### 9.5.3. Implementation time

- 1,2) 1 year*

### 9.5.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

- 1,2) Alta.*

### 9.5.4. Priority (High, Medium, Low)

- 1,2) High.*

### 9.5.5. Indicador de implementação

- 1,2) Número de ações de divulgação do ciclo de estudos e publicação de uma brochura com a informação das teses de doutoramento em ciclo de estudos.todos.*

### 9.5.5. Implementation marker

- 1,2) Number of dissemination actions of the study cycle and publication of a brochure containing information on the PhD theses in the study cycle.*

## 9.6. Processos

---

### 9.6.1. Debilidades

- Inexistência de um observatório dedicado e detalhado relativo ao percurso profissional dos ex-estudantes após deixarem a FEUP (no que respeita a ciclos de estudos de 3º ciclo).*
- Inexistência de uma rede de contactos dos antigos estudantes do PRODEM.*

### 9.6.1. Weaknesses

- Lack of a dedicated and detailed observatory regarding the former students' professional career after leaving FEUP (in terms of 3rd cycle education).*
- Lack of a contact network of former students of the PRODEM.*

### 9.6.2. Proposta de melhoria



***Criar uma base de dados de antigos estudantes e fomentar criação de uma rede de antigos estudantes no LinkedIn.***

**9.6.2. Improvement proposal**

***Create a database of former students and promote the creation of a network of former students in LinkedIn.***

**9.6.3. Tempo de implementação da medida**

***1 ano***

**9.6.3. Implementation time**

***1 year***

**9.6.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)**

***Média***

**9.6.4. Priority (High, Medium, Low)**

***Medium***

**9.6.5. Indicador de implementação**

***Elaborar um estudo sobre o trajeto curricular dos antigos estudantes.***

**9.6.5. Implementation marker**

***Produce a study about the academic career of former students.***

**9.7. Resultados**

---

**9.7.1. Debilidades**

***Número insuficiente de publicações nas melhores revistas das áreas relevantes para o programa doutoral.  
A conclusão do plano de tese tem na maioria dos casos sido mais longo que o previsto.***

**9.7.1. Weaknesses**

***Insufficient number of publications in the best journals in the areas relevant to the doctoral programme.  
The completion of the thesis outline has generally taken longer than expected.***

**9.7.2. Proposta de melhoria**

***Sensibilização dos estudantes e orientadores da necessidade de escolherem criteriosamente as revistas onde publicam os seus trabalhos. Privilegiar a qualidade em vez da quantidade.  
Articulação melhorada entre os docentes e os estudantes no Seminário de Elaboração do Projeto de Investigação, de modo a que potencialize a diminuição do tempo de elaboração do plano de tese.***

**9.7.2. Improvement proposal**

***Make students and supervisors aware of the need to select judiciously the journals where they publish their work.  
Aim for quality rather than quantity.  
Improved articulation between teachers and students in the Seminar 'Preparation of Research Project', so that the time for preparing the thesis plan can be reduced.***

**9.7.3. Tempo de implementação da medida**

***1 ano***

**9.7.3. Implementation time**

***1 year***

**9.7.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)**

***Alta***

**9.7.4. Priority (High, Medium, Low)**

***High***

**9.7.5. Indicador de implementação**

*Nº de artigos publicados em revistas de elevado fator de impacto.*

*% de estudantes que concluem o plano de tese dentro do prazo previsto.*

#### 9.7.5. Implementation marker

*Number of articles published in high impact factor journals.*

*% of students that finish the thesis plan within the scheduled time.*

## 10. Proposta de reestruturação curricular

### 10.1. Alterações à estrutura curricular

---

#### 10.1. Alterações à estrutura curricular

##### 10.1.1. Síntese das alterações pretendidas

*As alterações introduzidas no ciclo de estudo do Programa Doutoral em Engenharia Mecânica consistem no seguinte:*

*a) Eliminação de um conjunto de Unidades Curriculares.*

*b) Foi feita uma harmonização dos ECTS de todas as Unidades Curriculares para 6 ECTS, com respetiva redução das horas de contato, à exceção da Unidade Curricular Seminário que alterou os ECTS de 20 para 24, seguindo a recomendação de que os ECTS das UC's, devem ser múltiplos de 3.*

*c) Revisão da estrutura curricular do ciclo de estudos, em função das alterações efetuadas.*

##### 10.1.1. Synthesis of the intended changes

*The amendments to the Doctoral Programme in Mechanical Engineering include:*

*a) Exclusion of a set of curricular units.*

*b) A harmonisation of all the curricular units' ECTS to 6 ECTS, with the respective reduction of contact hours, except the Seminar curricular unit whose ECTS were altered from 20 to 24, abiding by the recommendation that the ECTS of the UCs should be multiples of 3.*

*c) Revision of the curricular structure of the study programme, considering the changes.*

#### 10.1.2. Nova estrutura curricular pretendida

##### Mapa

##### 10.1.2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia Mecânica*

##### 10.1.2.1. Study programme:

*Mechanical Engineering*

##### 10.1.2.2. Grau:

*Doutor*

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

*<sem resposta>*

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

*<no answer>*

#### 10.1.2.4 Nova estrutura curricular pretendida / New intended curricular structure

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
Engenharia Mecânica / Mechanical Engineering	EM	150	0
Engenharia Mecânica - Mechanical Engineering / Qualquer área da Universidade do Porto / Any area of the University of Porto	EM/QAUP	0	30
<b>(2 Items)</b>		<b>150</b>	<b>30</b>

## 10.2. Novo plano de estudos

---

### Mapa XII – Novo plano de estudos - - 1º Ano / Anual

#### 10.2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia Mecânica*

#### 10.2.1. Study programme:

*Mechanical Engineering*

#### 10.2.2. Grau:

*Doutor*

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

*<sem resposta>*

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

*<no answer>*

#### 10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

*1º Ano / Anual*

#### 10.2.4. Curricular year/semester/trimester:

*1st Year / Annual*

#### 10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Seminário de Elaboração do Projeto de Investigação / Seminar on Preparation of the Research Project (1 item)	EM	Anual	648	T:5; S:20; OT:75	24	CH, CHT, CR

### Mapa XII – Novo plano de estudos - - 1º Ano / 1º Semestre

#### 10.2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia Mecânica*

#### 10.2.1. Study programme:

*Mechanical Engineering*

#### 10.2.2. Grau:

*Doutor*

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

*<sem resposta>*

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

*<no answer>*

#### 10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

*1º Ano / 1º Semestre*

#### 10.2.4. Curricular year/semester/trimester:

*1st Year / 1st Semester*

**10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan**

<b>Unidades Curriculares / Curricular Units</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>
Métodos de Aproximação em Engenharia / Approximation Methods in Engineering	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	CH, CHT, CR
Análise de Riscos Industriais / Analysis of Industrial Risks	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Biomecânica / Biomechanics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Cálculo Matricial de Grande Dimensão / Large Dimensional Matrix Computations	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Comandos e Acionamentos / Drives	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Complementos de Elementos Finitos / Complements of Finite Elements	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Controlo de Sistemas Não-Lineares / Control of Non-Linear Systems	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Dinâmica das Estruturas / Structural Dynamics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Dinâmica Não Linear / Non-linear Dynamics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Energia Solar / Solar Energy	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Processamento, Representação e Análise Computacional de Dados / Computational Processing, Representation and Analysis of Data	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Engenharia das Superfícies / Surface Engineering	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Fadiga e Mecânica da Fratura / Fatigue and Fracture Mechanics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Juntas Adesivas Estruturais / Structural Adhesive Joints	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Laminados Compósitos / Composite Laminates	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Materiais Compósitos / Composite Materials	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Mecânica do Contacto e Lubrificação / Contact Mechanics and Lubrication	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Mecânica dos Fluidos Avançada / Advanced Fluid Dynamics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Mecânica dos Sólidos não Linear / Non-linear Solid Mechanics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Mecânica Experimental / Experimental Mechanics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Mecânica Não Linear dos Meios Contínuos para Análise por Elementos Finitos / Non-Linear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Mecânica Probabilística e Fiabilidade / Probabilistic Mechanics and Reliability	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Método dos Elementos Finitos / Finite Element Method	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR

Métodos Computacionais em Plasticidade e em Mecânica da Fratura / Computational Methods in Plasticity and Fracture Mechanics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Otimização / Optimization	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Organização e Gestão da Manutenção / Maintenance Organization and Management	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Placas e Cascas / Plates and Shells	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Processamento e Análise de Imagens em Engenharia / Image Processing and Analysis in Engineering	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Robótica /Robotics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Segurança de Máquinas / Machine Safety	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Seleção e Ensaio de Materiais / Materials Selection and Testing	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Simulação e Dimensionamento de Sistemas AVAC / Management, Control and Safety of AVAC Systems	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Técnicas de Inspeção e de Manutenção Condicionada / Inspection Techniques in Condition Monitoring Maintenance	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Técnicas Experimentais em Mecânica / Experimental Techniques in Mechanics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Tecnologias da Computação Industrial / Industrial Computational Technology	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Tecnologias da Conformação Plástica / Plastic Forming Technologies	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Qualquer unidade curricular da Universidade do Porto / Any course at the University of Porto	QAUP	Semestral	162	Dependente da UC selecionada/Dependent UC selected	6	Grupo Optativo/Optional Group, U.C.oferecida no âmbito de 3 <sup>as</sup> CE da FEUP ou noutras UO's da UP
Observação: O estudante deverá selecionar, entre a oferta de unidades curriculares opcionais (1 <sup>a</sup> +2 <sup>as</sup> semestres), 30 ECTS.			0		0	
<b>(38 Items)</b>						

## Mapa XII – Novo plano de estudos - - 1º Ano / 2º Semestre

### 10.2.1. Ciclo de Estudos:

#### **Engenharia Mecânica**

### 10.2.1. Study programme:

#### **Mechanical Engineering**

### 10.2.2. Grau:

#### **Doutor**

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

**<sem resposta>**

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

&lt;no answer&gt;

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

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

**10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Métodos de Aproximação em Engenharia / Approximation Methods in Engineering	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	CH, CHT, CR
Análise de Riscos Industriais / Analysis of Industrial Risks	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Biomassa e Biocombustíveis / Biomass and Biofuels	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Biomecânica / Biomechanics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Cálculo Matricial de Grande Dimensão / Large Dimensional Matrix Computations	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Comandos e Acionamentos / Drives	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Complementos de Elementos Finitos / Complements of Finite Elements	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Controlo de Sistemas Não-Lineares / Control of Non-Linear Systems	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Dinâmica das Estruturas / Structural Dynamics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Dinâmica Não Linear / Non-linear Dynamics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Energia Eólica / Wind Energy	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Engenharia de Manutenção / Maintenance Engineering	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Inovação e Desenvolvimento do Produto / Innovation and Product Development	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Instrumentação para Medição, Aquisição e Transmissão de Dados / Instrumentation for Measurement, Acquisition and Transmission of Data	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Integração de Energias Renováveis e Novas Tecnologias Energéticas nos Edifícios/Integration of Renewable Energies&new Energy Technologies in Buildings	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Juntas Adesivas Estruturais / Structural Adhesive Joints	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Laminados Compósitos / Composite Laminates	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Mecânica dos Fluidos Computacional / Computational Fluid Mechanics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Mecânica dos Sólidos não Linear / Non-linear Solid Mechanics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Mecânica Não Linear dos Meios Contínuos para Análise por Elementos Finitos / Non-Linear Continuum Mechanics for Finite	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR

## Element Analysis

Métodos Computacionais em Plasticidade e em Mecânica da Fratura / Computational Methods in Plasticity and Fracture Mechanics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Novas Tecnologias Energéticas e Sistemas Híbridos / New Energetic Technologies and Hybrid Systems	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Otimização / Optimization	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Organização e Gestão da Manutenção / Maintenance Organization and Management	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Processamento e Análise de Imagens em Engenharia / Image Processing and Analysis in Engineering	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Processos Avançados de Produção / Advanced Production Processes	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Robótica /Robotics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Segurança de Máquinas / Machine Safety	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Seleção e Ensaio de Materiais / Materials Selection and Testing	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Simulação de Processos Tecnológicos / Simulation of Technological Processes	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Técnicas de Inspeção e de Manutenção Condicionada / Inspection Techniques in Condition Monitoring Maintenance	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Técnicas Experimentais em Mecânica / Experimental Techniques in Mechanics	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Tecnologias da Computação Industrial / Industrial Computational Technology	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Tecnologias de Desenvolvimento de Produto / Product Development Technologies	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Qualquer unidade curricular da Universidade do Porto / Any course at the University of Porto	QAUP	Semestral	162	Dependente da UC seleccionada/Dependent UC selected	6	Grupo Optativo/Optional Group, U.C.oferecida no âmbito de 3ºs CE da FEUP ou noutras UO's da UP
Engenharia das Superfícies / Surface Engineering	EM	Semestral	162	T:14; OT:14	6	Grupo Optativo / Optional Group; CH, CHT, CR
Observação: O estudante deverá seleccionar, entre a oferta de unidades curriculares opcionais (1º+2ºsemestres), 30 ECTS.			0		0	

(37 Items)

## Mapa XII – Novo plano de estudos - - 2º e 3º Ano / Bianual

## 10.2.1. Ciclo de Estudos:

**Engenharia Mecânica**

## 10.2.1. Study programme:

**Mechanical Engineering**

## 10.2.2. Grau:

**Doutor**

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

&lt;sem resposta&gt;

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

&lt;no answer&gt;

**10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**2º e 3º Ano / *Bianual***10.2.4. Curricular year/semester/trimester:**2nd and 3rd Year / *Biannual***10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Tese / Thesis	EM	Bianual / Biannual	3240	OT:240	120	CH, CHT, DEN

(1 Item)

**10.3. Fichas curriculares dos docentes****Mapa XIII****10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

&lt;sem resposta&gt;

**10.3.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

&lt;sem resposta&gt;

**10.3.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

&lt;sem resposta&gt;

**10.3.4. Categoria:**

&lt;sem resposta&gt;

**10.3.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

&lt;sem resposta&gt;

**10.3.6. Ficha curricular de docente:**

&lt;sem resposta&gt;

**10.4. Organização das Unidades Curriculares (apenas para as unidades curriculares novas)****Mapa XIV****10.4.1.1. Unidade curricular:**

&lt;sem resposta&gt;

**10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

&lt;sem resposta&gt;

**10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:**

&lt;sem resposta&gt;



**10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:***<no answer>***10.4.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***<sem resposta>***10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:***<no answer>***10.4.1.5. Conteúdos programáticos:***<sem resposta>***10.4.1.5. Syllabus:***<no answer>***10.4.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.***<sem resposta>***10.4.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.***<no answer>***10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***<sem resposta>***10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):***<no answer>***10.4.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.***<sem resposta>***10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.***<no answer>***10.4.1.9. Bibliografia principal:***<sem resposta>*