

# ACEF/2021/1100471 — Guião para a auto-avaliação

---

## I. Evolução do ciclo de estudos desde a avaliação anterior

### 1. Decisão de acreditação na avaliação anterior.

---

1.1. Referência do anterior processo de avaliação.  
*ACEF/1819/1100471*

1.2. Decisão do Conselho de Administração.  
*Acreditar*

1.3. Data da decisão.  
*2020-01-24*

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

---

2. Síntese de medidas de melhoria do ciclo de estudos desde a avaliação anterior, designadamente na sequência de condições fixadas pelo CA e de recomendações da CAE (Português e em Inglês, PDF, máx. 200kB).  
[2.\\_secção1-ponto2-2019\\_20.pdf](#)

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

---

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

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

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

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

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

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

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

---

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

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

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

<no answer>

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

*Não*

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

*Não*

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

*Não*

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

<sem resposta>

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

<no answer>

## **1. Caracterização do ciclo de estudos.**

**1.1 Instituição de ensino superior.**

*Universidade De Lisboa*

**1.1.a. Outras Instituições de ensino superior.**

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

*Instituto Superior Técnico*

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

**1.3. Ciclo de estudos.**

*Engenharia e Gestão da Energia*

**1.3. Study programme.**

*Engineering and Energy Management*

**1.4. Grau.**

*Mestre*

1.5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (PDF, máx. 500kB).

[1.5. MEGE\\_Alt\\_16-17.pdf](#)

1.6. Área científica predominante do ciclo de estudos.

*Engenharia e Gestão de Energia*

1.6. Main scientific area of the study programme.

*Energy Engineering and Management*

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

522

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

440

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

345

1.8. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau.

120

1.9. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 63/2016 de 13 de setembro):

*2 anos/4 Semestres*

1.9. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 63/2016, of September 13th):

*2 years/4 Semesters*

1.10. Número máximo de admissões.

30

1.10.1. Número máximo de admissões pretendido (se diferente do número anterior) e respetiva justificação.

*O número de vagas atuais do ciclo de estudos colocadas a concurso é de 30 . Com um número máximo de admissões de 105 deixamos espaço para vagas para estudantes internacionais e para possíveis aumentos no número de vagas a concurso, mediante decisão dos órgãos gestão da escola.*

1.10.1. Intended maximum enrolment (if different from last year) and respective justification.

*The number of current admissions in the study cycle is 30. With a maximum number of admissions of 105, we leave space for enrolment of international students and for possible increases in the number of admissions, upon the decision of the school management bodies.*

1.11. Condições específicas de ingresso.

*Licenciatura em Engenharia ou em Ciências da Engenharia (mínimo de 3 anos).*

*A formação em Matemática, Física, Química e Materiais que os candidatos obtiveram nos ciclos de estudos com que se candidatam ao curso deverá ser, em âmbito e profundidade, equivalente à formação que se adquire nos primeiros ciclos de estudos de Engenharia no Instituto Superior Técnico.*

*Compete à Comissão Científica do curso, após análise curricular da formação anterior do candidato, decidir sobre a equivalência dessa formação.*

*Poderá a Comissão Científica do curso, caso a formação não seja considerada equivalente, decidir incluir no plano de estudos do candidato unidades curriculares propedêuticas necessárias para a obtenção do desejado nível de equivalência, não sendo essas unidades curriculares contabilizadas nos créditos mínimos requeridos para a conclusão do grau.*

**1.11. Specific entry requirements.**

*BSc graduates in Engineering or Engineering Sciences (minimum 3 years).*

*The level in Mathematics, Physics, Chemistry and Materials Science acquired in the degrees hold by the candidates when applying to the course must be, in scope and depth, equivalent to the corresponding courses taught in the undergraduate Engineering programs at the Instituto Superior Técnico.*

*The Scientific Committee of the course decides, upon the analysis of the academic curriculum of the candidate whether the equivalence is given.*

*In case the equivalence is not given, the Scientific Committee of the course may decide to include in the study plan of the candidate a bridging program of propaedeutic courses (not counted in the course corresponding to 120 ECTS) at the level of basic courses.*

**1.12. Regime de funcionamento.**

*Diurno*

**1.12.1. Se outro, especifique:**

*Não é outro.*

**1.12.1. If other, specify:**

*Not other.*

**1.13. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:**

*Campus Alameda do Instituto Superior Técnico.*

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

[1.14.\\_Desp n.º 6604-2018, 5 jul\\_RegCreditaçãoExpProfissional\\_2018\\_2019.pdf](#)

**1.15. Observações.**

*sem observações*

**1.15. Observations.**

*No observations*

**2. Estrutura Curricular. Aprendizagem e ensino centrados no estudante.****2.1. Percursos alternativos, como ramos, variantes, áreas de especialização de mestrado ou especialidades de doutoramento, em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável)**

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

**Opções/Ramos/... (se aplicável):**

Área de Formação em Combustíveis  
 Área de Formação em Conversão de Energia  
 Área de Formação em Eficiência Energética  
 Área de Formação em Energias Renováveis  
 Tronco Comum  
 Área de Formação em Energia Nuclear

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

Fuels  
 Energy Conversion  
 Energy Efficiency  
 Renewable Energy  
 Common Branch  
 Nuclear Energy

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

### 2.2. Estrutura Curricular - Tronco Comum

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

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

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Engenharia e Gestão de Sistemas/ Systems Engineering and Management	EGS	6	0	
Energia/Energy	Energ	6	0	
Ambiente e Energia/Environment and Energy	AE	4.5	0	
Todas as Áreas Científicas do IST/All scientific areas of IST	Diss	42	0	
<b>(4 Items)</b>		<b>58.5</b>	<b>0</b>	

### 2.2. Estrutura Curricular - Área de Formação em Combustível

#### 2.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor, ou outra (se aplicável). *Área de Formação em Combustível*

#### 2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable) *Fuel*

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia/Thermofluids and Energy Conversion Technologies	TTCE	0	0	12 ECTS em Opcionais
Engenharia de Processos e Projecto/Processes and Project Engineering	EPP	0	0	18 ECTS em Opcionais
Ciências de Engenharia Química/Chemical Engineering Sciences	CEQ	0	0	45 ECTS em Opcionais
Minas e Georrecursos/ Mining and Earth Resources	MG	0	0	18 ECTS em Opcionais
Energia/Energy	Energ	0	0	18 ECTS em Opcionais
Sistemas, Decisão e Controlo/Systems, Decision and Control	SDC	0	0	6 ECTS em Opcionais
Controlo, Automação e Informática Industrial/Control, Automation and Industrial Informatics	CAII	0	0	6 ECTS em Opcionais
Engenharia e Gestão de Sistemas/ Systems Engineering and Management	EGS	0	0	21 ECTS em Opcionais
Electrónica/Electronics	Electr	0	0	13,5 ECTS em Opcionais
Ambiente e Energia/Environment and Energy	AE	0	0	21 ECTS em Opcionais

Engenharia e Gestão de Organizações/ Engineering and Management of Organizations	EGO	0	0	49,5 ECTS em Opcionais
Hidráulica, Ambiente e Recursos Hídricos/ Hydraulics, Environment and Water Resources	HARH	0	0	13,5 ECTS em Opcionais
Síntese, Estrutura Molecular e Análise Química/Synthesis, Molecular Structure and Chemical Analysis	SEMAQ	0	0	6 ECTS em Opcionais
Metodologia e Tecnologia da Programação/Methodology and Programming Theory	MTP	0	0	7,5 ECTS em Opcionais
Arquitetura e Sistemas Operativos/Architecture and Operating Systems	ASO	0	0	7,5 ECTS em Opcionais
Computadores/Computers	Comp	0	0	6 ECTS em Opcionais
Física Interdisciplinar/Interdisciplinary Physics	FInter	0	0	6 ECTS em Opcionais
Todas as Áreas Científicas do IST/All scientific areas of IST	OL	0	0	22,5 ECTS em Opcionais
escolher 61,5 ECTS em opcionais			61.5	
<b>(19 Items)</b>		<b>0</b>	<b>61.5</b>	

## 2.2. Estrutura Curricular - Área de Formação em Conversão de Energia

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

#### *Área de Formação em Conversão de Energia*

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

#### *Energy Conversion*

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Energia/Energy	Energ	12	0	31,5 ECTS Opcionais
Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia/Thermofluids and Energy Conversion Technologies	TTCE	0	0	57 ECTS Opcionais
Ciências de Engenharia Química/Chemical Engineering Sciences	CEQ	0	0	12 ECTS Opcionais
Física/Physics	Fis	0	0	6 ECTS Opcionais
Engenharia de Processos e Projecto/Processes and Project Engineering	EPP	0	0	4,5 ECTS Opcionais
Controlo, Automação e Informática Industrial/Control, Automation and Industrial Informatics	CAII	0	0	6 ECTS Opcionais
Ambiente e Energia/Environment and Energy	AE	0	0	21 ECTS Opcionais
Engenharia e Gestão de Sistemas/ Systems Engineering and Management	EGS	0	0	21 ECTS Opcionais
Electrónica/Electronics	Electr	0	0	13,5 ECTS Opcionais
Hidráulica, Ambiente e Recursos Hídricos/ Hydraulics, Environment and Water Resources	HARH	0	0	25,5 ECTS Opcionais
Sistemas, Decisão e Controlo/Systems, Decision and Control	SDC	0	0	12 ECTS Opcionais
Física Interdisciplinar/Interdisciplinary Physics	FInter	0	0	12 ECTS Opcionais
Engenharia e Gestão de Organizações/ Engineering and Management of Organizations	EGO	0	0	49,5 ECTS opcionais
Metodologia e Tecnologia da Programação/Methodology and Programming Theory	MTP	0	0	7,5 ECTS Opcionais

Arquitetura e Sistemas Operativos/Architecture and Operating Systems	ASO	0	0	7,5 ECTS Opcionais
Síntese, Estrutura Molecular e Análise Química/Synthesis, Molecular Structure and Chemical Analysis	SEMAQ	0	0	6 ECTS Opcionais
Computadores/Computers	Comp	0	0	6 ECTS Opcionais
Todas as Áreas Científicas do IST/All scientific areas of IST	OL	0	0	22,5 ECTS Opcionais
Escolher 49,5 ECTS em opcionais			49.5	00
<b>(19 Items)</b>		<b>12</b>	<b>49.5</b>	

## 2.2. Estrutura Curricular - Área de Formação em Eficiência Energética

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

#### Área de Formação em Eficiência Energética

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

#### Energy Efficiency

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Hidráulica, Ambiente e Recursos Hídricos/ Hydraulics, Environment and Water Resources	HARH	0	0	30 ECTS em Opcionais
Engenharia de Processos e Projecto/Processes and Project Engineering	EPP	0	0	10,5 ECTS em Opcionais
Construção/Construction	Constr	0	0	4,5 ECTS em Opcionais
Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia/Thermofluids and Energy Conversion Technologies	TTCE	0	0	32 ECTS em Opcionais
Sistemas Urbanos e Regionais/ Urban and Regional Systems	SUR	0	0	19,5 ECTS em Opcionais
Energia/Energy	Energ	0	0	31,5 ECTS em opcionais
Sistemas, Decisão e Controlo/Systems, Decision and Control	SDC	0	0	6 ECTS em Opcionais
Controlo, Automação e Informática Industrial/Control, Automation and Industrial Informatics	CAII	0	0	6 ECTS em Opcionais
Ambiente e Energia/Environment and Energy	AE	0	0	21 ECTS em Opcionais
Engenharia e Gestão de Sistemas/ Systems Engineering and Management	EGS	0	0	21 ECTS em Opcionais
Electrónica/Electronics	Electr	0	0	13,5 ECTS em Opcionais
Arquitetura/Architecture	Arq	0	0	4,5 ECTS em Opcionais
Ciências de Engenharia Química/Chemical Engineering Sciences	CEQ	0	0	6 ECTS em Opcionais
Engenharia e Gestão de Organizações/ Engineering and Management of Organizations	EGO	0	0	49,5 ECTS em Opcionais
Metodologia e Tecnologia da Programação/Methodology and Programming Theory	MTP	0	0	7,5 ECTS em Opcionais
Arquitetura e Sistemas Operativos/Architecture and Operating Systems	ASO	0	0	7,5 ECTS em Opcionais
Computadores/Computers	Comp	0	0	6 ECTS em Opcionais

Síntese, Estrutura Molecular e Análise Química/Synthesis, Molecular Structure and Chemical Analysis	SEMAQ	0	0	6 ECTS em Opcionais
Física Interdisciplinar/Interdisciplinary Physics	FInter	0	0	6 ECTS em Opcionais
Todas as Áreas Científicas do IST/All scientific areas of IST	OL	0	0	22,5 ECTS em Opcionais
Escolher 61,5 ECTS em opcionais <b>(21 Items)</b>		<b>0</b>	<b>61.5</b>	

## 2.2. Estrutura Curricular - Área de Formação em Energia Nuclear

### 2.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor, ou outra (se aplicável). *Área de Formação em Energia Nuclear*

#### 2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable) *Nuclear Energy*

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Físicas e Tecnologias Básicas/ Basic Physics and Technologies	FBas	6	0	12 ECTS Opcionais
Física de Partículas e Física Nuclear/Particle and Nuclear Physics	FPaFN	6	0	6 ECTS Opcionais
Física/Physics	Fis	12	0	6 ECTS Opcionais
Mecânica Estrutural e Estruturas/Structural Mechanics and Structures	MEE	0	0	6 ECTS Opcionais
Sistemas, Decisão e Controlo/Systems, Decision and Control	SDC	0	0	6 ECTS Opcionais
Controlo, Automação e Informática Industrial/Control, Automation and Industrial Informatics	CAII	0	0	6 ECTS Opcionais
Ambiente e Energia/Environment and Energy	AE	0	0	21 ECTS Opcionais
Engenharia e Gestão de Sistemas/ Systems Engineering and Management	EGS	0	0	21 ECTS Opcionais
Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia/Thermofluids and Energy Conversion Technologies	TTCE	0	0	12 ECTS Opcionais
Hidráulica, Ambiente e Recursos Hídricos/ Hydraulics, Environment and Water Resources	HARH	0	0	13,5 ECTS Opcionais
Electrónica/Electronics	Electr	0	0	13,5 ECTS Opcionais
Energia/Energy	Energ	0	0	12 ECTS Opcionais
Ciências de Engenharia Química/Chemical Engineering Sciences	CEQ	0	0	6 ECTS Opcionais
Engenharia e Gestão de Organizações/ Engineering and Management of Organizations	EGO	0	0	49,5 ECTS Opcionais
Metodologia e Tecnologia da Programação/Methodology and Programming Theory	MTP	0	0	7,5 ECTS Opcionais
Arquitetura e Sistemas Operativos/Architecture and Operating Systems	ASO	0	0	7,5 ECTS Opcionais
Computadores/Computers	Comp	0	0	6 ECTS Opcionais
Síntese, Estrutura Molecular e Análise Química/Synthesis, Molecular Structure and Chemical Analysis	SEMAQ	0	0	6 ECTS Opcionais
Todas as Áreas Científicas do IST/All scientific areas of IST	OL	0	0	22,5 ECTS Opcionais



escolher 37,5 ECTS em opções (20 Items)	24	37.5 37.5
--	----	--------------

## 2.2. Estrutura Curricular - Área de Formação em Energias Renováveis

### 2.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor, ou outra (se aplicável). Área de Formação em Energias Renováveis

#### 2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable) Renewable Energy

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Engenharia de Processos e Projecto/Processes and Project Engineering	EPP	0	0	6 ECTS Opcionais
Ciências de Engenharia Química/Chemical Engineering Sciences	CEQ	0	0	24 ECTS Opcionais
Sistemas, Decisão e Controlo/Systems, Decision and Control	SDC	0	0	6 ECTS Opcionais
Controlo, Automação e Informática Industrial/Control, Automation and Industrial Informatics	CAII	0	0	6 ECTS Opcionais
Ambiente e Energia/Environment and Energy	AE	0	0	21 ECTS Opcionais
Engenharia e Gestão de Sistemas/ Systems Engineering and Management	EGS	0	0	21 ECTS Opcionais
Hidráulica, Ambiente e Recursos Hídricos/ Hydraulics, Environment and Water Resources	HARH	0	0	25,5 ECTS Opcionais
Electrónica/Electronics	Electr	0	0	13,5 ECTS Opcionais
Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia/Thermofluids and Energy Conversion Technologies	TTCE	0	0	52,5 ECTS Opcionais
Energia/Energy	Energ	0	0	49,5 ECTS Opcionais
Metodologia e Tecnologia da Programação/Methodology and Programming Theory	MTP	0	0	7,5 ECTS Opcionais
Arquitetura e Sistemas Operativos/Architecture and Operating Systems	ASO	0	0	7,5 ECTS Opcionais
Computadores/Computers	Comp	0	0	6 ECTS Opcionais
Síntese, Estrutura Molecular e Análise Química/Synthesis, Molecular Structure and Chemical Analysis	SEMAQ	0	0	6 ECTS Opcionais
Física Interdisciplinar/Interdisciplinary Physics	FInter	0	0	18 ECTS Opcionais
Minas e Georrecursos/ Mining and Earth Resources	MG	0	0	6 ECTS Opcionais
Engenharia e Gestão de Organizações/ Engineering and Management of Organizations	EGO	0	0	49,5 ECTS Opcionais
Todas as Áreas Científicas do IST/All scientific areas of IST	OL	0	0	22,5 ECTS Opcionais
Escolher 61,5 ECTS em opcionais (19 Items)		0	61.5 61.5	

## 2.3. Metodologias de ensino e aprendizagem centradas no estudante.

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

na criação do processo de aprendizagem.

*Ao nível da aprendizagem várias estratégias têm sido exploradas e implementadas para a aumentar o papel activo dos estudantes: 1) utilização de ferramentas digitais para feedback quase instantâneo do acompanhamento das matérias pelos alunos (e.g. Kahoot); 2) utilização da plataforma MOOC.Técnico (mooc.tecnico.ulisboa.pt) para aprendizagem à distancia e avaliação total/parcial de unidades curriculares; 3) utilização de técnicas de “flipped-classroom” com os estudantes na sala de aula em processos de avaliação mútua e feedback; 4) integração de estudantes em projectos e realização de dissertações de mestrado em equipas dos centros de investigação e/ou empresas, muitas vezes inseridos em projectos nacionais ou internacionais; 5) projectos multidisciplinares desenvolvidos pelos estudantes de vários cursos (e.g. construção de um carro eléctrico); 6) organização de jornadas, cursos, estágios de Verão, actividades departamentais, para o desenvolvimento de competências transversais.*

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

*In terms of learning, different strategies have been explored and implemented in order to increase the students’ active role, in particular: 1) use of digital tools that allow students to give almost instantaneous feedback of the subjects (e.g. Kahoot); 2) the use of the MOOC.Técnico platform (mooc.tecnico.ulisboa.pt) for distance learning to evaluate the course units totally or partially; 3) the use of flipped-classroom techniques by getting students involved in classroom in mutual evaluation processes and feedback; 4) the integration of students under MSc dissertations in teams of the research institutes and/or companies, often involved in national or international projects; 5) multidisciplinary projects developed by the students of different programmes, for example, the construction of an electric car; 6) the organisation of meetings, short courses, Summer internships, participation in departmental activities, among others, which allow for the development of crosscutting skills.*

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

*No âmbito do preenchimento dos inquéritos QUC (Qualidade das Unidades Curriculares) os estudantes têm de preencher uma questão relativa à carga de trabalho relativa a cada UC. A informação obtida a partir de todos os estudantes de cada UC é compilada e tratada para comparar a carga prevista com a carga estimada pelos estudantes. Quando há um grande desajuste entre a carga estimada e a carga prevista (superior a 1,5 ECTS) a situação é analisada no âmbito da Comissão QUC do Conselho Pedagógico. Nos casos em que se justifique é estabelecido um plano de acção envolvendo os departamentos e coordenações.*

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

*Under the QUC forms (Course Unit Quality System), students must answer a question related to the workload involved in each UC. The information obtained from all students in each QUC is compiled and treated to compare the expected workload with the workload estimated by the students. When the imbalance between the estimated workload and the expected workload is significant (greater than 1,5 ECTS) the situation is analysed under the QUC Committee of the Pedagogical Council. Where applicable, a plan of action is devised by getting departments and programme coordinators involved.*

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

*Em julho de cada ano são efectuadas reuniões de coordenação dos vários cursos, de forma a calendarizar o trabalho exigido aos estudantes ao longo dos semestres lectivos e dos períodos de avaliação, pretendendo-se distribuir o trabalho dos estudantes ao longo do tempo, dando-se especial ênfase à aprendizagem contínua. Esta calendarização atempada permite ao estudante planear o seu ano lectivo/semestre, potenciando o sucesso escolar. No âmbito do preenchimento dos inquéritos QUC (Qualidade das Unidades Curriculares) os estudantes*

*têm de preencher um bloco de questões específicas relativo à aquisição e/ou desenvolvimento de competências obtidas no âmbito de cada UC, que inclui perguntas sobre o desenvolvimento de conhecimentos e compreensão das matérias, bem como a melhoria da capacidade de aplicação de conhecimentos de forma autónoma e de desenvolvimento do sentido crítico na utilização prática das mesmas.*

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

*Every year in July, meetings are held with programme coordinators, in order to schedule the work required from students throughout the semesters and evaluation periods. The purpose is to distribute student workload throughout time, giving special attention to continuous learning. This timely scheduling allows the student to plan his academic year/semester, enhancing academic achievement. Under the QUC surveys, students should complete a number of specific questions regarding the acquisition and/or development of skills acquired under each QUC, in particular about the development of knowledge and understanding of subject matters, and improvement of the capacity of application of knowledge autonomously and development of critical judgment in their practical application.*

## 2.4. Observações

---

### 2.4 Observações.

*Os programas de duplo grau em mobilidade, envolvendo o Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia com as universidades parceiras, no âmbito dos mestrados da EIT InnoEnergy foram acreditados com o selo do EIT. Este selo de qualidade atribuído pelo European Institute of Innovation and Technology (EIT) por 4 anos a programas de ensino superior baseia-se em 5 grupos de critérios: 1) Objectivos globais de aprendizagem do EIT; 2) Formação sólida em empreendedorismo; 3) Curricula integrados baseados em “learning-by-doing”; 4) Mobilidade; 5) Formação em políticas de sensibilização e acesso.*

*Na secção 2, tabela 5.2 Procura do Ciclo de Estudos é importante referir:*

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

### 2.4 Observations.

*The double degree mobility programs, involving the Master in Energy Engineering and Management with partner universities, within the framework of the EIT InnoEnergy educational programs were awarded the EIT label. The EIT Label is a quality seal awarded for four years. EIT-labelled programs, modules and courses build on five groups of quality criteria: 1) The EIT Overarching Learning Outcomes (EIT OLOs); 2) Robust entrepreneurship education; 3) Highly integrated, innovative ‘learning-by-doing’ curricula; 4) Mobility, the European dimension and openness to the world; 5) Outreach strategy and access policy.*

*In section 2, table 5.2 Study Cycle Search it is important to mention:*

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

## 3. Pessoal Docente

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

---

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

### 3.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

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

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Mónica Duarte Correia de Oliveira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Operational Research	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Manuel Santos de Carvalho	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Alberto Do Nascimento Pinheiro	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA CIVIL	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Eduardo Jorge Da Costa Alves	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Física Nuclear	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Manuel de Arriaga Brito Correia Guedes	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ARQUITECTURA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Paula Vieira Soares Pereira Dias	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Manuel Nunes Alvarinhas Fareleira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Manuel De Jesus Sousa Correia	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Gil Domingos Marques	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Carlos Moura Bordado	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Sebastião Manuel Tavares da Silva Alves	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Helena Margarida Machado da Silva Ramos	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA CIVIL	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Manuel Vaz Velho Barbosa Marques	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA DE MINAS	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Alexandra Bento Moutinho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Paulo Nunes Cabral Telo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Francisco Manuel Da Silva Lemos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Manuel da Nave Quintino	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Engenharia e Gestão	90	<a href="#">Ficha submetida</a>
Miguel Simões Torres Preto	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria de Fátima Grilo da Costa Montemor	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Frederico Neves Bettencourt da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor		MECANICA DOS FLUIDOS	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Alexandre Trigo Teixeira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA CIVIL	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

João Eduardo De Barros Teixeira Borges	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Cristina da Silva Fernandes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ângelo Manuel Palos Teixeira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA NAVAL	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Manuel De Carvalho Gato	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Hugo Gabriel Valente Morais	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Cristina De Carvalho Silva Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Margarida Martelo Catalão Lopes de Oliveira Pires Pina	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ECONOMIA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Manuel Ferreira Monteiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Cristina De Oliveira Matos Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA CIVIL	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Arlindo Manuel Limede de Oliveira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Joaquim Pina da Fonseca	Professor Associado ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Manuel Da Silva Chaves Ribeiro Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Manuel Costa Dias de Figueiredo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Teresa Haderer de la Peña Stadler	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Filipe Coelho Veiros	Professor Associado ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Jan Gunnar Cederquist	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	CIENCIA DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Vasco Daniel Bigas Bonifácio	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Tania Alexandra Dos Santos Costa e Sousa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia do Ambiente (Instituto Superior Técnico) e Ciências da Terra e da Vida (Universidade Livre de Amsterdão)	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Alberto Ferreira Fernandes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Alexandre José Malheiro Bernardino	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Joana Castelo-Branco de Assis Teixeira Neiva Correia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Miguel Abreu de Almeida Mendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Termofluidos e Técnicas de Conversão de Energia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo José da Costa Branco	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

Ramiro Joaquim De Jesus Neves	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rui Miguel Lage Ferreira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA CIVIL	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Miguel Pinto Ramos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Alexandra Maria Moita Antunes	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rui Santos Abrantes	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engineering and Management	70	<a href="#">Ficha submetida</a>
Duarte Nuno Jardim Nunes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática e de Computadores	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Manuel Félix Madeira Lopes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Diogo António Fernandes Gonçalves	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Mestre	Data Science	60	<a href="#">Ficha submetida</a>
Viriato Sérgio De Almeida Semião	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Maria Campos da Silva André	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Faustino Fragoso Femenin dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Computer Science	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Sohel Murshed	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Mechanical and Aerospace Engineering	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rui Manuel Gameiro de Castro	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Filipe Moreira Mendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA FISICA TECNOLÓGICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Manuel Faria de Barros Henriques	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Luís Nobre Moreira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Fernanda Maria Ramos da Cruz Margarido	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA METALURGICA E DE MATERIAIS	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Carlos de Campos Henriques	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Joaquim Gonçalves Marques	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Filipe José Da Cunha Monteiro Gama Freire	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Edgar Caetano Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Sónia Maria Nunes dos Santos Paulo Ferreira Pinto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Filipe Manuel Mercier Vilaça e Moura	Professor Associado ou equivalente	Doutor	TRANSPORTES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Carlos Da Cruz Lourenço	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia e Gestão Industrial	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

Susana Margarida da Silva Vieira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	15	<a href="#">Ficha submetida</a>
Manuel Guilherme Caras Altas Duarte Pinheiro	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Environmental Engineering	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria de Fátima Costa Guedes da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Manuel Francisco Costa Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA DE MINAS	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Marta Ramilo Abrantes	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Alfred Stadler	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Física	30	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria José Ferreira dos Santos Lopes de Resende	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria João Ramos Marques Coelho Carrilho do Rosário	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Tiago Morais Delgado Domingos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia do Ambiente	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Elmar Biernat	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Physics	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Guilherme Raimundo Garcia	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Licenciado	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ricardo Balbino Santos Pereira	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Aerodinamica/ Energia Eolica	50	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Amélia Nortadas Duarte de Almeida Lemos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Miguel Areias Dias Amaral	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Augusto Santos Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Duarte de Mesquita e Sousa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Alberto Caiado Falcão de Campos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA DE CONSTRUCAO NAVAL	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Dídia Isabel Cameira Covas	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA CIVIL	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Miguel Veiga Vaz Caldas de Oliveira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Jorge Martins Coelho	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Fonseca Galvão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia do Ambiente	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Paulo Neto Torres	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	50	<a href="#">Ficha submetida</a>
Cândido Jorge Peres Moreira	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Mestre	Controlo de Gestão e dos Negócios - Especialização Finanças Empresariais	30	<a href="#">Ficha submetida</a>
Gonçalo Nuno Guerreiro de Jesus Silva	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>



Jorge De Saldanha Gonçalves Matos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA CIVIL	100	Ficha submetida
Helena Maria Dos Santos Geirinhas Ramos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Figueiredo Coelho de Oliveira	Professor Catedrático convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia e técnicas afins	30	Ficha submetida
Paulo Vasconcelos Dias Correia	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA CIVIL	100	Ficha submetida
José Carlos Fernandes Pereira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Ricardo Filipe De Melo Teixeira	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia do Ambiente	20	Ficha submetida
Alberto Manuel Ramos da Cunha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Diogo Miguel Franco dos Santos	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	0	Ficha submetida
João Manuel Ribeiro Costa Baltazar	Assistente ou equivalente	Licenciado	ENGENHARIA NAVAL	100	Ficha submetida
Katharina Lorenz	Professor Associado convidado ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
João Filipe Pereira Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Luís António Fialho Marcelino Ferreira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Duarte Pedro Mata de Oliveira Valério	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
António José da Costa Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA DE MINAS	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Brito da Silva Girão	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Alda Maria Pereira Simões	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Claudia Martins Antunes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
José Manuel Dias Ferreira de Jesus	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA ELECTROTECNICA	100	Ficha submetida
Maria Fernanda Do Nascimento Neves de Carvalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Renato Jorge Caleira Nunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Afonso Tinoco de Faria Cecílio dos Santos	Assistente convidado ou equivalente	Mestre	Engenharia Informatica e de Computadores	59	Ficha submetida
Carlos Maria Ubach Chaves e David Calder	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Ciências sociais e do comportamento	30	Ficha submetida
Moisés Luzia Gonçalves Pinto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Maria Rosinda Da Costa Ismael	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida



Maria Filipa Gomes Ribeiro	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Margarida Barata Monteiro	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia do Ambiente	100	Ficha submetida
Maria Tereza Angelino Reis	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Amílcar de Oliveira Soares	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA DE MINAS	100	Ficha submetida
Paulo Manuel Cadete Ferrão	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
João Miguel Da Costa Sousa	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida
Maria do Rosário Sintra de Almeida Partidário	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia do Ambiente	100	Ficha submetida
Luísa Margarida Dias Ribeiro de Sousa Martins	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Paulo Manuel da Fonseca Teixeira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA CIVIL	100	Ficha submetida
Tânia Rute Xavier de Matos Pinto Varela	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
Maria Manuela Portela Correia dos Santos Ramos da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA CIVIL	100	Ficha submetida
Carlos António Bana e Costa	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA DE SISTEMAS	100	Ficha submetida
Rodrigo De Almada Cardoso Proença de Oliveira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA CIVIL	100	Ficha submetida
				<b>12134</b>	

<sem resposta>

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

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

##### 3.4.1.1. Número total de docentes.

**129**

##### 3.4.1.2. Número total de ETI.

**121.34**

#### 3.4.2. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

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

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº de docentes / Staff number	% em relação ao total de ETI / % relative to the total FTE
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	116	95.599142904236

### 3.4.3. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

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

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	117.85	97.12378440745

### 3.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

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

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*	
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	117.85	97.12378440745	121.34
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0	0	121.34

### 3.4.5. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

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

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*	
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	114	93.95088181968	121.34
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	3	2.4723916268337	121.34

## 4. Pessoal Não Docente

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

*Os seguintes factos dificultam a identificação dos funcionários não docentes (FND) afetos à lecionação do MEGE: a organização do IST prevê a afetação dos FND a departamentos e não a cursos; muitos dos funcionários, em particular os dependentes dos órgãos centrais, dão apoio ao conjunto de cursos; as tarefas de apoio direto ao MEGE são em alguns casos apenas uma parcela das tarefas que desempenham.*

*No plano administrativo têm uma participação significativa que se deve ressaltar os seguintes funcionários:*

*Maria José Ramos Henriques Neves (20%)*

*Elvira Pinto Martins Lopes da Silva (25%)*

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

*The following facts difficult the identification of non-teaching staff (NTS) involved with MEGE: IST organization allocates NTS to the departments and not to courses; many staff members, in particular those dependent of the central bodies, provide support to all courses; the tasks related to the direct support to MEGE are, in most cases, only a fraction of the set of tasks they are assigned.*

*In administrative duties the following non-academic staff has a significant contribution to the MEGE activities:*

*Maria José Ramos Henriques Neves (20%)  
Elvira Pinto Martins Lopes da Silva (25%)*

**4.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.**  
*A qualificação do pessoal não docente nos departamentos do IST é muito variada.  
A qualificação dos seguintes funcionários é:  
Maria José Ramos Henriques Neves:  
Elvira Pinto Martins Lopes da Silva: Escola secundária-12º ano*

**4.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.**  
*The academic qualification of the non-academic staff is very deversified.  
The academic qualification of the following staff is:  
Maria José Ramos Henriques Neves:  
Elvira Pinto Martins Lopes da Silva:High Scholl 12th year*

## 5. Estudantes

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

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

**5.1.1. Total de estudantes inscritos.**  
**105**

#### 5.1.2. Caracterização por género

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

Género / Gender	%
Masculino / Male	76
Feminino / Female	24

#### 5.1.3. Estudantes inscritos por ano curricular.

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

Ano Curricular / Curricular Year	Nº de estudantes / Number of students
1º ano curricular	77
2º ano curricular	28
	<b>105</b>

## 5.2. Procura do ciclo de estudos.

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

	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano/ Last year	Ano corrente / Current year
N.º de vagas / No. of vacancies	15	15	15
N.º de candidatos / No. of candidates	28	27	30
N.º de colocados / No. of accepted candidates	15	15	15
N.º de inscritos 1º ano 1ª vez / No. of first time enrolled	99	110	66

Nota de candidatura do último colocado / Entrance mark of the last accepted candidate	0	0	0
Nota média de entrada / Average entrance mark	0	0	0

### 5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes

#### 5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes.

*Na Tabela 5.1.3 “Estudantes inscritos por ano curricular” o número de inscrições no primeiro ano curricular corresponde ao número de alunos que se matriculam pela primeira vez no MEGE, independentemente de entrarem para o primeiro ano curricular, ou para o segundo ano curricular, sendo este último caso possível apenas para os alunos em mobilidade.*

*O número de inscrições no segundo ano curricular corresponde ao número de alunos que se matriculam, pelo menos, pela segunda vez no MEGE no IST.*

*Na Tabela 5.2 “Procura do ciclo de estudos” o número de vagas, o número de candidatos e o número de colocados dizem apenas respeito ao concurso interno de acesso ao 2º ciclo. O número de inscritos no 1º ano pela 1ª vez engloba todos os alunos de todos os regimes de acesso (concurso interno, concurso internacional e acordos de mobilidade). Nos campos que têm o valor zero (0) dever-se-á ler “não aplicável”*

#### 5.3. Eventual additional information characterising the students.

*In Table 5.1.3 “Students enrolled in each curricular year” the number of enrolments in the first curricular year corresponds to the number of students that enrol for the first time in MEGE, independently of entering in the first curricular year, or in the second curricular year, the latter case only applicable to mobility students.*

*The number of enrolments in the second curricular year corresponds to the number of students which enrol, at least, for the second time in MEGE at IST.*

*In Table 5.2 “Study programme’s demand” the number of vacancies, the number of candidates and the number of accepted candidates are only of the regular internal call (“Concurso interno de acesso ao 2º ciclo”). The number of students enrolled in the 1st year for the 1st time comprises all the students from the various admission ways to MEGE (internal call, international call and mobility agreements).*

*In the numeric fields with zero values this is to be read as “non-applicable”*

## 6. Resultados

### 6.1. Resultados Académicos

#### 6.1.1. Eficiência formativa.

##### 6.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency

	Antepenúltimo ano / Two before the last year	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year
N.º graduados / No. of graduates	17	75	66
N.º graduados em N anos / No. of graduates in N years*	15	65	61
N.º graduados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	2	4	3
N.º graduados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	0	4	0
N.º graduados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	0	2	2

#### Pergunta 6.1.2. a 6.1.3.

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

*não aplicável a Mestrados*

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

*Non applicable to Masters*

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

*No âmbito do QUC está prevista a apresentação dos resultados semestrais de cada UC não só ao coordenador de curso, como também aos presidentes de departamento responsáveis pelas várias UCs, em particular os resultados da componente de avaliação da UC que engloba o sucesso escolar. Paralelamente, o coordenador de curso tem ao seu dispor no sistema de informação um conjunto de ferramentas analíticas que permitem analisar e acompanhar o sucesso escolar nas várias UC ao longo do ano letivo.*

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

*As part of the QUC system, half yearly results of each course unit are must also be submitted not only to the course coordinator, but also to the heads of departments that are responsible for the course units, particularly the results of evaluation of the course unit that comprises academic success. The course coordinator also has a set of analytical tools that allow him/her to analyse and monitor the academic achievement of the different course units throughout the academic year.*

**6.1.4. Empregabilidade.**

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

*dados recentes não disponíveis*

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

*Recent data not available*

**6.1.4.2. Reflexão sobre os dados de empregabilidade.**

*Um inquérito feito em Maio de 2018 a todos os alunos InnoEnergy graduados em 2017 revelou um taxa de empregabilidade de 84% entre os graduados que responderam ao inquérito. Taxa de resposta: 32% (176 inquéritos enviados, 56 respostas).*

*Um outro estudo feito também em Maio de 2018 a todos os alunos graduados da InnoEnergy que frequentaram o IST, revelou que 75% dos graduados indicavam no LinkedIn ter um emprego. N.º total de graduados InnoEnergy que frequentaram o IST até Maio 2018: 196.*

**6.1.4.2. Reflection on the employability data.**

*A survey done in May 2018 to all the InnoEnergy graduates in 2017 showed an employment rate of 84% among graduates who answered the survey. Response rate: 32% (176 surveys sent, 56 answers).*

*Another survey also done in May 2018 to all InnoEnergy graduates that studied at IST, showed that 75% of the graduates stated to have a job in LinkedIn. Number of total InnoEnergy graduates that studied at IST until May 2018: 196.*

## **6.2. Resultados das atividades científicas, tecnológicas e artísticas.**

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

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

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	N.º de docentes do ciclo de estudos integrados/ No. of integrated study programme's teachers	Observações / Observations
Centro de Física Teórica de Partículas	Muito Bom	IST-ID	3	No Obs
Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas	Excelente	IST-ID	3	No Obs

Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear	Excelente	IST-ID	1	No Obs
Centro de Estudos de Gestão do Instituto Superior Técnico	Muito Bom	IST-ID	13	No Obs
Centro de Química Estrutural (CQE)	Excelente	IST-ID	12	No Obs
Instituto de Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade (CERIS)	Excelente	IST-ID	13	No Obs
Centro de Engenharia e Tecnologia Naval e Oceânica (CENTEC)	Excelente	IST-ID	1	No Obs
Instituto de Bioengenharia e Biociências (IBB)	Excelente	IST-ID	1	No Obs
Instituto de Telecomunicações (IT)	Muito Bom	IST-ID	6	No Obs
Laboratório de Robótica e Sistemas de Engenharia (LARSyS)	Excelente	IST-ID	17	No Obs
Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Investigação e Desenvolvimento em Lisboa (INESC-ID)	Excelente	IST-ID	13	No Obs
Centro de Recursos Naturais e Ambiente (CERENA)	Excelente	IST-ID	12	No Obs
Instituto de Engenharia Mecânica (IDMEC)	Excelente	IST-ID	17	No Obs

#### Pergunta 6.2.2. a 6.2.5.

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

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/abbeb71b-164c-098a-e9ce-5fd114016bcd>

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

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/abbeb71b-164c-098a-e9ce-5fd114016bcd>

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

*O Instituto Superior Técnico, como instituição de ensino superior e grande escola de ciência, tecnologia e engenharia, desenvolve uma actividade intensa de desenvolvimento tecnológico na área da Energia através dos seus centros de investigação em parceria com outras instituições de investigação e empresas. A prestação de serviços à comunidade realiza-se de uma forma muito diversificada que inclui a realização de investigação aplicada sob contracto para empresas, actividade de consultoria e acções de formação avançada a profissionais do sector da Energia. Esta actividade tem tido uma desejável coordenação estratégica na instituição através da recente criação da Plataforma de Energia que procura agregar as actividades principais na área de Energia que se realizam no IST.*

*No plano cultural e artístico o IST prossegue uma política de envolvimento da comunidade académica, estudantes, professores e funcionários, num conjunto de iniciativas e actividades que abrangem o cinema, o teatro, a música, a pintura, o jornalismo, a fotografia e a rádio. No plano desportivo os alunos dispõem de oportunidades de prática desportiva num conjunto de modalidades, quer em representação do IST nas diferentes competições académicas, quer em modalidade livre.*

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

*Instituto Superior Técnico, as a higher education institution and excellence school of science, technology and engineering, develops intense activity of technological development in the area of Energy through its research centers in partnership with other research institutions and companies. The provision of services to the community is made in a varied forms including, applied research under contract to companies, consulting activities and advanced education of professionals in the Energy sector. This activity has been strategically coordinated in the institution through the creation of the Energy Platform initiative which aims at gathering the main activities in the area of energy that take place at IST.*

*In the cultural and artistic level, IST pursues an involvement politics of the academic community, students, professors and staff, in a group of initiatives and activities which encompass cinema, theater, music, painting, journalism, photography and radio. In the sports level students have opportunities of doing sports in a group of disciplines, whether representing IST in different academic competitions or in free style.*

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

*Programas de MSc em duplo grau e de PhD - EIT Innoenergy, 1000 k€/ano.*

*Micro MSc European Battery Alliance - EIT, 50 k€/ano.*

*Financiamento base FCT às unidades de investigação.*

**Programas doutorais FCT, em ambiente industrial ENGIQ, Erasmus Mundus II e ITN Marie Curie.**  
**Programa MIT-Portugal em Sustainable Energy Systems (SES) e Engineering Design and Advanced Manufacturing (EDAM).**  
**OIPG, Observatório Internacional de Políticas Globais para a Exploração do Atlântico.**  
**Projectos em sistemas de energia das ondas incluindo estudos básicos, projecto e construção da central piloto de energia das ondas na ilha do Pico nos Açores.**  
**GALP 21 – programa de cooperação universitário para a atribuição de estágios em eficiência energética -47 k€/ano.**  
**SUSCITY – simulação multidimensional com modelação e recolha de dados físicos urbanos -140 k€/3 anos.**  
**SHARING CITIES – soluções acessíveis, integradas, de escala comercial para cidades inteligentes com alto valor de mercado.**

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

**MSc double degree and PhD program- EIT Innoenergy, 1000 k€/year.**  
**Micro MSc European Battery Alliance - EIT, 50 k€/year.**  
**FCT general funding to research units.**  
**FCT PhD programs, industry PhD program ENGIQ, Erasmus Mundus II and a Marie Curie ITN.**  
**MIT-Portugal Program in Sustainable Energy Systems (SES) and Engineering Design and Advanced Manufacturing (EDAM).**  
**OIPG, International Observatory for Global Policies for the Sustainable Exploration of Atlantic.**  
**Projects on wave energy including the basic studies, design, construction and monitoring of the European wave energy pilot plant at the island of Pico, Azores.**  
**GALP 21 - university cooperation program designed for internships for energy efficiency - 47 k€/year.**  
**SUSCITY - Multi-dimensional simulation with physical urban modeling and data collection machine 140 k€/3 years.**  
**SHARING CITIES – affordable, integrated, commercial-scale smart city solutions with a high market potential.**

### 6.3. Nível de internacionalização.

#### 6.3.1. Mobilidade de estudantes e docentes

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

	%
Alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Foreign students enrolled in the study programme	73
Alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Students in international mobility programmes (in)	11
Alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Students in international mobility programmes (out)	8
Docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Foreign teaching staff, including those in mobility (in)	0
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Teaching staff mobility in the scientific area of the study (out).	0

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

**6.3.2. Participação em redes internacionais com relevância para o ciclo de estudos (redes de excelência, redes Erasmus).**  
**O IST participa em diferentes redes de excelência internacionais (CLUSTER, TIME, ATHENS, MAGALHÃES, CESAER, HERITAGE) e na rede Erasmus. De particular relevância para este ciclo de estudos destaca-se o CLUSTER que está na génese da InnoEnergy de cujos programas de educação de nível de mestrado em que o IST está envolvido (CFAFE, ENTECH, RENE e SELECT) provêm grande parte dos alunos em mobilidade deste ciclo de estudos.**  
**Presentemente frequentam o Mestrado em Engenharia e Gestão de Energia alunos provenientes das seguintes redes internacionais: INNOENERGY, TIME e ERASMUS.**

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

**IST participates in different international excellence networks (CLUSTER, TIME, ATHENS, MAGALHÃES, CESAER, HERITAGE) and in the Erasmus network. Of particular relevance for this cycle of studies is the CLUSTER network that was at the origin of InnoEnergy. Its MSc education programs in which IST is involved (CFAFE, ENTECH, RENE e SELECT) host the majority of the mobility students of this cycle of studies.**  
**Currently, the Master in Energy Engineering and Management hosts students from the following international networks: INNOENERGY, TIME and ERASMUS.**

## 6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

---

### 6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

*Comentário em relação ao 6.1.1: Eficiência Formativa.*

*O processo de conclusão do Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia nos programas de mobilidade de duplo grau, estabelecidos no âmbito dos programas de mobilidade SELECT, RENE, CFAFFE e ENTECH do EIT Innoenergy, implica o reconhecimento por equivalência dos créditos realizados na universidade parceira. O procedimento de atribuição das equivalências é precedido do envio formal do registo académico (ToR) do aluno obtido na universidade parceira e tem uma tramitação própria no IST. Esta tramitação implica uma proposta do mapa de equivalências por parte da coordenação do curso de mestrado que tem de ser sucessivamente homologada na Comissão de Equivalências e Conselho Científico. Este procedimento tem um tempo ainda elevado, dada a necessidade de verificação formal dos documentos oficiais, que nem sempre estão em conformidade e obrigam a interação adicional entre os serviços académicos do IST e da universidade parceira. Este tempo elevado é responsável por um atraso considerável na conclusão do mestrado em muitos casos. A estatística de conclusão reflecte esta situação. Note-se, no entanto, que os registos académicos das duas universidades em separado, logo que os alunos completam os créditos em cada universidade, têm sido utilizados pelos alunos como indicação de que concluíram o programa em cada universidade.*

### 6.4. Eventual additional information on results.

*Comment regarding 6.1.1: Graduation efficiency.*

*The process for graduation in the Master in Energy Engineering and Management for the double degree mobility programs SELECT, RENE, CFAFFE and ENTECH of EIT InnoEnergy, implies the recognition by equivalence of the credits taken in the partner university. The equivalence procedure is preceded by the formal submission of the academic transcript of records (ToR) of the student obtained in the partner university and has a specific procedure at IST. This procedure requires a proposal of equivalencies by the master's coordination which is subsequently approved by the Equivalence Commission and the Scientific Council. This procedure often requires a long period of time due to the necessity of the formal verification of the official documents, which are not always in conformity, implying additional interaction between the academic services of IST and the partner university. This long time is responsible for a delay in the conclusion of the master in many cases. The conclusion statistics reflects this situation. Please note, however, that the separated academic records of both universities, as soon as the students complete the credits in each university, have been used by the students as indication of program conclusion in each university.*

## 7. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade

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

---

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

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

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

*Sim*

#### 7.1.1. Hiperligação ao Manual da Qualidade.

[http://cgq.tecnico.ulisboa.pt/files/sites/76/manualqualidadev03\\_00.pdf](http://cgq.tecnico.ulisboa.pt/files/sites/76/manualqualidadev03_00.pdf)

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

[7.1.2.\\_r3a\\_mege\\_2018\\_19-c.pdf](#)

### 7.2 Garantia da Qualidade

---

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

*<sem resposta>*

7.2.1. Mechanisms for quality assurance of the study programmes and the activities promoted by the services or structures supporting the teaching and learning processes, namely regarding the procedures for information collection (including the results of student surveys and the results of academic success monitoring), the monitoring and periodic assessment of



the study programmes, the discussion and use of the results of these assessments to define improvement measures, and the monitoring of their implementation.

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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

*Os programas de duplo grau em mobilidade, envolvendo o Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia com as universidades parceiras, no âmbito dos mestrados da EIT InnoEnergy foram acreditados com o selo do EIT. Este selo de qualidade atribuído pelo European Institute of Innovation and Technology (EIT) por 4 anos a programas de ensino superior baseia-se em 5 grupos de critérios: 1) Objectivos globais de aprendizagem do EIT; 2) Formação sólida em empreendedorismo; 3) Curricula integrados baseados em “learning-by-doing”; 4) Mobilidade; 5) Formação em políticas de sensibilização e acesso.*

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

*The double degree mobility programs, involving the Master in Energy Engineering and Management with partner universities, within the framework of the EIT InnoEnergy educational programs were awarded the EIT label. The EIT Label is a quality seal awarded for four years. EIT-labelled programs, modules and courses build on five groups of quality criteria: 1) The EIT Overarching Learning Outcomes (EIT OLOs); 2) Robust entrepreneurship education; 3) Highly integrated, innovative ‘learning-by-doing’ curricula; 4) Mobility, the European dimension and openness to the world; 5) Outreach strategy and access policy.*

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

### 8.1 Análise SWOT global do ciclo de estudos

---

**8.1.1. Pontos fortes**

*Programa de curso concebido de forma a facultar muita flexibilidade de escolha ao aluno, proporcionando diferentes especialidades*  
*Expertise disponível ao nível docente, aspeto que permite definir novos temas e novas abordagens, atualizando regularmente os programas*  
*Presença forte de tópicos e áreas fundamentais*  
*Presença forte em networking Industria-Universidade*  
*Boa capacidade de lecionar e interagir em inglês*

**8.1.1. Strengths**

*Course program designed to provide a lot of flexibility to the student, providing different specialties*  
*Expertise available at the teaching level, an aspect that allows defining new themes and new approaches, regularly updating the programs*  
*Strong presence of key topics and areas*  
*Strong presence in Industry-University networking*  
*Good ability to teach and interact in English*

**8.1.2. Pontos fracos**

*Limitações de custos prejudica uma gestão profissional ao nível administrativo (gestão de Alumni)*  
*Alguns laboratórios envelhecidos (problemas de infraestruturas e equipamento)*  
*Capacidade limitada, com serias dificuldades em permitir expansão em quantidade e qualidade (do lado da oferta)*  
*Programa a exigir uma renovação/adaptação:*

- *Rever o programa das cadeiras novas, algumas exigiram demasiada carga horária relativamente aos créditos defendidos e outras eram um pouco confusas.*
- *Mais contacto com a prática*
- *Mais incentivos e outros apoios a novos projetos.*

*Falta de renovação do corpo docente (média de idades 55)*

**8.1.2. Weaknesses**

*Cost limitations hamper professional management at the administrative level (Alumni management)*  
*Some aged laboratories (infrastructure and equipment problems)*  
*Limited capacity, with serious difficulties in allowing expansion in quantity and quality (on the supply side)*  
*Program requiring renewal / adaptation:*

- *Reviewing the new chairs program, some required too much workload in relation to the credits defended and others were a little confusing.*
- *More contact with practice*
- *More incentives and other support for new projects.*

*Lack of faculty staff renewal (average age 55)*

**8.1.3. Oportunidades**

*O MEGE oferece programas customizados” com larga escolha de alternativas.*  
*A conceção do MEGE permite explorar determinadas matérias inovadoras (Procura)*  
*Potencialidades de expansão em número de alunos (do lado da procura)*  
*O MEGE situa-se internacionalmente num contexto de necessidades crescentes quer ao nível da prática, quer ao nível da legislação vigente e em desenvolvimento.*  
*O MEGE enquadra-se e oferece formação de quadros especializados alinhados com o paradigma da transição energética,*

**8.1.3. Opportunities**

*MEGE offers customized programs ”with a wide choice of alternatives.*  
*The design of MEGE allows to explore certain innovative materials (Demand)*  
*Potential for expansion in number of students (on the demand side)*  
*MEGE is located internationally in a context of growing needs, both in terms of practice and in terms of current and developing legislation.*  
*MEGE fits and offers training of specialized staff aligned with the energy transition paradigm,*

**8.1.4. Constrangimentos**

**Outros cursos europeus que não sejam nossos parceiros**  
**Eventualmente outros cursos europeus que sejam nossos parceiros**  
**A concorrência de parceiros, copiando ideias e iniciativas, são uma ameaça à diversidade que acaba com a mobilidade**

#### 8.1.4. Threats

**European courses other than our partners**  
**Eventually other European courses that are our partners**  
**Competition from partners, copying ideas and initiatives, is a threat to the diversity that puts an end to mobility**

## 8.2. Proposta de ações de melhoria

---

### 8.2. Proposta de ações de melhoria

#### 8.2.1. Ação de melhoria

**-As limitações enumeradas nos Pontos Fracos (secção 8.1) foram tidas em conta na elaboração da nova estrutura do MEGE e na estratégia definida pelo IST para a sua implementação em Setembro de 2021 com base numa contratação de docentes/discentes.**

**Acção 1: Contratação de pessoa para apoio administrativo a tempo inteiro dentro das limitações existentes na instituição para contratações.**

**Acção 2: Alocação de verbas geridas pelo mestrado à melhoria de laboratórios específicos, no contexto das UC's reestruturadas no novo modelo formativo a implementar (alinhado com toda a escola).**

**Acção 3: Trabalhar em estratégias de divulgação para garantir mais admissões de alunos com conseqüente aumento da sua qualidade ou investimento no aumento da capacidade para acomodar o aumento de admissões de alunos.**

**Acção 4: Apresentação de propostas de vagas estratégicas ao Conselho Científico e propostas de contratação de Professores Convidados no âmbito do novo curso (2020/...)**

#### 8.2.1. Improvement measure

**-The limitations listed in the Weak Points (section 8.1) were taken into account in the elaboration of the new MEGE structure and in the strategy defined by IST for its implementation in September 2021 based on a hiring of teachers / students.**

**Action 1: Hiring a person for full-time administrative support within the institution's existing limitations for hiring.**

**Action 2: Allocation of funds managed by the master to improve specific laboratories, in the context of UC's restructured in the new training model to be implemented (aligned with the whole school).**

**Action 3: Work on dissemination strategies to ensure more student admissions with a consequent increase in quality or investment in increasing the capacity to accommodate the increase in student admissions.**

**Action 4: Presentation of proposals for strategic vacancies to the Scientific Council and proposals for hiring Invited Professors under the new course (2020 / ...)**

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

**Acção 1: Prioridade alta.**

**Acção 2: Prioridade média.**

**Acção 3: Prioridade média/alta.**

**Acção 4: Prioridade alta.**

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

**Action 1: High priority.**

**Action 2: Medium priority.**

**Action 3: Medium / high priority.**

**Action 4: High priority.**

#### 8.1.3. Indicadores de implementação

**Acção 1: Apresentação da contratação.**

**Acção 2: Indicadores de reequipamento de laboratórios.**

**Acção 3: Evolução de no de alunos admitidos e do seu nível de desempenho.**

**Acção 4: Contratações realizadas.**

#### 8.1.3. Implementation indicator(s)

**Action 1: Presentation of the contract.**

**Action 2: Laboratory refit indicators.**

**Action 3: Evolution of the number of admitted students and their level of performance.**

**Action 4: Contracts made.**

## 9. Proposta de reestruturação curricular (facultativo)

### 9.1. Alterações à estrutura curricular

#### 9.1. Síntese das alterações pretendidas e respectiva fundamentação

*O Técnico estabeleceu como uma das suas prioridades a actualização e adaptação do seu modelo de ensino e práticas pedagógicas aos dias de hoje. Neste contexto desencadeou um processo de análise e reflexão sobre o seu modelo de ensino e práticas pedagógicas, visando definir as linhas orientadoras para uma reorganização da formação na Escola. Em Janeiro de 2018 foi constituída a “Comissão de Análise do Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas”- CAMEPP do IST, mandatada pelos órgãos da Escola, para repensar o modelo de formação pedagógica do IST. Dessa análise resultou um conjunto de medidas relativamente à estrutura curricular, organização, filosofia, e práticas pedagógicas, que estão reflectidas no documento PERCIST- “Princípios enquadradores para a reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclo do Instituto Superior Técnico 2122”. O PERCIST estabeleceu as linhas gerais para a reestruturação de todos os cursos conferentes de grau de 1º e 2º ciclos do Instituto Superior Técnico (IST) que vão ser implementados em 21-22. As principais medidas que vão ser implementadas e que foram incorporadas na reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclos do IST são aqui apresentadas de forma genérica:*

- **Reconhecimento da importância da formação de base sólida em Ciências de Engenharia;**
  - **Reconhecimento da importância da formação de base sólida em Ciências de Engenharia;**
  - **Alteração para UCs de 12, 9, 6 e 3 unidades do Sistema europeu de transferência e acumulação de créditos (ECTS);**
  - **Aumento generalizado da flexibilidade curricular a nível de 1º ciclo com a criação de pre-major (até 12ECTS), e no 2º ciclo com a oferta de opções livres (18-30ECTS);**
  - **Criação de minors coerentes de 18 ECTS, ao nível do 2.º ciclo, numa área de formação complementar e multidisciplinar, que pode ser intra- ou interdepartamental;**
  - **Criação/reforço de projetos integradores e interdisciplinares que envolverá trabalho preferencialmente em equipa e podendo ter por base problemas e desafios reais: i) num projeto tipo Capstone ii) numa Unidade de Investigação, ou iii) em ambiente empresarial (UC “Projeto Integrador de 1º ciclo (PIC1));**
  - **A nível de 2º ciclo, a dissertação de mestrado poderá ser enquadrável também em uma de três modalidades: i) tese científica, ii) projeto em empresa e ii) projeto CAPSTONE, potenciando a interdisciplinaridade.**
  - **Reconhecimento curricular de atividades extracurriculares;**
  - **Introdução da formação em Humanidades, Artes e Ciências Sociais (HASS);**
  - **Reforço das competências transversais integradas nas unidades curriculares;**
  - **Reforço das valências em computação e programação;**
  - **Aumento da formação em empreendedorismo e inovação**
  - **Mudança de paradigma de ensino com introdução/reforço de unidades curriculares baseadas em Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on;**
- Informação mais detalhada sobre algum destes aspectos poderá ser disponibilizada e consultada em: Relatório CAMEPP e documento PERCIST.**

#### 9.1. Synthesis of the proposed changes and justification.

*Técnico established, as one of its priorities, the reshaping of its teaching model and pedagogical practices to today’s world. In this context, it started a process of analysis and reflection on its teaching model and pedagogical practices, aiming to define the guidelines for a reorganization of the courses curricula and pedagogical model in the School. In January 2018, the “Comissão de Análise do Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas - CAMEPP” was set up, mandated by the School bodies, to rethink the IST’s pedagogical training model. This analysis resulted in a set of measures regarding the curricular structure, organization, philosophy, and pedagogical practices, which are reflected in the document PERCIST “Princípios enquadradores para a reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclo do Instituto Superior Técnico 2122””. PERCIST has established the general guidelines for restructuring all courses of Instituto Superior Técnico (IST), conferring degrees from 1st and 2nd cycles, and that will be implemented in 21-22. The main measures that are going to be implemented, and that were incorporated in IST’s 1st and 2nd cycle courses,*

are presented here in a generic way:

**Recognition of the importance of solid training in Engineering Sciences;**

- **Change to UCs of 12, 9, 6 and 3 units of the European credit transfer and accumulation system (ECTS);**
- **Increased of curricular flexibility at the 1st cycle level with the creation of pre-major curricular units (up to 12ECTS), and in the 2nd cycle with curricular units as free options (18-30ECTS);**
- **Creation of coherent minors of 18 ECTS, at the level of the 2nd cycle, in an area of complementary and multidisciplinary training, which can be intra- or interdepartmental;**
- **Creation / reinforcement of integrative and interdisciplinary projects that will involve preferably team work and may be based on real problems and challenges: i) in a Capstone project ii) in a Research Unit, or iii) in a business environment (UC "Projeto Integrador de 1st cycle (PIC1));**
- **At the 2nd cycle level, the master's dissertation may also fit into one of three types: i) scientific thesis, ii) company project and ii) CAPSTONE project, enhancing interdisciplinarity.**
- **Curricular recognition of extracurricular activities;**
- **Introduction of training in Humanities, Arts and Social Sciences (HASS);**
- **Reinforcement of transversal competences integrated in the curricular units;**
- **Reinforcement of computing and programming skills;**
- **Increased training in entrepreneurship and innovation**
- **Changing the teaching paradigm with the introduction / reinforcement of curricular units based on Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on;**

**More detailed information on any of these aspects can be made available and consulted: CAMEPP report and PERCIST document.**

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

### 9.2. Tronco Comum

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

*Tronco Comum*

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

*Common Branch*

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Ambiente e Energia / Environment and Energy	AE	6	0	
Energia / Energy	Energ	6	0	
Engenharia e Gestão de Sistemas / Systems Engineering and Management	EGS	6	0	
Opções-Todas as áreas científicas do IST / Options-All scientific areas of IST *	OL	0	24	O elenco de UC Opção e Minors é fixado anualmente pelos Órgãos competentes do IST.
Área Científica em Ambiente e Energia / Scientific area in Environment and Energy	ACAE	30	0	
-	-	0	0	*As UC Optativas do Tronco Comum são independentes das UC optativas de cada área de especialização.
<b>(6 Items)</b>		<b>48</b>	<b>24</b>	

### 9.2. Minor (Opcional)

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

*Minor (Opcional)*

**9.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable).****Minor (Opcional)****9.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and number of credits to award the degree**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Opções-Todas as áreas científicas do IST/Options-All scientific areas of IST *	OL	0	18	*Escolher 18 ECTS coerentes p/ obter um Minor, de acordo c/ o determinado na lista Minors publicada.
<b>(1 Item)</b>		<b>0</b>	<b>18</b>	

**9.2. Área de especialização em Eficiência Energética****9.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****Área de especialização em Eficiência Energética****9.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable).****Area of specialization in Energy Efficiency****9.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and number of credits to award the degree**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Ambiente e Energia / Environment and Energy	AE	0	0	Oferta de 12 ECTS
Construção / Construction	Constr	0	0	Oferta de 6 ECTS
Controlo, Automação e Informática Industrial / Control, Automation and Industrial Informatics	CAII	6	0	
Ciências de Engenharia Química / Chemical Engineering Sciences	CEQ	0	0	Oferta de 12 ECTS
Engenharia e Gestão de Organizações / Engineering and Management of Organizations	EGO	0	0	Oferta de 12 ECTS
Engenharia e Gestão de Sistemas / Systems Engineering and Management	EGS	0	0	Oferta de 24 ECTS
Eletrónica / Electronics	Eletr	0	0	Oferta de 6 ECTS
Energia / Energy	Energ	0	0	Oferta de 12 ECTS
Engenharia de Processos e Projecto / Processes and Project Engineering	EPP	0	0	Oferta de 6 ECTS
Hidráulica, Ambiente e Recursos Hídricos / Hydraulics, Environment and Water Resources	HARH	0	0	Oferta de 24 ECTS
Sistemas Urbanos e Regionais / Urban and Regional Systems	SUR	0	0	Oferta de 12 ECTS
Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia	TTCE	0	0	Oferta de 6 ECTS
Física Interdisciplinar / Interdisciplinary Physics	FInter	0	0	Oferta de 6 ECTS
-	-	0	42	Necessários 42 ECTS em UCs opcionais para a obtenção do grau.
<b>(14 Items)</b>		<b>6</b>	<b>42</b>	

**9.2. Área de especialização em Armazenamento de Energia****9.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**

### Área de especialização em Armazenamento de Energia

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

##### Area of specialization in Energy Storage

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Ambiente e Energia / Environment and Energy	AE	0	0	Oferta de 6 ECTS
Controlo, Automação e Informática Industrial, Control, Automation and Industrial Informatics	CAII	0	0	Oferta de 6 ECTS
Ciências de Engenharia Química / Chemical Engineering Sciences	CEQ	6	0	Oferta de 24 ECTS
Engenharia e Gestão de Organizações / Engineering and Management of Organizations	EGO	0	0	Oferta de 12 ECTS
Engenharia e Gestão de Sistemas / Systems Engineering and Management	EGS	0	0	Oferta de 18 ECTS
Eletrónica / Electronics	Eletr	0	0	Oferta de 6 ECTS
Energia / Energy	Energ	0	0	Oferta de 18 ECTS
Engenharia de Processos e Projeto / Processes and Project Engineering	EPP	0	0	Oferta de 12 ECTS
Hidráulica, Ambiente e Recursos Hídricos / Hydraulics, Environment and Water Resources	HARH	0	0	Oferta de 12 ECTS
Física Interdisciplinar / Interdisciplinary Physics	FInter	0	0	Oferta de 18 ECTS
-	-	0	42	Necessários 42 ECTS em UCs opcionais para a obtenção do grau.
<b>(11 Items)</b>		<b>6</b>	<b>42</b>	

### 9.2. Área de especialização em Energias Renováveis

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

##### Área de especialização em Energias Renováveis

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

##### Area of specialization in Renewable Energy

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Ambiente e Energia / Environment and Energy	AE	0	0	Oferta de 18 ECTS
Ciências de Engenharia Química / Chemical Engineering Sciences	CEQ	0	0	Oferta de 18 ECTS
Física Interdisciplinar / Interdisciplinary Physics	FInter	0	0	Oferta de 18 ECTS
Engenharia e Gestão de Organizações / Engineering and Management of Organizations	EGO	0	0	Oferta de 12 ECTS
Engenharia e Gestão de Sistemas / Systems Engineering and Management	EGS	0	0	Oferta de 18 ECTS
Eletrónica / Electronics	Eletr	0	0	Oferta de 6 ECTS
Energia / Energy	Energ	6	0	Oferta de 6 ECTS
Engenharia de Processos e Projeto / Processes and Project Engineering	EPP	0	0	Oferta de 12 ECTS

Hidráulica, Ambiente e Recursos Hídricos / Hydraulics, Environment and Water Resources	HARH	0	0	Oferta de 12 ECTS
Minas e Georrecursos / Mining and Earth Resources	MG	0	0	Oferta de 6 ECTS
Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia / Thermofluids and Energy Conversion Technologies	TTCE	0	0	Oferta de 42 ECTS
-	-	0	42	Necessários 42 ECTS em UCs opcionais para a obtenção do grau.
<b>(12 Items)</b>		<b>6</b>	<b>42</b>	

## 9.2. Área de especialização em Combustíveis

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

#### *Área de especialização em Combustíveis*

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

#### *Area of specialization in Fuels*

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Ambiente e Energia / Environment and Energy	AE	0	0	Oferta de 6 ECTS
Controlo, Automação e Informática Industrial / Control, Automation and Industrial Informatics	CAII	0	0	Oferta de 6 ECTS
Ciências de Engenharia Química / Chemical Engineering Sciences	CEQ	6	0	Oferta de 24 ECTS
Engenharia e Gestão de Organizações / Engineering and Management of Organizations	EGO	0	0	Oferta de 12 ECTS
Engenharia e Gestão de Sistemas / Systems Engineering and Management	EGS	0	0	Oferta de 18 ECTS
Eletrónica / Electronics	Eletr	0	0	Oferta de 6 ECTS
Energia / Energy	Energ	0	0	Oferta de 12 ECTS
Engenharia de Processos e Projetos / Processes and Project Engineering	EPP	0	0	Oferta de 12 ECTS
Minas e Georrecursos / Mining and Earth Resources	MG	0	0	Oferta de 12 ECTS
Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia / Thermofluids and Energy Conversion Technologies	TTCE	0	0	Oferta de 18 ECTS
-	-	0	42	Necessários 42 ECTS em UCs opcionais para a obtenção do grau.
<b>(11 Items)</b>		<b>6</b>	<b>42</b>	

## 9.2. Área de especialização em Conversão de Energia

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

#### *Área de especialização em Conversão de Energia*

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

#### *Area of specialization in Energy Conversion*



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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Ambiente e Energia / Environment and Energy	AE	0	0	Oferta de 6 ECTS
Ciências de Engenharia Química / Chemical Engineering Sciences	CEQ	0	0	Oferta de 18 ECTS
Física Interdisciplinar / Interdisciplinary Physics	Flnter	0	0	Oferta de 6 ECTS
Engenharia e Gestão de Organizações / Engineering and Management of Organizations	EGO	0	0	Oferta de 12 ECTS
Engenharia e Gestão de Sistemas / Systems Engineering and Management	EGS	0	0	Oferta de 18 ECTS
Eletrónica / Electronics	Eletr	0	0	Oferta de 6 ECTS
Energia / Energy	Energ	6	0	Oferta de 24 ECTS
Engenharia de Processos e Projeto / Processes and Project Engineering	EPP	0	0	Oferta de 6 ECTS
Hidráulica, Ambiente e Recursos Hídricos / Hydraulics, Environment and Water Resources	HARH	0	0	Oferta de 6 ECTS
Tecnologias Nucleares e Proteção Radiológica	TNPR	0	0	Oferta de 6 ECTS
Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia / Thermofluids and Energy Conversion Technologies	TTCE	0	0	Oferta de 24 ECTS
-	-	0	42	Necessários 42 ECTS em UCs opcionais para a obtenção do grau.
<b>(12 Items)</b>		<b>6</b>	<b>42</b>	

### 9.3. Plano de estudos

#### 9.3. Plano de estudos - - 1º Ano / 1º Semestre

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

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

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

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:  
1 Year / 1 Semester

#### 9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Modelos de Apoio à Decisão / Decision Support Models	EGS	Semestral	168	T - 21.00; TP - 17.50; PL - 7.00	6	Opcional-TC
Gestão de Sistemas de Energia / Energy Systems Management	AE	Semestral	168	TP - 49.00	6	Obrigatória
Conversão Eletromecânica de Energia / Electromechanical Energy Conversion	Energ	Semestral	168	T - 28.00; TP - 7.00; PL - 14.00	6	Opcional-H
Gestão de Projectos de Engenharia / Engineering Project Management	EGS	Semestral	168	T - 28.00; TP - 21.00	6	Opcional-TC

Economia e Mercados de Energia / Economics and Energy Markets	Energ	Semestral	168	TP - 49.00	6	Obrigatória
Seminários sobre Inovação e Desenvolvimento Sustentável / Seminars on Innovation and Sustainable Development	EGO	Semestral	168	S - 49.00	6	Opcional-TC
Fenómenos de Transferência I / Transport Phenomena I	CEQ	Semestral	168	T - 21.00; TP - 28.00; PL - 7.00	6	Opcional-H
Engenharia Económica / Engineering Economics	EGO	Semestral	168	TP - 42.00	6	Opcional-TC
*	-	-	0	0	0	Escolher uma unidade curricular do conjunto Opcional-TC (1º + 2º semestres do 1º ano);
*	-	-	0	0	0	Escolher entre 0 ECTS a 18ECTS do conjunto Opcional-H (1º + 2º semestres do 1º ano)

**(10 Items)****9.3. Plano de estudos - Área de especialização em Eficiência Energética - 1º Ano / 1º Semestre****9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):  
Área de especialização em Eficiência Energética****9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):  
Area of specialization in Energy Efficiency****9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:  
1º Ano / 1º Semestre****9.3.2. Curricular year/semester/trimester:  
1 Year / 1 Semester****9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Hidroenergia / Hydropower	HARH	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
Energia e Sustentabilidade / Energy and Sustainability	AE	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
Climatização de Edifícios / Air- Conditioning in Buildings	TTCE	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
Gestão Logística e de Operações/Logistics and Operations Management	EGS	Semestral	168	TP-49	6	Opcional
-	-	-	0	0	0	Escolher entre 18ECTS a 36ECTS do conjunto de UC's Opcional
-	-	-	0	0	0	As UC's de Opcional estão distribuídas entre 1º + 2º semestres /1º ano e 1º semestre/2º ano

**(6 Items)****9.3. Plano de estudos - Área de especialização em Armazenamento de Energia - 1º Ano / 1º Semestre**

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

**9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
**Area of specialization in Energy Storage**

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

**9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**  
**1 Year / 1 Semester**

### 9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Produção e Consumo de Energia Eléctrica / Production and Demand of Electric Energy	Energ	Semestral	168	T - 28.00; TP - 21.00	6	Opcional
Armazenamento de Energia / Energy Storage	CEQ	Semestral	168	T - 21.00; S - 28.00	6	Obrigatória
Hydroenergia / Hydropower	HARH	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
-	-	-	0	0	0	Escolher entre 18ECTS a 36ECTS do conjunto de UC's Opcional
-	-	-	0	0	0	As UC's de Opcional estão distribuídas entre 1º + 2º semestres /1º ano e 1º semestre/2º ano

(5 Items)

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

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

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

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

**9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**  
**2 Year / 1 Semester**

### 9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Projeto em Engenharia e Gestão de Energia 1 / Project in Energy Engineering and Management 1	EGS	Semestral	168	OT - 14.00	6	Obrigatória

Projeto em Engenharia e Gestão de Energia 2 / Project in Energy Engineering and Management 2	EGS	Semestral	168	OT - 14.00	6	b) Escolher Projeto em Eng <sup>a</sup> e Gestão de Energia 2 ou Opção Livre.
Opção Livre 2 ou Minor 2 / Opção Livre 2 or Minor 2	OL	Semestral	168	n.a.	6	a) Escolher 18 ECTS para obter Minor ou UCs livres de 2º ou 3º ciclo do IST.
Opção Livre 3 ou Minor 3 / Opção Livre 3 or Minor 3	OL	Semestral	84	n.a.	6	a) Escolher 18 ECTS para obter Minor ou UCs livres de 2º ou 3º ciclo do IST
Atividades ExtraCurriculares I /Opção Livre/ExtraCurricular Activities I /Free Option	OL	Semestral	84	n.a.	3	Escolher 3CTS de qualquer UC do 2º ou 3º ciclos do IST ou em Atividades Extracurriculares I
Atividades ExtraCurriculares II /Opção Livre/ExtraCurricular Activities II /Free Option	OL	Semestral	84	n.a.	3	Escolher 3CTS de qualquer UC do 2º ou 3º ciclos do IST ou em Atividades Extracurriculares II

(6 Items)

### 9.3. Plano de estudos - Área de especialização em Combustíveis - 2º Ano / 1º Semestre

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

*Área de especialização em Combustíveis*

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

*Area of specialization in Fuels*

#### 9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

*2º Ano / 1º Semestre*

#### 9.3.2. Curricular year/semester/trimester:

*2 Year / 1 Semester*

#### 9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Produção e Consumo de Energia Eléctrica / Production and Demand of Electric Energy	Energy	Semestral	168	T - 28.00; TP - 21.00	6	Opcional
Valorização Energética de Resíduos / Waste to Energy	CEQ	Semestral	168	T - 21.00; TP - 14.00; S - 14.00	6	Opcional
Refinação de Petróleos e Coprocessamento / Petroleum Refining and Coprocessing	CEQ	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
-	-	-	0	0	0	Escolher entre 18ECTS a 36ECTS do conjunto de UC's Opcional
-	-	-	0	0	0	As UC's de Opcional estão distribuídas entre 1º + 2º semestres /1º ano e 1º semestre/2º ano

(5 Items)

### 9.3. Plano de estudos - Área de especialização em Energias Renováveis - 1º Ano / 1º Semestre

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

*Área de especialização em Energias Renováveis*

**9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):****Area of specialization in Renewable Energy****9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****1º Ano / 1º Semestre****9.3.2. Curricular year/semester/trimester:****1 Year / 1 Semester****9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Energia Eólica / Wind Energy	TTCE	Semestral	168	TP - 42.00; PL - 7.00	6	Opcional
Desenvolvimento Sustentável - Fundamentos Quantitativos / Sustainable Development: Quantitative Foundations	AE	Semestral	168	T - 21.00; TP - 21.00	6	Opcional
Armazenamento de Energia / Energy Storage	CEQ	Semestral	168	T - 21.00; S - 28.00	6	Opcional
Energia e Sustentabilidade / Energy and Sustainability	AE	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
Energias Renováveis e Produção Descentralizada / Renewable Sources and Distributed Power Generation	Energ	Semestral	168	TP - 49.00	6	Obrigatória
Energia Eólica Offshore / Offshore Wind Energy	TTCE	Semestral	168	TP - 42.00; PL - 7.00	6	Opcional
Projeto em Energias Renováveis Marítimas / Project in Marine Renewable Energies *	TTCE	Semestral	168	TP-21.00; PL-7.00; OT-21.00	6	* Escolha entre este projeto, o Projeto em Eng <sup>a</sup> e Gestão de Energia 2 ou Opção Livre
-	-	-	0	0	0	Escolher entre 18ECTS a 36ECTS do conjunto de UC's Opcional
-	-	-	0	0	0	As UC's de Opcional estão distribuídas entre 1º + 2º semestres /1º ano e 1º semestre/2º ano

**(9 Items)****9.3. Plano de estudos - Área de especialização em Combustíveis - 1º Ano / 1º Semestre****9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):****Área de especialização em Combustíveis****9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):****Area of specialization in Fuels****9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****1º Ano / 1º Semestre****9.3.2. Curricular year/semester/trimester:****1 Year / 1 Semester****9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Armazenamento de Energia / Energy Storage	CEQ	Semestral	168	T - 21.00; S - 28.00	6	Opcional
Geoestatística / Geostatistics	MG	Semestral	168	T - 14.00; PL - 28.00	6	Opcional
Motores / Engines	TTCE	Semestral	168	TP - 42.00; PL - 7.00	6	Opcional
-	-	-	0	0	0	Escolher entre 18ECTS a 36ECTS do conjunto de UC's Opcional
-	-	-	0	0	0	As UC's de Opcional estão distribuídas entre 1º + 2º semestres /1º ano e 1º semestre/2º ano

(5 Items)

### 9.3. Plano de estudos - Área de especialização em Energias Renováveis - 2º Ano / 1º Semestre

#### 9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável): Área de especialização em Energias Renováveis

#### 9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable): Area of specialization in Renewable Energies

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

#### 9.3.2. Curricular year/semester/trimester: 2 Year / 1 Semester

#### 9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Hidroenergia / Hydropower	HARH	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
Energia Solar Fotovoltaica / Photovoltaic Solar Energy	FInter	Semestral	168	T - 42.00; OT - 7.00	6	Opcional
Energia Solar Térmica / Solar Thermal Energy	FInter	Semestral	168	T - 42.00; OT - 7.00	6	Opcional
-	-	-	0	0	0	Escolher entre 18ECTS a 36ECTS do conjunto de UC's Opcional
-	-	-	0	0	0	As UC's de Opcional estão distribuídas entre 1º + 2º semestres /1º ano e 1º semestre/2º ano

(5 Items)

### 9.3. Plano de estudos - Área de especialização em Conversão de Energia - 1º Ano / 1º Semestre

#### 9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável): Área de especialização em Conversão de Energia

#### 9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable): Area of specialization in Energy Conversion

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

**9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**  
**1 Year / 1 Semester**

**9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Produção e Consumo de Energia Eléctrica / Production and Demand of Electric Energy	Energ	Semestral	168	T - 28.00; TP - 21.00	6	Obrigatória
Armazenamento de Energia / Energy Storage	CEQ	Semestral	168	T - 21.00; S - 28.00	6	Opcional
Hidroenergia / Hydropower	HARH	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
Máquinas Eléctricas / Electrical Machines	Energ	Semestral	168	TP - 35.00; PL - 14.00	6	Opcional
Motores / Engines	TTCE	Semestral	168	TP - 42.00; PL - 7.00	6	Opcional
-	-	-	0	0	0	Escolher entre 18ECTS a 36ECTS do conjunto de UC's Opcional
-	-	-	0	0	0	As UC's de Opcional estão distribuídas entre 1º + 2º semestres /1º ano e 1º semestre/2º ano

(7 Items)

**9.3. Plano de estudos - Área de especialização em Eficiência Energética - 2º Ano / 1º Semestre**

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

**9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
**Area of specialization in Energy Efficiency**

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

**9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**  
**2 Year / 1 Semester**

**9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Armazenamento de Energia / Energy Storage	CEQ	Semestral	168	T - 21.00; S - 28.00	6	Opcional
Engenharia de Tráfego Rodoviário / Road Traffic Engineering	SUR	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
Modelação e Planeamento de Recursos Hídricos / Water Resources Modelling and Planning	HARH	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	Opcional

-	-	-	0	0	0	Escolher entre 18ECTS a 36ECTS do conjunto de UC's Opcional
-	-	-	0	0	0	As UC's de Opcional estão distribuídas entre 1º + 2º semestres /1º ano e 1º semestre/2º ano

(5 Items)

### 9.3. Plano de estudos - Área de especialização em Conversão de Energia - 1º Ano / 2º Semestre

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

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):  
*Area of specialization in Energy Conversion*

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

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:  
*1 Year / 2 Semester*

#### 9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Tecnologias Energéticas Emergentes / Emerging Energy Technologies	TTCE	Semestral	168	TP - 42.00	6	Opcional
Serviços de Energia / Energy Services	Finter	Semestral	168	T - 42.00	6	Opcional
Combustão / Combustion	TTCE	Semestral	168	TP - 42.00; PL - 7.00	6	Opcional
Biocombustíveis / Biofuels	EPP	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
Energias Renováveis e Produção Descentralizada / Renewable Sources and Distributed Power Generation	Energy	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
Instalações e Edifícios Inteligentes / Installations and Intelligent Buildings	Energy	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
-	-	-	0	0	0	Escolher entre 18ECTS a 36ECTS do conjunto de UC's Opcional
-	-	-	0	0	0	As UC's de Opcional estão distribuídas entre 1º + 2º semestres /1º ano e 1º semestre/2º ano

(8 Items)

### 9.3. Plano de estudos - Área de especialização em Eficiência Energética - 1º Ano / 2º Semestre

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

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



**Area of specialization in Energy Efficiency****9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****1º Ano / 2º Semestre****9.3.2. Curricular year/semester/trimester:****1 Year / 2 Semester****9.3.3 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>
Optimização de Sistemas Energéticos / Energy Systems Optimization	CAll	Semestral	168	T - 28.00; TP - 21.00	6	Obrigatória
Gestão da Mobilidade Urbana / Urban Mobility Management	SUR	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
Serviços de Energia / Energy Services	FInter	Semestral	168	T - 42.00	6	Opcional
Impactes Ambientais dos Espaços Construídos / Built Environment Impact	HARH	Semestral	168	T - 28.00; TP - 21.00	6	Opcional
Sistemas Elevatórios Hidroelétricos / Pump and Hydro Power Systems	HARH	Semestral	168	TP - 49	6	Opcional
Síntese e Integração de Processos / Process Synthesis and Integration	EPP	Semestral	168	T - 7.00; TP - 42.00	6	Opcional
Conforto e Energia em Edifícios / Comfort and Energy Use in Buildings	Constr	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional - Esta UC deve funcionar em simultâneo com a correspondente UC de MEC (1º S, 1 T).
Instalações e Edifícios Inteligentes / Installations and Intelligent Buildings	Energy	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
-	-	-	0	0	0	Escolher entre 18ECTS a 36ECTS do conjunto de UC's Opcional
-	-	-	0	0	0	As UC's de Opcional estão distribuídas entre 1º + 2º semestres /1º ano e 1º semestre/2º ano

**(10 Items)****9.3. Plano de estudos - - 2º Ano / 2º Semestre****9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):****<sem resposta>****9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):****<no answer>****9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****2º Ano / 2º Semestre****9.3.2. Curricular year/semester/trimester:****2 Year / 2 Semester****9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação em Engenharia e Gestão da Energia / Master Thesis in Energy Engineering and Management (1 Item)	ACAE	Semestral	840	OT - 28.00	30	

### 9.3. Plano de estudos - Área de especialização em Combustíveis - 1º Ano / 2º Semestre

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

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

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

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:  
*1 Year / 2 Semester*

#### 9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Combustíveis Sustentáveis / Sustainable Fuels	CEQ	Semestral	168	T - 21.00; TP - 14.00; S - 14.00	6	Obrigatória
Optimização de Sistemas Energéticos / Energy Systems Optimization	CAII	Semestral	168	T - 28.00; TP - 21.00	6	Opcional
Combustão / Combustion	TTCE	Semestral	168	TP - 42.00; PL - 7.00	6	Opcional
Propulsão / Propulsion	TTCE	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
Biocombustíveis / Biofuels	EPP	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
Engenharia da Qualidade do Ar / Air Quality Engineering	EPP	Semestral	168	TP - 42.00	6	Opcional
Exploração e Produção de Geo-Energia / Geoenery Exploration and Production	MG	Semestral	168	T - 21.00; PL - 21.00	6	Opcional
-	-	-	0	0	0	Escolher entre 18ECTS a 36ECTS do conjunto de UC's Opcional
-	-	-	0	0	0	As UC's de Opcional estão distribuídas entre 1º + 2º semestres /1º ano e 1º semestre/2º ano

(9 Items)

### 9.3. Plano de estudos - Área de especialização em Conversão de Energia - 2º Ano / 1º Semestre

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

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):  
*Area of specialization in Energy Conversion*

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

**9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**  
**2 Year / 1 Semester**

**9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Valorização Energética de Resíduos / Waste to Energy	CEQ	Semestral	168	T - 21.00; TP - 14.00; S - 14.00	6	Opcional
Climatização de Edifícios / Air-Conditioning in Buildings	TTCE	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
Energia Nuclear / Nuclear Energy	TNPR	Semestral	168	T - 42.00	6	Opcional
-	-	-	0	0	0	Escolher entre 18ECTS a 36ECTS do conjunto de UC's Opcional
-	-	-	0	0	0	As UC's de Opcional estão distribuídas entre 1º + 2º semestres /1º ano e 1º semestre/2º ano

(5 Items)

**9.3. Plano de estudos - Área de especialização em Armazenamento de Energia - 2º Ano / 1º Semestre**

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

**9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
**Area of specialization in Energy Storage**

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

**9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**  
**2 Year / 1 Semester**

**9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Energia Solar Fotovoltaica / Photovoltaic Solar Energy	FInter	Semestral	168	T - 42.00; OT - 7.00	6	Opcional
Valorização Energética de Resíduos / Waste to Energy	CEQ	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
Energia Solar Térmica / Solar Thermal Energy	FInter	Semestral	168	T - 42.00; OT - 7.00	6	Opcional
-	-	-	0	0	0	Escolher entre 18ECTS a 36ECTS do conjunto de UC's Opcional

- - - 0 0 0 As UC's de Opcional estão distribuídas entre 1º + 2º semestres /1º ano e 1º semestre/2º ano

(5 Items)

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

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

<sem resposta>

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

<no answer>

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º Ano / 2º Semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:

1 Year / 2 Semester

#### 9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Modelos de Apoio à Decisão / Decision Support Models	EGS	Semestral	168	T - 21.00; TP - 17.50; PL - 7.00	6	Opcional-TC
Gestão de Projectos de Engenharia / Engineering Project Management	EGS	Semestral	168	T - 28.00; TP - 21.00	6	Opcional-TC
Teoria dos Circuitos e Fundamentos de Electrónica / Circuits Theory and Electronic Fundamentals	Eletr	Semestral	168	TP - 42.00; PL - 14.00	6	Opcional-H
Fenómenos de Transferência I / Transport Phenomena I	CEQ	Semestral	168	T - 21.00; TP - 28.00; PL - 7.00	6	Opcional-H
Transferência de Energia e Massa / Energy and Mass Transfer	AE	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	Opcional-H
Opção Livre 1 ou Minor 1/ Free Option 1 or Minor 1	OL	Semestral	168	n.a.	6	a) Escolher 18 ECTS para obter Minor ou UCs livres de 2º ou 3º ciclo do IST.
-	-	-	0	0	0	Escolher uma unidade curricular do conjunto Opcional-TC (1º + 2º semestres do 1º ano);
-	-	-	0	0	0	Escolher entre 0 ECTS a 18ECTS do conjunto Opcional-H (1º + 2º semestres do 1º ano)

(8 Items)

### 9.3. Plano de estudos - Área de especialização em Energias Renováveis - 1º Ano / 2º Semestre

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

Área de especialização em Energias Renováveis

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

Area of specialization in Renewable Energies

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

**9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**  
**1 Year / 2 Semester**

**9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Energia das Correntes Marítimas e das Marés / Marine Current and Tidal Energy	TTCE	Semestral	168	TP - 42.00; PL - 7.00	6	Opcional
Energia Geotérmica / Geothermal Energy	MG	Semestral	168	T - 21.00; TP - 21.00	6	Opcional
Combustíveis Sustentáveis / Sustainable Fuels	CEQ	Semestral	168	T - 21.00; TP - 14.00; S - 14.00	6	Opcional
Serviços de Energia / Energy Services	FInter	Semestral	168	T - 42.00	6	Opcional
Sistemas Elevatórios Hidroeléctricos / Pump and Hydro Power Systems	HARH	Semestral	168	TP - 49	6	Opcional
Biocombustíveis / Biofuels	EPP	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
Tópicos em Baterias / Topics on Batteries	EPP	Semestral	168	T - 21.00; OT - 28.00	6	Opcional
Energias Renováveis / Renewable Energies	TTCE	Semestral	168	TP - 42.00; PL - 7.00	6	Opcional
Energia das Ondas / Wave Energy	TTCE	Semestral	168	TP - 42.00; PL - 7.00	6	Opcional
Energia Eólica Offshore / Offshore Wind Energy	TTCE	Semestral	168	TP - 42.00; PL - 7.00	6	Opcional
-	-	-	0	0	0	Escolher entre 18ECTS a 36ECTS do conjunto de UC's Opcional
-	-	-	0	0	0	As UC's de Opcional estão distribuídas entre 1º + 2º semestres /1º ano e 1º semestre/2º ano
<b>(12 Items)</b>						

**9.3. Plano de estudos - Área de especialização em Armazenamento de Energia - 1º Ano / 2º Semestre**

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

**9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
**Area of specialization in Energy Storage**

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

**9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**  
**1 Year / 2 Semester**

**9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Combustíveis Sustentáveis / Sustainable Fuels	CEQ	Semestral	168	T - 21.00; TP - 14.00; S - 14.00	6	Opcional
Optimização de Sistemas Energéticos / Energy Systems Optimization	CAII	Semestral	168	T - 28.00; TP - 21.00	6	Opcional
Serviços de Energia / Energy Services	FInter	Semestral	168	T - 42.00	6	Opcional
Electroquímica e Energia / Electrochemistry and Energy	CEQ	Semestral	168	T - 14.00; TP - 21.00; PL - 14.00	6	Opcional
Sistemas Elevatórios Hidroeléctricos / Pump and Hydro Power Systems	HARH	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
Biocombustíveis / Biofuels	EPP	Semestral	168	TP - 49.00	6	Opcional
Conversores Comutados para Energias Renováveis / Power Electronics for Renewable Energy	Energ	Semestral	168	TP - 35.00; PL - 14.00	6	Opcional
Tópicos em Baterias / Topics on Batteries	EPP	Semestral	168	T - 21.00; OT - 28.00	6	Opcional
-	-	-	0	0	0	Escolher entre 18ECTS a 36ECTS do conjunto de UC's Opcional
-	-	-	0	0	0	As UC's de Opcional estão distribuídas entre 1º + 2º semestres /1º ano e 1º semestre/2º ano

(10 Items)

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

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

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

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

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:  
*1st Year/2nd Semester e 2nd Year/1º Semester*

#### 9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Minor 1	OL	semestral	168	n.a.	6	
Minor 2	OL	semestral	168	n.a.	6	
Minor 3	OL	semestral	168	n.a.	6	

(3 Items)

## 9.4. Fichas de Unidade Curricular

### Anexo II - Energia Solar Térmica

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Energia Solar Térmica*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Solar Thermal Energy*

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

*FInter*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Luís Filipe Moreira Mendes, T - 28.00; OT - 4.67*

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

*Carlos Augusto Santos Silva, T - 14.00; OT - 2.33*

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

*Quando terminar a unidade curricular o aluno deverá ser capaz de:*

- selecionar e utilizar os tipos de dados e os modelos de radiação solar mais apropriados para cada tipo de aplicação;*
- avaliar do ponto de vista técnico a oferta comercial de colectores;*
- projetar novos sistemas de captação de radiação solar;*
- interpretar os resultados da certificação de colectores;*
- projetar sistemas standard assim como desenvolver sistemas de raiz para satisfazer necessidades de energia concretas;*
- utilizar ferramentas informáticas de projeto de sistemas solares térmicos.*

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

*At the end of the course, the student will be able to:*

- select and use the solar radiation data and models better suited for each application;*
- technically evaluate commercial solar collectors;*
- design new systems to collect solar radiation;*
- interpret the results of the solar collectors certification;*
- design standard solar heating systems as well as new systems to fulfil specific energy needs;*
- use software to design solar heating systems;*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Fundamentos de radiação solar*

*1.1. Geometria e componentes da radiação solar*

*1.2. Instrumentação, tipos de dados e modelos de previsão de radiação*

*1.3. Interação dos materiais opacos e transparentes com a radiação*

*2. Colectores solares*

*2.1. Colectores planos*

- 2.1.1. Configurações
- 2.1.2. Balanço de energia e eficiência
- 2.1.3. Radiação crítica e temperatura de estagnação
- 2.1.4. Capacidade calorífica dos coletores
- 2.1.5. Ensaio e certificação de coletores
- 2.2. Colectores concentradores
- 2.2.1. Configurações
- 2.2.2. Coletores do tipo CPC
- 2.2.3. Sistemas de alta concentração
- 3. Sistemas de aquecimento de água
- 3.1. Componentes
- 3.1.1. Sistemas de armazenamento
- 3.1.2. Circuito hidráulico
- 3.1.3. Sistemas de apoio
- 3.2. Configurações
- 3.2.1. Tipos de circulação
- 3.2.2. Campos de coletores
- 3.2.3. Distribuição de energia térmica
- 3.3. Simulação e projeto de sistemas
- 3.3.1. Métodos de dimensionamento
- 3.3.2. Programas de simulação de sistemas
- 3.3.3. Exemplo de um software dedicado

#### 9.4.5. Syllabus:

- 1. Fundaments of solar radiation
  - 1.1. Solar geometry and components of solar radiation
  - 1.2. Measuring instruments, solar radiation data and solar radiation models
  - 1.3. Radiation characteristics of opaque materials and radiation transmission through glazing
- 2. Solar collectors
  - 2.1. Flat-Plate collectors
    - 2.1.1. Configurations
    - 2.1.2. Energy balance and efficiency
    - 2.1.3. Critical radiation level and stagnation temperature
    - 2.1.4. Heat capacity effects
    - 2.1.5. Standard collector testing
  - 2.2. Concentrating collectors
    - 2.2.1. Collector configurations
    - 2.2.2. CPC solar collectors
    - 2.2.3. High concentrating systems
- 3. Solar water heating systems
  - 3.1. System components
    - 3.1.1. Storage
    - 3.1.2. Water circuits
    - 3.1.3. Backup systems
  - 3.2. System configurations
    - 3.2.1. Fluid circulation
    - 3.2.2. Solar collector arrays
    - 3.2.3. Thermal energy delivery
  - 3.3. Simulation and design
    - 3.3.1. Sizing methods
    - 3.3.2. Simulation software
    - 3.3.3. Design of systems with software tools

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):  
 2 projetos parcelares - 30%



**1 projeto final- 40%**

**3 minitests, dos quais contam as duas melhores notas - 30%**

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

**2 short projects - 30%**

**1 final project - 40%**

**3 mini-tests, the best 2 are taken into account for the grading - 30%**

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

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

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

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

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

***Solar Engineering of Thermal Processes, John Duffie and William Beckman, 2013, John Wiley & Sons; Planning and Installing Solar Thermal Systems: a guide for installers, architects and engineers, German Solar Energy Society, 2010, Edition Earthscan***

**Anexo II - Conversão Eletromecânica de Energia**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Conversão Eletromecânica de Energia***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Electromechanical Energy Conversion***

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

***Energ***

**9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

***49***

**9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**9.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**9.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***Duarte de Mesquita e Sousa, ist13386, 49h***

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

<sem resposta>

**9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):  
No final do curso, os alunos devem:**

*Entender os princípios da conversão eletromecânica de energia.  
Descrever a dinâmica e os princípios de funcionamento dos sistemas eletromecânicos mais comuns.  
Conhecer os circuitos equivalentes de um conversor de energia eletromecânico.  
Conceber a topologia de um conversor eletromecânico de energia.  
Realizar balanços energéticos de sistemas eletromecânicos.  
Identificar e projetar soluções eletromecânicas com armazenamento de energia.  
Discutir as soluções de controlo dos sistemas eletromecânicos.  
Projetar conversores eletromecânicos com armazenamento de energia.*

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

*At the completion of the course, the student will:  
To understand the principles of electromechanical energy conversion.  
To describe the dynamics and operating principles of the most common electromechanical systems.  
To know the equivalent circuits of an electromechanical energy converter.  
To conceive the topology of an electromechanical energy converter.  
To perform energy balances of electromechanical systems.  
To identify and design electromechanical energy storage solutions.  
To discuss the control solutions of the electromechanical systems.  
To design electromechanical converters with energy storage.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Introdução aos sistemas em CA (monofásicos e polifásicos)  
2. Máquinas Elétricas – conceitos e princípio de funcionamento  
- Máquinas de indução polifásicas  
- Máquinas Síncronas  
- Máquinas de Corrente Contínua  
- Máquinas de relutância variável  
3. Conversão eletromecânica de energia: conceção e dimensionamento  
4. Comportamento dinâmico dos conversores eletromecânicos  
5. Controlo dos conversores eletromecânicos  
6. Armazenamento eletromecânico de energia – volantes de inércia  
- Princípio de funcionamento  
- Conceção e dimensionamento  
- Balanço de energia*

**9.4.5. Syllabus:**

*1. Introduction to AC systems (single and polyphase)  
2. Electrical Machines - concepts and operation principles  
- Polyphase Induction Machines  
- Synchronous Machines  
- Direct Current Machines  
- Variable Reluctance Machines  
3. Electromechanical energy conversion: design and implementation  
4. Dynamic behavior of electromechanical converters  
5. Control of electromechanical converters  
6. Electromechanical energy storage - flywheels  
- Working principle  
- Design and implementation  
- Energy balance*

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular  
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

**Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.4) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point point 9.4.5.**

**9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):  
50% avaliação contínua; 50% avaliação não contínua**

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):  
50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation**

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

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

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:  
Electrical Machines Drives and Power Systems, Theodore Wildi, 2006, Pearson, 6th Ed.; Advanced Electrical Drives -Analysis, Modeling, Control, Rik De Doncker, Duco W.J. Pulle, Andre Veltman, 2011, Springer; Control of Electrical Drives, Werner Leonhard, 2001, Springer**

## **Anexo II - Biocombustíveis**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:  
Biocombustíveis**

**9.4.1.1. Title of curricular unit:  
Biofuels**

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

**9.4.1.3. Duração:  
Semestral**

**9.4.1.4. Horas de trabalho:  
168.0**

**9.4.1.5. Horas de contacto:  
49**

**9.4.1.6. ECTS:  
6.0**

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

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

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):  
IST12351, Maria Joana Castelo Branco de Assis Teixeira Neiva Correia, 23h**

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***IST12192, Maria Cristina Carvalho da Silva Fernandes, 14h**IST2136, Luís Joaquim Pina da Fonseca, 9h**Docente a designar***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular os alunos deverão ter aprendido os processos de produção, propriedades e utilização dos biocombustíveis sólidos, líquidos e gasosos e deverão ter desenvolvido a capacidade para compreender os impactos técnicos, económicos e ambientais da produção e utilização de biocombustíveis.***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***At the end of this course the students should have learned the production processes, properties and use of solid, liquid and gaseous biofuels and should have developed the capacity to understand the technical, economic and environmental impacts of the production and use of biofuels.***9.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Biocombustíveis: desafios e riscos. Visão estratégica. 2. Combustíveis e combustão. Biocombustíveis vs combustíveis fósseis. 3. Biocombustíveis de primeira geração. Matérias-primas, processos de produção, propriedades e utilização de biocombustíveis sólidos, líquidos e gasosos; 4. O papel dos biocombustíveis entre as energias renováveis- estrutura da legislação. Emissões de gases de efeito de estufa. Eco-eficiência e sustentabilidade dos biocombustíveis. O conceito de ILUC. Estratégias de integração de processos como via para aumentar a eficiência energética global. Exemplos industriais. Biocombustíveis avançados de segunda e terceira geração: CDR, Biocombustíveis avançados produzidos por via química e termoquímica: HVO, pirólise, gaseificação e liquefacção de biomassa. Biocombustíveis avançados produzidos por vias bioquímicas: degradação enzimática de materiais celulósicos: avanços e perspectivas futuras. Ácidos gordos e óleos produzidos por organismos unicelulares. Biorefinarias.***9.4.5. Syllabus:***1. Biofuels: challenges and risks. Strategic overview; 2. Fuels and combustion. Biofuels versus fossil fuels; 3. First generation biofuels. Raw-materials, production processes, properties and uses of solid, liquid and gaseous biofuels; 4. Biofuels role within the renewable energies - Portuguese and European legislation framework. GHG emissions. Eco-efficiency and sustainability of biofuels. ILUC concept. Integrated process strategies – one way to increase the global energy efficiency. Industrial examples. Advanced biofuels (2nd and 3rd Generation): Refused derived fuels, advanced biofuels produced by chemical and thermochemical routes: hydrogenated vegetable oils (HVO), biomass pyrolysis, gasification and liquefaction. Advanced biofuels produced by biochemical routes: enzymatic degradation of cellulosic materials: technological advances and future perspectives. fatty acids and oils produced by photosynthetic and heterotrophic unicellular organisms. Biorefineries.***9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular***Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.***9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.***Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.***9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Teste individual- 50%**Avaliação contínua (50%): fichas/quizzes individuais (15 %); Tarefas de resolução autónoma de exemplos e um projecto em grupo de 2-3 elementos incluindo uma apresentação oral (30%).***9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):***Individual test- 50%**Continuous evaluation- 50% (individual mini-tests /quizzes- 15 %; exercises/ project team work (2 or 3 students) including oral presentation (35%).***9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.***A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como*

*auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

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

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

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

*Biofuels Production and Processing Technology, Eds M.R.Riazi and David Chiaramonti, 2018, CRC Press, Taylor & Francis Group ; Biorenewable Resources: Engineering New Products from Agriculture, Robert C. Brown, Tristan Brown, 2013, 2nd Edition, Wiley Backwell; Biodiesel Science and Technology, J. C.J. Bart, N. Palmeri, S. Cavallaro, 2010, Woodhead Publishing Limited ; Biofuel Technology Handbook, Dominik Rutz, Rainer Janssen, 2007, WIP Renewable Energies*

**Anexo II - Combustão**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Combustão*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Combustion*

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

*TTCE*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist148033, Miguel Abreu de Almeida Mendes, TP 42, PL 7*

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

*<sem resposta>*

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

*Integrar conhecimentos adquiridos em unidades curriculares anteriores (termodinâmica, química, mecânica de fluidos, transmissão de calor, etc). Analisar o papel da combustão no presente e futuro, sob os pontos de vista energético e ambiental, designadamente o contributo para a satisfação da procura de energia, os recursos disponíveis e as emissões de poluentes. Transmitir os conceitos básicos de termoquímica e cinética química relevantes em combustão. Estender as equações de conservação de massa, quantidade de movimento e energia a problemas de combustão. Descrever os princípios de ignição, estabilização e extinção de chamas e a estrutura das chamas de pré-mistura e difusão, em regimes laminar e turbulento. Apresentar o fundamentos e modelos simples para descrever a queima de*

**combustíveis gasosos, líquidos e sólidos. Descrever tecnologias limpas de combustão e combustíveis alternativos. Identificar os principais poluentes, mecanismos de formação e métodos de redução de emissões**

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

*Integrate knowledge acquired in previous courses (thermodynamics, chemistry, fluid mechanics, heat transfer, etc.). Analyse the role of combustion in the present and in the future, both on energy and environmental grounds, namely the contribute of combustion to satisfy the energy demand, the available resources and the pollutant emissions. Teach the basic concepts of thermochemistry and chemical kinetics relevant to combustion studies. Extend the mass, momentum, and energy conservation equations to combustion problems. Describe the principles of flame ignition, stabilization and extinction, and the structure of premixed and diffusion flames in laminar and turbulent regimes. Present the fundamentals and simple models to describe the combustion of gaseous, liquid and solid fuels. Describe clean combustion technologies and alternative fuels. Identify the main pollutants, their formation mechanisms and methods to reduce their emissions.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Procura global de energia: papel da combustão. Reservas de combustíveis fósseis. Termoquímica. Estequiometria. Temperatura adiabática de chama. Equilíbrio químico. Cinética química. Taxa de reacção. Reacções global e elementares. Mecanismos de reacção. Equações de conservação. Modelos de reactores. Ignição de misturas reactivas. Chamas de pré-mistura laminares e turbulentas. Velocidade de propagação. Limites de flamabilidade e quenching. Estabilidade, retorno, descolamento e extinção de chama. Chamas de difusão laminares e turbulentas. Comprimento de chama, altura de descolamento, velocidade de extinção. Queima de combustíveis líquidos. Atomização e sprays. Combustão do carvão. Conversão termoquímica da biomassa: combustão, pirólise e gasificação. Tecnologias limpas de combustão. Conversores catalíticos. Captura e sequestro de CO<sub>2</sub>. Combustão oxifuel. Combustão sem chama visível. Combustíveis alternativos. Emissões de poluentes. Parâmetros de influência e mitigação das emissões.*

**9.4.5. Syllabus:**

*Global energy demand: the role of combustion. Fossil fuel resources. Thermochemistry. Stoichiometry. Adiabatic flame temperature. Chemical equilibrium. Chemical kinetics. Reaction rate. Global and elementary reactions. Reaction mechanisms. Governing equations. Reactor models. Ignition of reactive mixtures. Laminar premixed and diffusion flames. Burning velocity. Flammability limits and quenching. Stability, flashback, liftoff, blowoff, blowout. Turbulent premixed and diffusion flames. Flame length, lift-off height and extinction velocity. Liquid fuels combustion. Atomization and sprays. Coal combustion. Biomass thermochemical conversion: combustion, pyrolysis, gasification. Clean combustion technologies. Catalytic converters. Carbon capture and sequestration. Oxy-fuel combustion. Mild combustion. Alternative fuels. Pollutant emissions. Influencing parameters and mitigation techniques.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

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

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

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

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva*

**de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.**

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

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

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

***"Combustão", Coelho, P. e Costa, M. , 2012, Ed. Orion, 2ª edição; "An Introduction to Combustion, Concepts and Applications", Turns, S.R., 2011, McGraw-Hill, 3ª Edição ; "Chemically Reacting Flow", Kee. R. J., Coltrin, M.E., Glarborg, P. and Zhu, H., 2017, Wiley, 2nd edition; "An Introduction to Turbulent Reacting Flows", Cant, R.S. and Mastorakos, E., 2008, Imperial College Press; "Biomass Gasification, Pyrolysis, and Torrefaction", Basu, P., 2013, Academic Press, 2nd edition***

**Anexo II - Exploração e Produção de Geo-Energia**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Exploração e Produção de Geo-Energia***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Geoenergy Exploration and Production***

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

***MG***

**9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

***42***

**9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**9.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**9.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***António José da Costa Silva, T - 21.00; PL - 21.00, ist13262***

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

***<sem resposta>***

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

***O aluno, no final da Unidade Curricular, deverá:***

***- Identificar os processos geológicos associados à geração de reservatórios geotérmicos e de reservatórios de petróleo e gás***

***- Conhecer as principais características dos fluidos de energia e calor da Terra.***

***- Conhecer os principais métodos e tecnologias associados à prospecção, avaliação, produção e gestão de energia geotérmica, as suas características, vantagens e limitações.***

**- Conhecer os principais métodos e tecnologias associados à prospecção, avaliação, produção e gestão as suas características, vantagens e limitações.**

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

*At the end of the course, the student must:*

- Identify the geological processes associated with the generation of geothermal reservoirs and oil and gas reservoirs**
- Know the main characteristics of the energy fluids and heat on Earth.**
- Know the main methods and technologies associated with the exploration, evaluation, production and management of geothermal energy, their characteristics, advantages and limitations.**
- Know the main methods and technologies associated with exploration, evaluation, production and management, their characteristics, advantages and limitations.**

#### 9.4.5. Conteúdos programáticos:

**Natureza dos reservatórios rochosos naturais de energia: reservatórios geotérmicos e reservatórios de petróleo e gás. Caracterização dos vários tipos de reservatórios: Fraturados, Clásticos e Carbonatados. Principais técnicas de prospecção As Propriedades das Rochas-reservatório: Porosidade, Permeabilidade, Saturações de Fluidos, Molhabilidade. Conceitos Básicos para o cálculo de Reservas: métodos de avaliação das formações, mapas e perfis geológicos, caracterização das propriedades petrofísicas, exemplos práticos de aplicação. As composições e propriedades dos fluidos. Regimes de Escoamento dos fluidos. Características essenciais dos diferentes Sistemas, Diagramas de Fase e Exemplos Práticos. Tecnologias e métodos de produção de energia geotérmica e de recuperação de Petróleo e Gás.**

#### 9.4.5. Syllabus:

**Nature of natural rock energy reservoirs: geothermal reservoirs and oil and gas reservoirs. Characterization of the various types of reservoirs: Fractured, Clastic and Carbonated. Main exploration techniques. The Properties of Reservoir Rocks: Porosity, Permeability, Fluid Saturations, Wettability. Basic concepts for the calculation of Reserves: methods of assessment of formations, maps and geological profiles, characterization of petrophysical properties, practical examples of application. Fluid compositions and properties. Fluid flow regimes. Essential characteristics of the different Systems, Phase Diagrams and Practical Examples. Technologies and methods of geothermal energy production and oil and gas recovery.**

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

**Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.**

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

**50% de avaliação contínua e 50% de avaliação não contínua**

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

**50% continuous evaluation and 50% non continuous evaluation**

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

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

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

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

**Fundamentals of reservoir Engineering, Dake L.P., 1978, Elsevier; Geothermal Energy, Utilization and Technology, Dickson, M.H. & Faneli, M., 2003, UNESCO**



**Anexo II - Energia das Correntes Marítimas e das Marés****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Energia das Correntes Marítimas e das Marés*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Marine Current and Tidal Energy*

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

*TTCE*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*João Carlos de Campos Henriques, 12,6 TP, 2,1 PL*

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

*João Manuel Ribeiro da Costa Baltazar - 12,6TP, 2,1 PL*

*Ricardo Balbino dos Santos Pereira - 12,6TP, 2,1 PL*

*Luís Manuel de Carvalho Gato - 4,2 TP, 0,7 PL*

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

*Após a conclusão da UC, o aluno deverá estar familiarizado com:*

- correntes, marés e suas características;*
- barragens de maré, correntes de maré e lagoas;*
- Avaliação do recurso;*
- teoria hidrodinâmica de turbinas de correntes marítimas (método dos elementos de pá, métodos da linha sustentadora e de painel);*
- modelação hidrodinâmica avançada e controle de sistemas de aproveitamento de ECMM;*
- ensaio experimental e monitorização de sistemas de ECMM;*
- o estado da arte dos equipamentos eletromecânicos de conversão de energia usados em sistemas de ECMM;*
- sistemas de amarração e ancoragem;*
- princípios de projeto e configuração de parques;*
- metodologias experimentais para testes de turbinas.*

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

*At the completion of the course, the student will become familiar with:*

- currents, tides and their characteristics;*
- tidal barrages, tidal streams and lagoons;*
- resource assessment;*
- hydrodynamic theory of marine current turbines (BEM, lifting line and panel methods);*
- advanced hydrodynamic modelling and control of MC&TE systems;*

- *experimental testing and monitoring of current energy systems;*
- *the state of the art of electro-mechanical power take-off equipment used in current energy converters;*
- *mooring and anchoring systems;*
- *design principles and configuration of farms;*
- *experimental methodologies for turbine testing.*

#### 9.4.5. Conteúdos programáticos:

##### **RECURSO E TECNOLOGIA**

*Barragens de maré, correntes de maré e lagoas. Locais com maior potencial de exploração. Avaliação do recurso, estimativa da energia disponível. Tipos de correntes marítimas e turbinas de maré.*

##### **MODELOS HIDRODINÂMICOS**

*Método dos elementos de pá, teoria da linha sustentadora, método dos painéis. Dados e análise de perfis hidrodinâmicos. Cavitação e resistência mecânica. Métodos de painel vs. métodos baseados em RANS.*

##### **DESIGN DE TURBINAS**

*Princípio de operação e componentes de turbinas de água, geradores elétricos e armazenamento de energia. Produção eléctrica e regulação de potência. Interação com múltiplas turbinas.*

##### **ESTRUTURAS OFFSHORE**

*Classificação de estruturas offshore. Cargas, sistemas de amarração e ancoragem. Descrição dos sistemas de ancoragem e fundações. Sistemas de amarração. Configurações de amarração em parques. Princípios de projeto de parques de turbinas de maré.*

##### **MÉTODOS EXPERIMENTAIS**

*Leis de escala. Canais de ondas com corrente e canais com reboque.*

#### 9.4.5. Syllabus:

##### **RESOURCE AND TECHNOLOGY**

*Tidal barrages, lagoons and tidal streams. Locations with most exploitation potential. Estimation of tidal resource and the available energy. Types of marine current and tidal turbines.*

##### **HYDRODYNAMIC MODELS**

*Blade element momentum, lifting line theory, integral boundary element method. Hydrofoil data and analysis. Cavitation and mechanical strength. Panel methods vs. RANS based methods.*

##### **TURBINE DESIGN**

*Principle of operation and components of water turbines, electrical generators, and energy storage. Energy production and power regulation. Multiple turbine interaction.*

##### **OFFSHORE STRUCTURES**

*Classification of offshore structures. Loads, mooring and anchoring systems. Description of anchoring and foundations systems. Taut and slack-mooring systems. Mooring configurations in arrays. Design principles of tidal turbine farms.*

##### **EXPERIMENTAL METHODS**

*Scaling laws. Wave-current flumes and wave towing tanks.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Given the learning objectives of the UC, described in 9.4.4., any specialist in the subject will be able to observe that all the points of the programmatic contents, described in 9.4.5., aim to provide students with the knowledge and skills necessary for their fulfilment and the acquisition of the aforementioned objectives.*

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

*Aulas teóricas e práticas.*

*A classificação é composta por um exame (E), um trabalho (A) e um projeto (P). O trabalho (A) consiste no projeto e análise de uma turbina de correntes marítimas. O projeto (P) tem como objetivo avaliar a produção de energia de uma determinada central de aproveitamento de correntes marítimas.*

*A nota final (FG) é calculada a partir de*

$$FG = 0,25 \times A + 0,25 \times P + 0,50 \times E$$

sujeito a

$$FG \geq 9,5 \text{ e } E \geq 8,5$$

para a conclusão da UC.

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

*Theoretical and practical classes.*

*The grading is composed of an examination (E), an assignment (A) and a project (P). The assignment (A) consists of the design and analysis of a marine current turbine. The project (P) aims to assess the energy production of a given marine current power plant.*

*The final grade (FG) is computed from*

$$FG = 0.25 \times A + 0.25 \times P + 0.50 \times E$$

*subjected to*

$$FG \geq 9.5 \text{ and } E \geq 8.5$$

*for the successful completion of the course.*

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

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

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

*The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of demonstration classes and computer works. This approach will not only meet the objectives but will also help to level the knowledge of students with different backgrounds and training.*

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

- *The Analysis of Tidal Stream Power: J. Hardisty, 2009, John Wiley & Sons.*
- *Ocean Energy: Tide and Tidal Power: R. H. Charlier and C. W. Finkl, 2009, Springer.*
- *Wave and Tidal Energy: D. Greaves and G. Iglesias (Editors), 2018, Wiley.*
- *Tidal Power, Harnessing Energy from Water Currents: V. Lyatkher, 2014, Wiley.*

## Anexo II - Sistemas Elevatórios Hidroeléctricos

### 9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Sistemas Elevatórios Hidroeléctricos*

### 9.4.1.1. Title of curricular unit:

*Pump and Hydro Power Systems*

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

*HARH*

### 9.4.1.3. Duração:

*Semestral*

### 9.4.1.4. Horas de trabalho:

*168.0*

### 9.4.1.5. Horas de contacto:

*49*

### 9.4.1.6. ECTS:

*6.0*

### 9.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

<no answer>

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

*ist12388, António Alberto do Nascimento Pinheiro, 49 horas/semestre*

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

<sem resposta>

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

*Ao completar a unidade curricular, o estudante:*

- *poderá compreender e analisar sistemas elevatórios e hidroeléctricos;*
- *estará familiarizado com o projecto de sistemas elevatórios;*
- *conhecerá as componentes técnicas, económicas e ambientais dos aproveitamentos hidroeléctricos;*
- *conhecerá os problemas básicos associados ao operação, controlo e segurança dos sistemas.*

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

*At the completion of the course, the student will:*

- *be able to understand and analyse hydro and pumping systems;*
- *be introduced to the design of pumping systems;*
- *be aware with the technical, economic, environmental and social components of powerplants;*
- *understand the basic problems associated to the operation, control and safety of the systems .*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Apresentação de objetivos e conceitos básicos*
2. *Revisão de conceitos dos escoamentos em pressão: teorema de Bernoulli, perdas de carga contínuas e localizadas; linha piezométrica e linha de energia.*
3. *Bombas: tipos, curvas características; curvas das instalações; NPSH; escolha de bombas; bombas em paralelo e em série.*
4. *Principais componentes dos sistemas elevatórios: válvulas (e.g. control do escoamento; redução de pressão, etc).*
5. *Dispositivos de proteção: tipos e dimensionamento.*
6. *Projeto de sistemas elevatórios. Exemplos*
7. *Centrais hidroeléctricas (CH); tipos, exemplos e equipamento.*
8. *Barragens e outras obras de construção civil associadas com CHs. Operação e constrangimentos: caudais ecológicos e sedimentos.*
9. *Turbinas: tipos e campos de aplicação.*
10. *Produção hidroeléctrica em resposta à procura*
11. *Centrais reversíveis*

**9.4.5. Syllabus:**

1. *Presentation of fundamentals: goals and basic concepts.*
2. *Review of the pressure flow hydraulics: Bernoulli theorem, continuous and local headlosses; piezometric head; energy grade line.*
3. *Pumps: types; performance curves; installations curves; NPSH; choice of pumps; Pumps in parallel and in series*
4. *Main components of the pumping systems: civil engineering structures, hydromechanical equipment: valves (e.g. flow control, pressure reducing, isolating, relief valves) and other equipment; conduits.*
5. *Protection devices: types and design.*
6. *Design of pumping systems. Examples.*
7. *Hydropower stations (HPP): types, examples and equipment.*
8. *Dams and other civil engineering works associated with HPPs. Operation and constraints: ecological flows and sediments.*
9. *Turbines: types and application ranges.*
10. *Hydropower production responding to demand.*
11. *Pump storage schemes.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

**Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.**

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

**A matéria a leccionar será apresentada recorrendo a apresentações informatizadas, incluindo elementos gráficos como vídeos e fotografias, e ao quadro. O quadro é utilizado como complemento geral da apresentação de todas as matérias, para pormenorização de alguns aspectos e dedução de formulações.**

**Trabalho de grupo relativo ao anteprojecto de uma estação elevatória ; 2 testes ao longo do semestre. repescagem dos testes no 2º período de exames. Nota mínima em cada teste 8,0. Mínimo da média dos testes 9,5. Nota final: trabalho de grupo (40%); média dos testes (60%).**

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

**The matter will be presented to teach using computerized presentations, including graphics and photographs as videos, and the frame. The frame is generally used as a complement to the presentation of all matters to detail some aspects of formulations and deductions.**

**The evaluation will integrate a team work on the design a pumping station; Two tests along the quarter. Tests repetition in the 2nd period of exams. Minimum mark in each test is 8.0. Minimum mark of the tests average is 9.5. Final grade: team work (40%); tests average 60 %.**

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

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

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

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

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

**Slides de suporte à matéria leccionada**

**Notas sobre cálculo de escoamento em pressão**

**Artigos de revistas**

**Portais de fabricantes de equipamentos**

**Applied Hydraulic Transients: Chaudhry, M. H. - Van Nostrand Reinhold Company**

**Anexo II - Valorização Energética de Resíduos**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Valorização Energética de Resíduos**

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

**Waste to Energy**

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

**CEQ**

**9.4.1.3. Duração:**

**Semestral**

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

**168.0**

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

**49**

**9.4.1.6. ECTS:**

6.0

**9.4.1.7. Observações:**

<sem resposta>

**9.4.1.7. Observations:**

<no answer>

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

*Francisco Manuel da Silva Lemos, 8,4T, 5,6 TP, 5,6 S*

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

*ist12119, Maria Amélia Nortadas Duarte de Almeida Lemos, 6,3 T, 4,2 TP, 4,2 S*

*ist13408, Edgar Caetano Fernandes 4,4 T, 2,8 TP, 2,8 S*

*ist12051, Filipe José da Cunha Monteiro Gama Freire, 2,1 T, 1,4TP, 1,4 S*

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

*Fornecer aos estudantes conhecimentos e informações de última geração sobre a ciência e a tecnologia na base da valorização energética de resíduos não perigosos e perigosos. No final do curso, os alunos devem ser capazes de analisar um sistema de gestão de resíduos e comparar diferentes abordagens, em particular relacionadas com a reciclagem terciária e quaternária, e propor soluções viáveis para casos concretos.*

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

*To supply the students with state-of-the-art knowledge and information on the science and technology behind the valorisation of the energy of non-hazardous and hazardous wastes. At the end of the course the students should be able to analyse a waste management system and compare different approaches, in particular related to tertiary and quaternary recycling, and propose feasible solutions for specific situations.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*O problema da gestão de resíduos: visão histórica e situação atual em diferentes partes do mundo. Produção e consumo de energia: visão geral e perspectivas. Diferentes vias para a valorização energética de resíduos. Impactos ambientais e sociais das tecnologias de valorização energética de resíduos e das unidades de conversão. Análise do ciclo de vida da gestão de resíduos, suas vantagens e limitações. Matérias-primas disponíveis, tipos, propriedades e caracterização. Carbono biogénico e geogénico e os ciclos de carbono. Engenharia e tecnologia atuais dos sistemas de valorização energética: incineração, co-incineração, gaseificação, pirólise, digestão anaeróbica, fermentação... Comparação das diferentes tecnologias em termos de matérias-primas e produtos. Vantagens e desvantagens e perspectivas futuras. Questões relacionadas com fluxos de resíduos específicos, com ênfase para plásticos, borracha e biomassa.*

**9.4.5. Syllabus:**

*The waste management problem: historical overview and current situation in different parts of the world. Energy supply and demand: overview and perspectives. Different routes for waste energy valorisation. Environmental and social impacts of waste-to-energy technologies and conversion plants. Lyfecycle analysis of waste management, its advantages and limitations.*

*Available feedstocks, types, properties and characterization. Biogenic and geogenic carbon and the carbon cycles. Current engineering and technology of WtE systems: incineration, co-incineration, gasification, pyrolysis, anaerobic digestion, fermentation...*

*Comparison of the different technologies regarding feedstock and products. Advantages and disadvantages and prospective outlook.*

*Issues related to specific waste streams, with an emphasis on plastics, rubber and biomass.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

**Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.**

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

**A UC inclui aulas teóricas, teórico-práticas e um projeto que os estudantes desenvolvem ao longo do semestre em conjunto com os docentes. A avaliação inclui 2 mini-testes realizados em aula (30 %) e ainda uma apresentação (20 %) e um relatório sobre o projeto (50 %).**

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

**The course includes theoretical and practical classes and a project that students develop throughout the semester in conjunction with the staff. The evaluation includes 2 mini-tests, during the classes, (30%) and also a presentation (20 %) and a report on the project (50%).**

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

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

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

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

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

**Feedstock Recycling and Pyrolysis of Waste Plastics: Converting Waste Plastics into Diesel and Other Fuels (Wiley Series in Polymer Science), J. Scheirs, W. Kaminsky, 2006, Wiley-Blackwell; Waste to Energy Conversion Technology, N.B. Klinghoffer, M.J. Castaldi , 2013, Woodhead Publishing; Waste to Energy - Opportunities and Challenges, A. Karagiannidis, 2012, Springer; Up-to-Date Waste-to-Energy Approach - From Idea to Industrial Application, P. Stehlik, 2016, Springer**

**Anexo II - Gestão de Sistemas de Energia**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Gestão de Sistemas de Energia**

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

**Energy Systems Management**

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

**AE**

**9.4.1.3. Duração:**

**Semestral**

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

**168.0**

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

**49**

**9.4.1.6. ECTS:**

**6.0**

**9.4.1.7. Observações:**

**<sem resposta>**

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Carlos Augusto Santos Silva, TP 34,3*

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

*ist12361, Paulo Ferrão, TP 14,7*

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

*Dotar os alunos com os conceitos necessários para a modelação, conceção e otimização do funcionamento de um sistema de energia a diferentes escalas temporais e espaciais;*

*Realizar a análise integrada de toda a cadeia dos sistemas energéticos, desde a procura, conversão e armazenamento até à geração.*

*Implementar gestão dos sistemas de energia, com base na digitalização dos sistemas de energia, da gestão ativa da procura, com a integração de sistemas de armazenamento, a implementação de programas de eficiência energética e a aplicação de novos modelos de negócio no sector da gestão de energia.*

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

*Understand the concepts to model, design and optimize an energy system at different time and spatial resolution.*

*Perform an integrated analysis of the energy system chain, from the demand, conversion, storage and the supply*

*Manage energy systems, based on the digitalization of energy systems, the implementation of demand management*

*strategies, the integration of storage systems, the implementation of energy efficiency measures and the application of new business models.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*1 – Introdução aos sistemas de energia. Revisão de conceitos e definições. Ferramentas de representação de sistemas de energia.*

*2 – Modelação de serviços de energia em diferentes sectores (edifícios, transportes, indústria, agricultura).*

*3 – Introdução às ferramentas de análise de sistemas de energia (simulação e otimização).*

*4 – Aplicação de ferramentas a múltiplas escalas espaciais e temporais.*

*5 - Modelação física de sistemas de sistemas de energia: modelos de balanço de energia, modelos de equações diferenciais, modelos equivalentes.*

*6 – Modelação com base em dados de sistemas de energia (estatísticos, aprendizagem máquina).*

*7 – Algoritmos de gestão de energia para otimização do consumo de energia, emissões, custo.*

*8 - Mercados de energia, contratos de energia e novos modelos de negócio*

*9 – Desenvolvimento de ferramenta de gestão de energia (diferentes aplicações)*

**9.4.5. Syllabus:**

*1 – Introduction to energy systems. Review of concepts and definitions. Tools to represent energy systems.*

*2 – Modeling energy services in different sectors (buildings, transports, industry, agriculture).*

*3 – Introduction to tools to analyze energy systems (simulation and optimization).*

*4 – Application of the tools to different spatial and time scales.*

*5 - Physical modeling of energy systems: energy balance models, differential equation models, equivalent models.*

*6 – Data driven modeling of energy systems (statistical modeling, machine learning models).*

*7 – Energy management algorithms to optimize energy demand, emissions and costs.*

*8 - Energy markets, energy contracts and financing and new business models*

*9 – Development of an energy management tool (different applications)*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*Avaliação por projecto computacional individual (40%), apresentação (10%) e dois mini-testes (50%) .*



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

*Individual computational project (40%), presentation (10%) and two mini-tests (50%) .*

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

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

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

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

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

*"Sustainable Energy - Without the Hot Air", David JC MacKay, 2009, UIT Cambridge; "Renewable Energy Systems, A Smart Energy Systems Approach to the Choice and Modeling of 100% Renewable Solutions", Henrik Lund, ----, Academic Press, ISBN: 9780124095953*

**Anexo II - Energia Nuclear****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Energia Nuclear*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Nuclear Energy*

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

*TNPR*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*42*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist25367, José Joaquim Gonçalves Marques, T42*

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

*n/a*

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

*A disciplina tem por objectivo fundamental fornecer as bases para a análise sócio-económica, ambiental e de*

*segurança da energia nuclear baseada na cisão e na fusão nuclear.*

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

*To give the basis for an economical, sociological analysis of nuclear energy, taking in account the environmental and safety aspects in a perspective of the evolution of the R&D activities. Particular emphasis will be put in nuclear fusion, a new clean technology, that is safe, with almost unlimited resources and economically attractive.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*- Introdução*

*Reações de cisão e fusão nucleares.*

*Vantagens da energia nuclear*

*- Energia Nuclear Convencional*

*Problemas da energia nuclear convencional*

*Evolução das centrais de fissão nuclear*

*- Fusão Nuclear*

*Tipos de confinamento*

*Evolução e perspectivas da I&D*

*Vantagens da fusão nuclear*

*- Aspectos sócios-económicos, de segurança e de impacte ambiental da energia nuclear.*

**9.4.5. Syllabus:**

*-Introduction*

*Fission and fusion nuclear reactions. Advantages of nuclear energy.*

*-Conventional Nuclear Energy*

*Problems with the conventional nuclear energy. Evolution of the conventional nuclear fission power plants.*

*-Nuclear Fusion*

*Introduction. Types of confinement. Evolution and perspectives of R&D. Advantages of nuclear fusion.*

*Economical and sociological aspects of the safety and the environmental impact of nuclear energy.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*Avaliação por mini-trabalhos e/ou exame final.*

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

*Individual homework and/or final examination*

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

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

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

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

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

*I. Hore Lacy, Nuclear Energy on the 21st Century, 3rd Ed, World Nuclear University Press (2012)*  
*Garry McCracken, Peter Stott, Fusion: The Energy of the Universe , 2nd Edition, Academic Press (2012)*

**Anexo II - Dissertação em Engenharia e Gestão da Energia****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Dissertação em Engenharia e Gestão da Energia*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Master Thesis in Energy Engineering and Management*

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

*ACAE*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*840.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*28*

**9.4.1.6. ECTS:**

*30.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Edgar Caetano Fernandes, 0h*

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

*Todos os docentes que orientam Dissertações de Mestrado no respetivo semestre, 28 OT*

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

*Elaborar uma dissertação para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em engenharia e gestão da energia.*

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

*To submit a thesis in partial fulfillment of the requirements for the degree of master in Engineering and Energy Management.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*A definir pelo orientador científico.*

**9.4.5. Syllabus:**

*To be defined by the scientific supervisor.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os*

*conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*Em conformidade com a legislação. A classificação final da tese de mestrado também entra em consideração com temas não-técnicos relacionados com a expressão oral e escrita e com a capacidade de estruturar e efectuar a apresentação pública da dissertação.*

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

*According to the law.*

*The final grade of the master thesis also takes into account writing and oral presentation skills.*

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

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

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

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

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

*<sem resposta>*

**Anexo II - Propulsão**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Propulsão*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Propulsion*

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

*TTCE*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:***<no answer>***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***ist12583, João Eduardo de Barros Teixeira Borges, 49h***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***<sem resposta>***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Explicar o mecanismo de geração da força propulsiva utilizada pelos motores aeronáuticos atmosféricos; analisar o ciclo termodinâmico de funcionamento dos tipos principais de motores aeronáuticos atmosféricos (estatorreatores, turborreatores, turborreatores de duplo fluxo, turbo-hélices e turbinas de gás); descrever os principais componentes dos motores aeronáuticos (entrada de ar, compressor, câmara de combustão, turbina, tubeira), e compreender a sua influência no desempenho global do motor.***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***Explain how thrust is created in atmospheric aircraft engines; analyze the thermodynamic cycle of operation of the main types of atmospheric aircraft engines (ramjet, turbojet, turbofan, turbo-prop and aeronautical gas turbines); describe the major components of aircraft engines (air intake, compressor, combustion chamber, turbine, nozzle), and understand their influence on overall engine performance.***9.4.5. Conteúdos programáticos:***Introdução: Geração da Força Propulsiva.**Análise dos ciclos ideais e reais do estatorreator, turborreator, turborreator de duplo fluxo, turbo-hélice e turbina de gás aeronáutica.**Introdução às Turbomáquinas: equação de Euler das Turbomáquinas. Análise dimensional de turbomáquinas. Plano meridional e plano das pás. Cascatas de pás. Correlações. Triângulos de velocidade. Teoria do equilíbrio radial.**Compressores axiais. Análise termodinâmica. Estudo das perdas. Compressores multicelulares. Andares transónicos.**Compressores radiais ou centrífugos. Análise termodinâmica. Fator de escorregamento. Razão de pressões. Difusores: com pás e anular liso.**Turbinas axiais. Análise termodinâmica. Estudo das perdas. Turbinas de impulso e de reação.**Tomada de ar. Desempenho.**Tubeiras. Tubeiras convergentes e convergentes-divergentes. Desempenho.**Câmaras de combustão. Tipos. Desempenho. Projeto.**Integração dos Vários Componentes. Regime Transiente.**Estudo dos hélices. Teoria do disco atuante.***9.4.5. Syllabus:***Introduction: Thrust Generation. Efficiency.**Analysis of the ideal and actual cycles of the ramjet, turbojet, turbofan, turboprop, and aeronautical gas turbine.**Introduction to Turbomachines: Euler equation of Turbomachines. Dimensional analysis of turbomachines. Hub-to-shroud plane and blade-to-blade plane. Cascades of blades. Correlations. Velocity triangles. Radial equilibrium theory.**Axial compressors. Thermodynamic analysis. Loss study. Multistage compressors. Transonic stages.**Radial or centrifugal compressors. Thermodynamic analysis. Slip factor. Pressure ratio. Vane and vaneless diffusers.**Axial turbines. Thermodynamic analysis. Loss study. Impulse and reaction turbines.**Air intake. Performance.**Nozzles. Converging and converging-diverging nozzles. Performance.**Combustion chambers. Types. Performance. Design.**Turbine and compressor matching: operating line. Transient Regime.**Aerodynamic study of propellers. Actuator disk theory.***9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular***Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.***9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.***Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em exposições teóricas, em resolução de problemas, em trabalho laboratorial e em trabalho autónomo dos alunos.*

*A avaliação será realizada por dois mini-testes com peso de 50% e um exame final com peso de 50%. A percentagem da avaliação contínua é igual ou superior a 50%.*

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

*Two mini-tests with 50% weight. A final exam weighing 50%.*

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

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

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

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

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

*"Gas Turbine Theory", (4ª edição), H. Cohen, G. F. C. Rogers e H. I. H. Saravanamuttoo, 1996, Longman Scientific & Technical; "Mechanics and Thermodynamics of Propulsion, (2ª edição)", Philip G. Hill e Carl R. Peterson, 1992, Addison-Wesley Publishing Company; "Aircraft Propulsion", S. Farokhi, 2008, John Wiley & Sons, Inc.; "Aircraft Propulsion and Gas Turbine Engines", A. F. El-Sayed, 2006, CRC Press*

**Anexo II - Tópicos em Baterias****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Tópicos em Baterias*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Topics on Batteries*

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

*EPP*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist23859, MARIA DE FÁTIMA GRILO DA COSTA MONTEMOR, 7 T, 10 OT*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***ist90102, CARLOS BALEIZÃO, 7 T, 9 OT**ist11861, FERNANDA MARGARIDO, 7 T, 9 OT***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Enquadrar a utilização de baterias nas estratégias energéticas presentes e futuras.**Discutir os princípios de funcionamento das diferentes famílias de baterias.**Contextualizar o armazenamento de energia por baterias no conceito de economia circular e evidenciar a**implementação de tecnologias sustentáveis e processos mais eficientes.**Discutir a cadeia de valor das baterias, considerando a relevância das matérias primas, novos materiais, processos de fabrico, aplicações e reciclagem.**Conhecer os processos e operações associados ao fabrico, montagem, utilização e reciclagem de baterias e discutir a sua sustentabilidade.**Projetar e implementar soluções de armazenamento de energia com recurso a baterias para as mais diversas aplicações.**Analisar o ciclo de vida das baterias.**Evidenciar as tendências de mercado e o desenvolvimento de novas gerações de baterias.***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***To discuss the role of batteries in the energy transition.**To discuss the working principles of different families of batteries.**To highlight how batteries fit into the circular economy context and to discuss the relevance of sustainable technologies.**To discuss the battery value chain, considering raw materials, new active materials, fabrication and assembling processes, applications and recycling.**To discuss the sustainability of the processes and operations associated to the fabrication of electrodes, assembling of cells, battery use and management and recycling.**To design and to implement energy storage solutions based on batteries considering different applications.**To analyze batteries life cycle.**To discuss market trends and to identify new paths for the future of batteries.***9.4.5. Conteúdos programáticos:***A transição energética: desafios e oportunidades para as baterias**Baterias: evolução e novos mercados**Princípios de funcionamento de diferentes famílias de baterias**Cadeia de valor de baterias**Matérias primas**Desenvolvimento de novos materiais ativos, sustentabilidade e impacto ambiental**Eletrólitos baseados em química verde**Tecnologias de fabrico e montagem**Aplicações em sistemas de produção de energias convencionais e renováveis, mobilidade elétrica, transportes, gestão de rede, eficiência industrial e edifícios inteligentes**Certificação e normalização**Segurança**Implementação de sistemas híbridos (baterias/supercondensadores).**Manutenção e vida útil**Baterias em 2ª vida**Processos de reciclagem**Custos e Análise do ciclo de vida**Modelos de economia circular**Gestão ambiental e legislação**Estão previstos vários seminários por experts da indústria em colaboração com: EDP, C2CNewCap e Zeev***9.4.5. Syllabus:***The energy transition: challenges and opportunities for batteries**Battery evolution and novel markets**Working principles of different batteries**Value chain of batteries**Raw materials**Development of novel active materials, sustainability and environmental impact**Electrolytes and the need of sustainable chemistry processes**Processes and technology in fabrication and assembling of cells*

**Use of batteries to implement energy storage solutions in conventional and renewable energy production, electric mobility, transportation, grid management, industrial efficiency and smart buildings**

**Certification and normalization**

**Battery safety**

**Hybrid systems (batteries and supercapacitors)**

**Maintenance and Battery lifetime**

**Batteries 2nd life**

**Recycling processes**

**Cost and lifecycle analysis**

**Circular economy models**

**Environmental sustainability and related legislation**

**A set of 3 invited seminars involving experts from industry will be presented ( EDP, C2CNewCap, Zeev)**

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**  
**Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.**

**9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
**A UC inclui aulas teóricas e um projeto que os estudantes desenvolvem ao longo do semestre em conjunto com os docentes. A avaliação inclui 1 exame (40%) e ainda seminários e discussões nos temas dos projetos (60%).**

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**  
**The UC includes theoretical classes and a project that the students develop along the semester in collaboration with the professors. The evaluation comprises 1 exam(weight 40%) and a written project and seminars plus discussion on the project topics (60%).**

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

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

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
**Advances in Battery Manufacturing, Service, and Management Systems, Eds. Jingshan Li, Shiyu Zhou, Yehui Han, 2016, Pub. John Wiley & Sons**

## **Anexo II - Gestão da Mobilidade Urbana**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
**Gestão da Mobilidade Urbana**

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
**Urban Mobility Management**

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

**9.4.1.3. Duração:**



**Semestral****9.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****9.4.1.5. Horas de contacto:****49****9.4.1.6. ECTS:****6.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****ist14188, Filipe Manuel Mercier Vilaça e Moura, 49 horas****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****<sem resposta>****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

***Consequência do crescimento rápido e muitas vezes não planeado das cidades, o transporte urbano é um elemento crítico para dar resposta às necessidades da mobilidade decorrente das atividades urbanas, que muitas vezes exigem abordagens novas e inovadoras.***

***O objectivo enquadrador desta UC é permitir aos alunos aprender e praticar os conceitos, factores e soluções técnicas predominantes da mobilidade urbana e respectivos requisitos para a sua gestão sustentável.***

***Os alunos irão aprender:***

- 1. Compreender o funcionamento, dinâmica e organização da mobilidade urbana;***
- 2. Como analisar os mecanismos de decisão dos passageiros e os principais requisitos da logística urbana;***
- 2. Um conjunto de soluções técnicas de existentes e emergentes para resolver os desafios da mobilidade urbana;***
- 3. Formular a abordagem e conceber instrumentos de intervenção para a resolução de problemas concretos de mobilidade.***

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

***Starting from the awareness of the fast evolution that has occurred in urban living, the objective is to provide students with knowledge on the factors dominating the requirements of urban mobility and on the available technical solutions to satisfy them, and with the competencies to understand the citizens decision mechanisms and organised offered solutions, and also to enable them to correctly formulate problems and instruments for intervention on urban mobility management.***

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Tendências e problemas actuais da mobilidade urbana (contexto nacional e internacional)***
- 2. Mobilidade urbana: taxonomia e conceitos; acessibilidade vs mobilidade; indicadores***
- 3. O sistema de mobilidade urbana: componentes, complexidade e o papel das autoridades***
- 4. Gestão da mobilidade: características e factores de procura; gestão da oferta vs gestão da procura; factores de qualidade (modelos de monitorização e o papel dos sistemas de informação)***
- 5. Os modos de transporte urbano: características técnicas e funcionais das soluções existentes e emergentes***
- 6. Transporte Público: modelos organizacionais e custos de produção***
- 7. Intermodalidade e interfaces: principais conceitos, exemplos e desafios***
- 9. Soluções técnicas e organizacionais emergentes: desde soluções de planeamento urbano (TOD, traffic calming, ruas completas e partilhadas) aos Sistemas Inteligentes de Transportes.***
- 10. Gestão da procura: planos de mobilidade urbana sustentável (SUMP), soluções técnicas e resultados***

**9.4.5. Syllabus:**

- 1. Current mobility trends and problems (national and international context)***
- 2. Urban mobility: taxonomy and concepts; accessibility versus mobility; and indicators***
- 3. The urban mobility system: components, complexity and the role of the authorities***

4. **Mobility Management: characteristics and demand factors; managing supply versus managing demand; quality factors (monitoring models and the role of information systems)**
5. **Urban transport modes: technical and functional characteristics of existing and emerging solutions**
6. **Public Transport: organisational models and production costs**
7. **Intermodality and interfaces: main concepts, examples and challenges**
9. **Emerging technical and organizational solutions: from urban planning solutions (TOD, traffic calming, complete and shared streets) to Intelligent Systems of Transport (ITS).**
10. **Travel Demand Management: sustainable urban mobility plan (SUMP), technical solutions and expected results**

9.4.6. **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

1. **Avaliação contínua: Desenvolvimento de um Projecto, respetiva Apresentação (A) e Relatório (R) - grupos de 3 alunos**
2. **Exame Final (EF): Exame individual que abrange todo o conteúdo do curso e tem a duração de 2 horas.**
3. **Nota final (FG):  $FG = 25\% \times A + 35\% \times R + 40\% \times EF$**

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

1. **Continuous evaluation: Project Development, Presentation (P) and Report (R) - groups of 3 students**
2. **Final Exam (FE): Individual examination that covers the entire contents of the course and lasts 2 hours**
3. **Final Grade (FG):  $FG = 25\% \times P + 35\% \times R + 40\% \times FE$**

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

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

*The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of demonstration classes and experimental work. This approach will not only fulfill the objectives but will also help to level the knowledge of students with different backgrounds and backgrounds.*

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

- Urban Transit - Operations Planning and Economics, Vuchan Vuchic, 2005, ISBN - 0-471-63265-1;*  
*The Geography of Transport Systems (5th ed), Rodrigue, J.P., 2000, New York: Routledge. ISBN 978-0-367-36463-2;*  
*Handbook of Transport Systems and Traffic Control, Button, K; Hensher, D., 2001, Emerald pub. ISBN: 978-0-08-043595-4;*  
*Managing urban mobility systems: an integrated approach, Macário, R., 2011, Emerald Group Publishing Limited, ISBN 9780857246110;*  
*Modelling Transport – 4th edition, Ortuzar J de D., Willumsen L.G., 2001, John Wiley & Sons, ISBN: 978-0-470-76039-0*

## **Anexo II - Energias Renováveis**

9.4.1.1. **Designação da unidade curricular:**

*Energias Renováveis*

9.4.1.1. **Title of curricular unit:**

*Renewable Energies*

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

*TTCE*

**9.4.1.3. Duração:****Semestral****9.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****9.4.1.5. Horas de contacto:****49****9.4.1.6. ECTS:****6.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****ist11786 Luís Manuel de Carvalho Gato (TP-42; PL-7)****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****<sem resposta>****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

***O curso visa proporcionar aos alunos conhecimentos gerais sobre as Energias Renováveis. O programa é multidisciplinar e trata os princípios físicos e as tecnologias recentes. O currículo incide na produção de energia eléctrica, biocombustíveis e aplicações térmicas.***

***O curso inclui duas áreas principais:***

- Fundamentos: leis físicas e a cadeia de conversão de energia renovável.***
- Tecnologia: as principais tecnologias do sector de energia renovável.***

***Ao concluir o curso, os alunos serão capazes de:***

- Compreender o sector de energia renovável sob diferentes perspectivas.***
- Compreender os fundamentos científicos e os princípios de projeto de engenharia dos sistemas de energia renovável.***
- Avaliar e comparar diferentes tecnologias de energia renovável.***

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

***The course aims to provide students with general knowledge about Renewable Energy. The program is multidisciplinary and covers physical principles and technologies. The curriculum focuses on electric energy production, biofuels and thermal applications.***

***The course includes two main areas:***

- Fundamentals: physical laws and the renewable energy conversion chain.***
- Technology: the main technologies in the renewable energy sector.***

***Upon completion of the course, students will be able to:***

- Understand the renewable energy sector from different perspectives.***
- Understand the scientific fundamentals and engineering design principles of renewable energy systems.***
- Evaluate and compare different renewable energy technologies.***

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

***Consumo de energia. Combustíveis fósseis e alterações climáticas. Energias renováveis, desenvolvimento sustentável e política energética.***

***Centrais hidroeléctricas. Recurso hídrico. Turbinas hidráulicas. Centrais com bombagem. Aspectos económicos e ambientais.***

***Energia eólica. Recurso. Aerodinâmica de turbinas. Cadeia de conversão de energia. Aproveitamentos eólicos offshore. Aspectos económicos e ambientais.***

***Energias dos oceanos: marés; correntes marítimas; diferencial térmico; ondas. Recurso energético e tipos de sistemas para o seu aproveitamento.***

***Energia solar. O movimento relativo da Terra e do Sol. Conversão fotovoltaica. Centrais fotovoltaicas. Aproveitamentos solares térmicos. Aspectos económicos e ambientais.***

***Energia geotérmica. Recurso. Tipos de centrais para produção de energia eléctrica. Bomba de calor geotérmica.***

**Biomassa. Fontes de biomassa: culturas e resíduos. Produção de electricidade e calor. Produção de combustíveis. Energias renováveis intermitentes e armazenamento.**

#### 9.4.5. Syllabus:

**Energy consumption. Fossil fuels and climate change. Renewable energies, sustainable development and energy policies.**

**Hydropower. Water resource. Hydraulic turbines. Pumped plants. Economic and environmental aspects.**

**Wind energy. Resource. Turbine aerodynamics. The energy conversion chain. Offshore wind farms. Economic and environmental aspects.**

**Ocean energies: tides; ocean currents; thermal differential; waves. Energy resource and types of systems. Current situation and prospects.**

**Solar energy. The relative motion of the earth and the sun. Resource. Photovoltaic conversion. Photovoltaic uses. Solar thermal uses. Current situation and prospects. Economic and environmental aspects.**

**Geothermal Energy. Resource. Types of power stations for electricity production. District heating. Geothermal heat pumps.**

**Biomass. Biomass as fuel. Biomass sources: crops and residues. Electricity and heat production. Production of fuels. Intermittence of renewable energy and storage.**

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

**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

**In view of the UC's learning objectives, described in 9.4.4., any specialist in the subject will be able to verify that all the points of the syllabus, described in 9.4.5., aim to provide students with the knowledge and skills necessary for their fulfilment and the acquisition of said objectives.**

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

**A classificação é composta por um exame (E), dois minitests (T1 e T2) e um trabalho de laboratório (L).**

**A nota final (FG) é calculada usando**

$$FG = 0,5 \times E + 0,2 \times (T1 + T2) + 0,1 \times L.$$

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

**The grading is composed of an exame (E), two mini tests (T1 and T2) and one laboratory work (L).**

**The final grade (FG) is computed as**

$$FG = 0.5 \times E + 0.2 \times (T1 + T2) + 0.1 \times L.$$

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

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

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

**The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of demonstration classes and experimental work. This approach will allow not only to fulfil the objectives but also help level the knowledge of students with different backgrounds and backgrounds.**

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

**"Renewable Energy: Power for a Sustainable Future", G. Boyle, 2012, Oxford University Press, Third Edition, (ISBN 0199545332).; "Fundamentals of Renewable Energy Processes", Aldo V. da Rosa, 2012, Academic Press, Third Edition, (ISBN 0123972191).; "Sustainable Energy: Choosing Among Options", J.W. Tester, E.M. Drake, M.J. Driscoll, M.W. Golay, W.A. Peters, 2012, MIT Press, (ISBN 0262017474); "Renewable Energy Resources", J. Twidell, T. Weir, 2015, Taylor & Francis, Third Edition, (ISBN 0415584388).; "Principles of Solar Engineering", D.Y. Goswami, F. Kreith, J.F. Kreider, 2000, Taylor & Francis, 2000 (ISBN 1560327146); "Sustainable Energy – without the hot air", D.J.C. MacKay, 2011, UIT, Cambridge, UK, (ISBN 9780954452933).**

## Anexo II - Energia Geotérmica

### 9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

## **Energia Geotérmica**

### **9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Geothermal Energy***

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

***MG***

### **9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

### **9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

### **9.4.1.5. Horas de contacto:**

***42***

### **9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

### **9.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

### **9.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***istID12854; José Manuel Vaz Velho Barbosa Marques; T - 21.00; TP - 21.00***

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

***<sem resposta>***

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

***O aluno no final da Unidade Curricular deverá:***

- saber conceitos fundamentais sobre a energia geotérmica como potencial principal fonte de energia em todo o mundo, nomeadamente os "Enhanced Geothermal Systems" (EGS), igualmente designados por "Engineered Geothermal Systems".***
- determinar a localização de sistemas geotérmicos (nomeadamente os EGS)***
- caracterizar os sistemas geotérmicos em termos geológicos, geoquímicos e geofísicos.***
- utilizar as ferramentas necessárias para o desenvolvimento de determinado recurso geotérmico e assegurar a sua exploração de forma sustentável.***

### **9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

***The student at the end of the course should:***

- know fundamental concepts about geothermal energy as a potential main source of energy worldwide, namely "Enhanced Geothermal Systems" (EGS), also called "Engineered Geothermal Systems".***
- determine the location of geothermal systems (in particular EGS).***
- characterize geothermal systems in geological, geochemical and geophysical terms.***
- use the tools necessary for the development of a given geothermal resource and ensure its sustainable exploitation.***

### **9.4.5. Conteúdos programáticos:**

***Fundamentos: Origem e modos de ocorrência de recursos geotérmicos. Papel das Geociências (Geologia, Geoquímica e Geofísica) na prospecção de recursos geotérmicos. O futuro da energia geotérmica: a opção geotérmica "Enhanced Geothermal Systems" (EGS). EGS: principais características e metodologia de avaliação. Estimulação do reservatório de sistemas EGS. Principais sistemas EGS internacionais. Revisão da tecnologia de perfuração geotérmica e previsão de custos. Tecnologias de perfuração emergentes (comparação com petróleo e gás). Conversão de Energia Geotérmica: ciclo binários, vapor "flash", e expansão tripla (para fluidos EGS supercríticos). Parâmetros operacionais de uma Central Geotérmica. Potenciais impactos ambientais decorrentes do desenvolvimento geotérmico. Critérios de viabilidade económica de projetos EGS. Sistemas de Bombas de Calor Geotérmico (GSHPs) e aplicações. Recursos***

**geotérmicos em Portugal: as baixas vs. altas entalpias. Exemplos de estudos de caso.**

**9.4.5. Syllabus:**

**Fundamentals: Origin and modes of occurrence of geothermal resources. Role of Geosciences (Geology, Geochemistry and Geophysics) in the exploration of geothermal resources. The future of geothermal energy: the “Enhanced Geothermal Systems” (EGS) geothermal option. EGS: main characteristics and evaluation methodology. Stimulation of the EGS system reservoir. Main international EGS systems. Review of geothermal drilling technology and cost forecasting. Emerging drilling technologies (compared to oil and gas). Conversion of Geothermal Energy: binary cycle, single flash, and triple expansion power plants (for supercritical EGS fluids). Operational parameters of a Geothermal Plant. Potential environmental impacts resulting from geothermal development. Economic viability criteria for EGS projects. Geothermal Heat Pump Systems (GSHPs) and applications. Geothermal resources in Portugal: low vs. high enthalpies. Examples of case studies.**

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

**In view of the CU's learning objectives, described in 9.4.4., any specialist in the subject will be able to verify that all the points of the syllabus, described in 9.4.5., aim to provide students with the knowledge and skills necessary for their fulfilment and the acquisition of referred objectives.**

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

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

**Método de Avaliação:**

**50% avaliação contínua (mediante a resolução de problemas associados a diferentes casos de estudo; apresentações orais e discussões de trabalhos ou projectos) e 50% exame final (dos quais 20 % para apresentação oral de trabalhos).**

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

**The teaching methodologies aim to foster learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The evaluation model incorporates elements of continuous evaluation in the context of active learning (eg, problem solving, projects, homework, etc.) compatible with the significant reduction in the weight of evaluation by exams (≤50%).**

**Evaluation Method:**

**50% continuous evaluation (by solving problems associated with different case studies; oral presentations and discussions of works or projects) and 50% final exam (of which 20% for oral presentation of works).**

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

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

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

**The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of demonstration classes and experimental work. This approach will allow not only to fulfil the objectives but also to help leveling the knowledge of students with different provenances and backgrounds.**

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

- **Course handouts of the CU Geothermal Energy, Course handouts Section, IST;**
- **Mineral and thermal groundwater resources, Albu, M., Banks, D. & Nash, H., 1997, Chapman & Hall;**
- **Geothermal Resources, Bowen, R., 1989, Elsevier Science;**
- **Chemistry and geothermal systems, Ellis, A. J. & Mahon, W. A. J., 1977, Energy Science and Engineering: resources, technology, management, Academic Press.**
- **Geothermal Energy, Utilization and Technology, Dickson, M.H. & Faneli, M., 2003, UNESCO.**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:*****Combustíveis Sustentáveis*****9.4.1.1. Title of curricular unit:*****Sustainable Fuels*****9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****CEQ*****9.4.1.3. Duração:*****Semestral*****9.4.1.4. Horas de trabalho:*****168.0*****9.4.1.5. Horas de contacto:*****49*****9.4.1.6. ECTS:*****6.0*****9.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****9.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*****ist12081, Francisco Manuel da Silva Lemos, 8,4 T, 5,6 TP, 5,6 S*****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:*****ist12119, Maria Amélia Lemos, 6,3 T, 4,2 TP, 4,2 S******ist13408, Edgar Fernandes, 6,3 T, 4,2 TP, 4,2 S*****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Fornecer aos estudantes uma visão integrada da produção e uso de combustíveis alternativos. Fazer a análise detalhada dos processos de gaseificação, com ênfase especial na produção de SynGas e sua conversão em combustíveis sintéticos, incluindo hidrogénio. Obter uma visão geral das diferentes alternativas de conversão química e biológica da biomassa para combustíveis líquidos. Obter uma visão geral sobre a utilização de combustíveis alternativos em sistemas de conversão de energia/máquinas térmicas. No final do curso, os alunos devem ser capazes de identificar os diferentes combustíveis alternativos e comparar as suas respectivas vantagens e desvantagens, desde a produção, armazenamento, distribuição e uso.*****9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*****To supply the students with an integrated view of the production and use of alternative fuels. To perform the detailed analysis of gasification processes, with a special emphasis on the SynGas production and its conversion into synthetic fuels, including hydrogen. Overview of the different alternatives of chemical or biological conversion of biomass to liquid fuels. At the end of the course the students should be able to identify the different alternative fuels and compare their respective advantages and disadvantages, from production, storage, distribution and usage.*****9.4.5. Conteúdos programáticos:*****Visão geral da energia. Visão histórica do uso de combustíveis. Tipos de combustíveis, tipos de motores e sua relação. Combustíveis fósseis - do convencional ao não-convencional. A produção de combustíveis por conversão de biomassa, química ou biológica. Produção de hidrogénio a partir processos de reforming e eletroquímicos. Produção de hidrogénio como uma forma de armazenar energia. Processos para a produção de SynGas por gasificação de biomassa, carvão e hidrocarbonetos. Conversão de SynGas em hidrocarbonetos pelo processo de Fischer-Tropsch. Pós-processamento dos produtos de síntese Fischer-Tropsch. Processos químicos para conversão de material lenhocelulósico em combustíveis líquidos - óleo de pirólise, lenhina e despolimerização da celulose. Formulação de***

**combustíveis. O papel dos diferentes aditivos. Utilização de combustíveis alternativos: propriedades termoquímicas, impacto da sua composição nas máquinas térmicas e nos sistemas de reação química: combustão vs. catálise.**

#### 9.4.5. Syllabus:

*World energy overview. Historical view of the use of fuels. Types of fuels and types of engines and corresponding relationship. Fossil fuels – origin, from conventional to non-conventional. The production of fuels by conversion of biomass, by either chemical or biological processes. Production of hydrogen by reforming and electrochemical processes. Hydrogen production as a way to store energy from renewable sources that are not permanently available. Processes for the production of SynGas by gasification of biomass, coal and hydrocarbons. Catalytic conversion of SynGas into different hydrocarbons by the Fischer-Tropsch process. Post-processing of the Fischer-Tropsch synthesis products. Chemical processes of wood conversion in liquid fuels – pyrolysis oil, lignin and cellulose depolymerization in liquid phase. Fuel formulation. The role of the different fuel additives. Techno-economic analysis of the conversion processes of gaseous into liquid fuels.*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular *Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).*

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

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

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

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Alternative Fuels for Transportation, A. S. Ramadhas, 2011, 2011 CRC Press; Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance, R. Folkson, 2014, Woodhead; Alternative Fuels – The Future of Hydrogen, M.F. Hordeski, 2008, 2nd Ed, CRC Press.; Fischer-Tropsch Refining, A. de Klerk, 2011, Wiley-VCH; Biomass Gasification and Pyrolysis: Practical Design and Theory, P. Basu, 2010, Academic Press; The Biomass Assessment Handbook: Bioenergy for a Sustainable Environment, S. Hemstock, 2008, Earthscan; Alternative Fuels for Compression Ignition Engines, Z.A.A. Karim, 2018, Springer; Transitions to Alternative Vehicles and Fuels, National Research Council, 2013, National Academies Press; Handbook of Alternative Fuel Technologies, S. Lee, J.G. Speight, S.K. Loyalka, 2007, CRC Press*

## Anexo II - Energia Eólica Offshore

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Energia Eólica Offshore*



**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Offshore Wind Energy*

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

*TTCE*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist151719, Ricardo Balbino Santos Pereira, 14 TP, 3 PL*

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

*ist30176, João Carlos de Campos Henriques - 14 TP, 2 PL*

*ist62135, João Manuel Ribeiro da Costa Baltazar - 14 TP, 2 PL*

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

*Após a conclusão da UC, o aluno deverá estar familiarizado com:*

- *os fundamentos da teoria aerodinâmica para turbinas eólicas;*
- *a modelação numérica e simulação do controlo de turbinas eólicas;*
- *o recurso eólico offshore e as diferenças para o recurso eólico em terra;*
- *a teoria das ondas lineares;*
- *a estabilidade hidrodinâmica e dinâmica das fundações flutuantes eólicas offshore (FFEO);*
- *os sistemas de amarração e tipos de âncoras;*
- *estimativas de cargas do vento, ondas e correntes em estruturas offshore fixas e flutuantes;*
- *os procedimentos de laboratório para ensaiar FFEOs.*

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

*After the completion of the course, the student will become familiar with:*

- *fundamentals of aerodynamic theory for wind turbines;*
- *numerical modelling and control simulation of wind turbines;*
- *the nature of the wind energy resource offshore and the differences to the wind energy resource onshore;*
- *linear wave theory;*
- *the hydrodynamic stability and dynamics of offshore wind floating foundations (OWFF);*
- *mooring systems and anchor types;*
- *estimations of wind, wave and current loads on fixed and floating offshore structures;*
- *laboratory procedures for testing OWFFs.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

**AERODINÂMICA, MODELAÇÃO E CONTROLO DE TURBINAS**

- *Teoria dos perfis alares. Teoria da quantidade de movimento dos elementos de pá (BEM). Linha sustentadora.*
- *Clima do vento e produção de energia*
- *Escoamento potencial e métodos baseados em RANS*
- *Regulação de potência, produção de energia e controlo de turbinas.*

- *Princípios de projeto de parques eólicos e aspetos operacionais.*

#### **FUNDAÇÕES FLUTUANTES EÓLICAS OFFSHORE (FFEO)**

- *Tipos de FFEO*
- *Teoria das ondas lineares: ondas regulares e irregulares.*
- *Lei da flutuação. Estabilidade a pequenos e grandes ângulos. Estabilidade dinâmica e em avaria.*
- *Dinâmica de FFEO. Sistemas simples/corpos múltiplos: vibrações livres e forçadas, frequência natural e decaimento livre. Frequência de encontro. Acoplamento aerodinâmico/hidrodinâmico.*
- *Tipos de amarração e ancoragem. Análise estática. Cabos inelásticos e elásticos.*
- *Cargas de corrente, vento e ondas nas estruturas. Equação de Morison.*
- *Métodos experimentais aplicados a FFEOs*

#### **9.4.5. Syllabus:**

##### **TURBINE AERODYNAMICS, MODELLING AND CONTROL**

- *Aerofoil theory. Blade element momentum (BEM). BEM analysis of wind turbines. Lifting line model.*
- *Wind climate and energy production.*
- *Potential flow and RANS based methods.*
- *Power regulation, energy production and turbine control.*
- *Wind farm design principles and operational aspects.*

##### **OFFSHORE WIND FLOATING FOUNDATIONS (OWFF): MODELLING AND TESTING**

- *Types of OWFF: spar, barge, TLP and semi-submersible.*
- *Linear wave theory: regular and random waves.*
- *Stability of marine structures. Law of floatation. Small and large angle stability. Dynamic and damage stability.*
- *Dynamics of OWFF. Single and multi DOF systems: free and forced vibrations, natural frequency and free decay. Frequency of encounter. Aerodynamic and hydrodynamic coupling.*
- *Mooring and anchor types. Static analysis of a cable line. Inelastic and elastic cables.*
- *Current, wind and wave loads on structures. Morison's equation.*
- *Experimental methods applied to OWFFs.*

- 9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Given the learning objectives of the UC, described in 9.4.4., any specialist in the subject will be able to observe that all the points of the programmatic contents, described in 9.4.5., aim to provide students with the knowledge and skills necessary for their fulfilment and the acquisition of the aforementioned objectives.*

- 9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas, práticas e um ensaio laboratorial.*

*A classificação final é composta por dois testes (T1 e T2), um trabalho (A) e um projeto final (P).*

*Todos os componentes da avaliação são realizados durante o período regular de aulas e, como tal, são elementos de avaliação contínua.*

*O trabalho consiste no projeto aerodinâmico e na análise de uma turbina eólica usando o método BEM. O projeto final compara os dados experimentais adquiridos no trabalho de laboratório com os resultados de um programa de cálculo de escoamento potencial hidrodinâmico (WAMIT).*

*A nota final (FG) é calculada a partir de*

$$FG = 0,25 \times A + 0,25 \times P + 0,25 \times T1 + 0,25 \times T2$$

*sujeito a*

$$FG \geq 9,5 \text{ e } T1 \geq 6,5 \text{ e } T2 \geq 6,5 \text{ e } 0,5 \times (T1 + T2) \geq 9,5$$

*para a conclusão da UC.*

- 9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Theoretical, practical classes and a laboratory work.*

*The grading is composed of two mini tests (T1 and T2), an assignment (A) and a final project (P). All evaluation*

*components are to be undertaken during the regular class period and, as such, are continuous evaluation elements.*

*The assignment consists in the aerodynamic design and analysis of a wind turbine using the BEM method, and the final project compares experimental data acquired in the laboratory work with results from a hydrodynamic potential flow solver (WAMIT).*

*The final grade (FG) is computed from*

$$FG = 0.25 \times A + 0.25 \times P + 0.25 \times T1 + 0.25 \times T2$$

*subjected to*

$$FG \geq 9.5 \text{ and } T1 \geq 6.5 \text{ and } T2 \geq 6.5 \text{ and } 0.5 \times (T1 + T2) \geq 9.5$$

*for the successful completion the course.*

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

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

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

- *Wind Energy Explained: Theory, Design and Application*, J. F. Manwell, J. G. Mcgowan, A. L. Rogers, 2010, Wiley.
- *Aerodynamics of Wind Turbines*, M. O. L. Hansen, 2008, Earthscan.
- *Wind Turbine Technology*, D. Spera (Editor), 2009, 2nd Edition, ASME.
- *Innovation in Wind Turbine Design*, P. Jamieson, 2011, Wiley.
- *Water Wave Mechanics for Engineers and Scientists*, R. G. Dean, R. A. Dalrymple, 1984, World Scientific.
- *Principles of Naval Architecture - Volume I - Stability and Strength*, E.V. Lewis (Eds.), 1998, The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- *Sea Loads on Ships and Offshore Structures*, O. M. Faltinsen, 1990, Cambridge University.

## Anexo II - Síntese e Integração de Processos

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Síntese e Integração de Processos*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Process Synthesis and Integration*

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

*EPP*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Ist12192, Maria Cristina Carvalho Silva Fernandes – 21 h (TP) + 4 h (T)*

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

*Ist416959, Moisés Luzia Gonçalves Pinto – 21 h (TP)+ 3 h (T)*

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

- 1) *Compreender a metodologia de Síntese e Integração de Processos;*
- 2) *Aplicar esta metodologia, desenvolvendo o sentido crítico, analítico e o poder de discussão das diferentes alternativas de processo em problemas de resolução aberta;*
- 3) *Utilizar ferramentas e metodologias computacionais (Excel, Aspen e outras) no auxílio à resolução de problemas;*
- 4) *Integrar as matérias anteriormente lecionadas;*
- 5) *Fomentar o trabalho em grupo e a apresentação / discussão oral dos projetos*

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

- 1) *To comprehend Process Synthesis and Integration methodology;*
- 2) *To apply this methodology, developing the critical/analytical sense and the ability to discuss different process alternatives in open resolution problems;*
- 3) *To use computing tools (Excel, Aspen and others) and methods;*
- 4) *To integrate subjects previously taught;*
- 5) *To foster team work , presentations and oral discussion.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:****Parte 1 (4 semanas)**

- *Metodologias de Síntese de Processos Químicos- Metodologia Douglas. Estrutura dos diagramas de fabrico.*
- *Matérias-primas, armazenamento e pré-tratamento.*
- *Seleção de percursos reaccionais alternativos. Especificações básicas do processo reacional e condições operatórias. Tipos de reactores.*
- *Estratégias heurísticas de separação. Seleção das operações de separação e de equipamentos. Equilíbrio S/L, L/V e L/L. Análise comparativa de configurações de separação.*

**Parte 2 (3 semanas)**

*Metodologias de Integração de processos. Análise do Ponto de Estrangulamento. Determinação do consumo mínimo de energia. Projecto das redes de permutador. Integração energética do sistema de utilidades e do equipamento.*

**9.4.5. Syllabus:****Part 1 (4 weeks)**

- *Chemical Process Synthesis Methodologies - Douglas Methodology. Manufacturing diagrams.*
- *Raw materials, storage and pre-treatment.*
- *Selection of reaction path alternatives. Reactional process conditions. Reactor type.*
- *Heuristic separation strategies. Selection of separation units and equipment. Equilibrium S/L, L/V and L/L. Comparative analysis of alternative separation configurations.*

**Part 2 (3 weeks)**

*Process Integration Methodologies. Pinch Point Analysis. Determination of minimum energy consumption. Design of heat exchanger networks. Energy integration of the utility system and equipment.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*Quiz (15%)*

*Projecto em grupo com apresentação e discussão oral (50%):*

*Teste (35%)*

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

**Quiz (15%)**

**Group project with presentation and oral discussion (50%):**

**Exam (35%)**

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

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

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

***Chemical Process: Design and Integration, Robin Smith, 2014, Wiley;***

***Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis and Evaluation, Warren D. Seider, Daniel R. Lewin, J. D. Seader, Soemantri Widagdo, Rafiqul Gani, Ka Ming Ng, 2019, Wiley***

## **Anexo II - Economia e Mercados de Energia**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Economia e Mercados de Energia***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Economics and Energy Markets***

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

***Energ***

**9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

***49.0***

**9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**9.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**9.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***ist12375, Rui Manuel Gameiro de Castro, 84***

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

***ist428549, Hugo Gabriel Valente Morais, 42***

***ist190913, Andrés Alejandro Zúñiga Rodríguez, 42***

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

**A UC EMEEn tem 2 objetivos principais: 1) saber analisar os principais tipos de organização do sector eléctrico, proporcionando os modelos de cálculo técnico-económico aplicáveis, designadamente no funcionamento dos mercados de energia; 2) fornecer conhecimentos e competências na área da Economia, nomeadamente no domínio da Microeconomia, com utilidade na análise dos sistemas de energia.**

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

**EMEn course has 2 main objectives: 1) to assess power system organization, using appropriate techno-economic tools, namely in what concerns the operation of energy markets; 2) to provide economic theory concepts, namely in the microeconomics area, with direct application to the energy sector.**

#### 9.4.5. Conteúdos programáticos:

**Parte A – Avaliação técnico-económica do Sistema de Energia Elétrica: 1) O sector da energia em Portugal; 2) Fundamentos da procura e fornecimento de energia; 3) Custos no Sistema de Energia Elétrica; 4) Dos custos aos preços - Teoria da regulação; 5) Mercados de eletricidade; Parte B – Teoria da microeconomia: 1) Teoria dos produtores; 2) Teoria dos consumidores; 3) Relação entre produtores e consumidores num mercado único; 4) Tipos de mercados.**

#### 9.4.5. Syllabus:

**Part A - Techno-economic assessment of the power system: 1) The energy sector in Portugal; 2) Basics on demand and supply of energy; 3) Costs in power systems; 4) From costs to prices - Theory of regulation; 5) Electricity Markets. Part B - Microeconomics: 1) Theory of producers; 2) Theory of consumers; 3) Relationship between producers and consumers in a single market; 4) Market types.**

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

**Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.**

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

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

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

**50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation)**

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

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

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

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

**Basics on the Economic Assessment of the Power System, João Santana, Rui Castro, Support text for Economics and Energy Markets Course, IST, September 2016; Theory of microeconomics, João Santana, 2012; Introdução à Teoria da Microeconomia, João Santana, 2012, ISTPress, (in Portuguese); Sistema Elétrico: Análise Técnico-Económica, A. Leite Garcia, João Santana, Maria José Resende, Pedro Verdelho, 2016, Lidel Ed., (in Portuguese); AC Electrical Circuits for non-Electrical Engineers, Rui Castro, September 2018, Support text, IST.**

**Anexo II - Combustíveis Sustentáveis****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:*****Combustíveis Sustentáveis*****9.4.1.1. Title of curricular unit:*****Sustainable Fuels*****9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****CEQ*****9.4.1.3. Duração:*****Semestral*****9.4.1.4. Horas de trabalho:*****168.0*****9.4.1.5. Horas de contacto:*****49*****9.4.1.6. ECTS:*****6.0*****9.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****9.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*****ist12081, Francisco Manuel da Silva Lemos*****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:*****ist12119, Maria Amélia Lemos (30 %)******ist13408, Edgar Fernandes (30 %)*****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Fornecer aos estudantes uma visão integrada da produção e uso de combustíveis alternativos. Fazer a análise detalhada dos processos de gaseificação, com ênfase especial na produção de SynGas e sua conversão em combustíveis sintéticos, incluindo hidrogénio. Obter uma visão geral das diferentes alternativas de conversão química e biológica da biomassa para combustíveis líquidos. Obter uma visão geral sobre a utilização de combustíveis alternativos em sistemas de conversão de energia/máquinas térmicas. No final do curso, os alunos devem ser capazes de identificar os diferentes combustíveis alternativos e comparar as suas respectivas vantagens e desvantagens, desde a produção, armazenamento, distribuição e uso.*****9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*****To supply the students with an integrated view of the production and use of alternative fuels. To perform the detailed analysis of gasification processes, with a special emphasis on the SynGas production and its conversion into synthetic fuels, including hydrogen. Overview of the different alternatives of chemical or biological conversion of biomass to liquid fuels. At the end of the course the students should be able to identify the different alternative fuels and compare their respective advantages and disadvantages, from production, storage, distribution and usage.*****9.4.5. Conteúdos programáticos:*****Visão geral da energia. Visão histórica do uso de combustíveis. Tipos de combustíveis, tipos de motores e sua relação. Combustíveis fósseis - do convencional ao não-convencional. A produção de combustíveis por conversão de biomassa, química ou biológica. Produção de hidrogénio a partir processos de reforming e eletroquímicos. Produção de hidrogénio como uma forma de armazenar energia. Processos para a produção de SynGas por gasificação de biomassa, carvão e hidrocarbonetos. Conversão de SynGas em hidrocarbonetos pelo processo de Fischer-Tropsch.***

**Pós-processamento dos produtos de síntese Fischer-Tropsch. Processos químicos para conversão de material lenhocelulósico em combustíveis líquidos - óleo de pirólise, lenhina e despolimerização da celulose. Formulação de combustíveis. O papel dos diferentes aditivos. Utilização de combustíveis alternativos: propriedades termoquímicas, impacto da sua composição nas máquinas térmicas e nos sistemas de reação química: combustão vs. catálise.**

#### 9.4.5. Syllabus:

**World energy overview. Historical view of the use of fuels. Types of fuels and types of engines and corresponding relationship. Fossil fuels – origin, from conventional to non-conventional. The production of fuels by conversion of biomass, by either chemical or biological processes. Production of hydrogen by reforming and electrochemical processes. Hydrogen production as a way to store energy from renewable sources that are not permanently available. Processes for the production of SynGas by gasification of biomass, coal and hydrocarbons. Catalytic conversion of SynGas into different hydrocarbons by the Fischer-Tropsch process. Post-processing of the Fischer-Tropsch synthesis products. Chemical processes of wood conversion in liquid fuels – pyrolysis oil, lignin and cellulose depolymerization in liquid phase. Fuel formulation. The role of the different fuel additives. Techno-economic analysis of the conversion processes of gaseous into liquid fuels.**

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

**Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.**

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

**A UC inclui aulas teóricas, práticas e um projeto que os estudantes desenvolvem ao longo do semestre em conjunto com os docentes. A avaliação inclui 2 mini-testes realizados em aula (30 %) e ainda uma apresentação (20 %) e um relatório sobre o projeto (50 %).**

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

**The course includes theoretical and practical classes and a project that students develop throughout the semester in conjunction with the staff. The evaluation includes 2 mini-tests, during class, (30%) and also a presentation (20 %) and a report on the project (50%).**

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

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

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

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

**Alternative Fuels for Transportation, A. S. Ramadhas, 2011, 2011 CRC Press; Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance, R. Folkson, 2014, Woodhead; Alternative Fuels – The Future of Hydrogen, M.F. Horddeski, 2008, 2nd Ed, CRC Press.; Fischer-Tropsch Refining, A. de Klerk, 2011, Wiley-VCH; Biomass Gasification and Pyrolysis: Practical Design and Theory, P. Basu, 2010, Academic Press; The Biomass Assessment Handbook: Bioenergy for a Sustainable Environment, S. Hemstock, 2008, Earthscan; Alternative Fuels for Compression Ignition Engines, Z.A.A. Karim, 2018, Springer; Transitions to Alternative Vehicles and Fuels, National Research Council, 2013, National Academies Press; Handbook of Alternative Fuel Technologies, S. Lee, J.G. Speight, S.K. Loyalka, 2007, CRC Press**

## Anexo II - Projeto em Engenharia e Gestão de Energia 2

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**



**Projeto em Engenharia e Gestão de Energia 2****9.4.1.1. Title of curricular unit:*****Project in Energy Engineering and Management 2*****9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****EGS*****9.4.1.3. Duração:*****Semestral*****9.4.1.4. Horas de trabalho:*****168.0*****9.4.1.5. Horas de contacto:*****14*****9.4.1.6. ECTS:*****6.0*****9.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****9.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*****Carlos António Bana e Costa (7h)*****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:*****António Manuel da Nave Quintino (7h)*****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

***Desenvolver competências e autonomia crítica necessárias para definir um problema concreto, percebendo quais as variáveis fundamentais que o influenciam, quais os stakeholders envolvidos, num processo de problematização. A partir desta fase inicial, desenvolver competências para desenhar soluções possíveis, construir uma estratégia de evolução para essas soluções de forma autónoma, exercitar consciência crítica, resiliência, sentido de risco. Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo, apresentar em grupo e construir soluções em grupo. Desenvolver a capacidade crítica em análise crítica ao trabalho desenvolvido pelos colegas.***

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

***This course develops skills and critical autonomy, necessary to define a concrete problem, understanding which fundamental variables influence it, which stakeholders are involved in the problematization process. From this early stage, skills to design possible solutions are developed, as well as to build a strategy of evolution for these solutions. This work is autonomous, exercise critical awareness, resilience, and sense of risk. We also develop the ability to work in groups, present in groups and build group solutions. We also develop critical capacity in critical analysis of the work developed by colleagues, assessing this work.***

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

***As sessões (6 por semestre, a primeira é apresentação) têm a presença do professor e do representante da empresa escolhida. Numa kickoff meeting explica-se o objetivo aos alunos, qual é a preocupação, que tipo de solução se procura e define-se o programa para as 5 sessões restantes. Estas sessões são compostas pelas apresentações de cada grupo, às quais se segue a discussão, envolvendo o professor, o convidado de empresa e os alunos do curso.***

***A UC PEGE II é similar à UC de PEGE I, mas os alunos trabalham num desafio/projeto/problema diferente.***

**9.4.5. Syllabus:**

***The sessions (6 per semester, the first is presentation) are attended by the teacher and the representative of the chosen***

*company. In a kickoff meeting the objective is explained to the students, what is the concern, what type of solution is sought and the program is defined for the remaining 5 sessions. These sessions consist of presentations by each group, followed by discussion, involving the teacher, company guest, and course students.*

*PEGE II is similar to PEGE I but students will work in a different challenge/project/problem.*

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**  
*The presentation and discussion sessions of the projects by the groups are essential to assess the degree of achievement of the learning objectives.*

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

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**  
*The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).*

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

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**  
*The presentation and discussion sessions of the projects by the groups are essential to assess the degree of achievement of the learning objectives.*

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*Específica de cada projeto e resultante da pesquisa bibliográfica dos alunos.*

## **Anexo II - Geoestatística**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Geoestatística*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Geostatistics*

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

**9.4.1.3. Duração:**  
*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**  
*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

42

9.4.1.6. ECTS:  
6.0

9.4.1.7. Observações:  
<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:  
<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):  
*Amílcar de Oliveira Soares, T - 14.00; PL - 28.00, ist12180*

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:  
<sem resposta>

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):  
*Os alunos no final da Unidade Curricular deverão saber:*  
*- caracterizar a continuidade espacial de variáveis espaciais contínuas ou categóricas*  
*- estimar mapas de variáveis espaciais contínuas ou categóricas*  
*- caracterizar a incerteza local de variáveis espaciais contínuas ou categóricas.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:  
*Students at the end of the course should know:*  
*- characterize the spatial continuity of continuous or categorical spatial variables*  
*- estimate maps of continuous or categorical spatial variables*  
*- characterize the local uncertainty of continuous or categorical spatial variables.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:  
*Modelos de Recursos Naturais no Quadro do Formalismo Probabilístico. Modelos Geoestatísticos. Análise do padrão de Continuidade Espacial de Recursos Naturais: Variograma e Covariância Espacial. Estimção Geoestatística. Modelo Probabilístico do Estimador Linear Geoestatístico. Krigagem da Média em Áreas Locais. Krigagem Simples. Prática de Krigagem. Caracterização espacial de variáveis categóricas. Krigagem da Indicatriz, Acesso à incerteza local. Aplicações da Geoestatística nas áreas dos recursos naturais, minerais, saúde ambiental, urbanismo, clima, economia, ambiente e oceanografia.*

9.4.5. Syllabus:  
*Models of natural resources in the framework of probabilistic formalism. Geostatistical models. Analysis of the spatial continuity pattern of natural resources: variogram and spatial covariance. Geostatistical estimation. Probabilistic model of the geostatistical linear estimator. Media kriging in local areas. Simple kriging. Kriging practice. Spatial characterization of categorical variables. Kriging of the indicator, access to local uncertainty. Applications of geostatistics in the areas of natural resources, minerals, environmental health, urbanism, climate, economy, environment and oceanography.*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.  
*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):  
*50% de avaliação contínua e 50% de avaliação não contínua*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

**50% continuous evaluation and 50% non continuous evaluation**

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

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

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*Geostatística para as Ciências da Terra e do Ambiente, Amilcar Soares, 2006, IST Press; An Introduction to Applied Geostatistics, E.H. Isaaks, R.M.Srivastava, 1989, Oxford University Press, New York, 561 p. Geostatistical Methods for Reservoir Geophysics. 2017. Springer Ed.*

**Anexo II - Climatização de Edifícios**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Climatização de Edifícios*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Air-Conditioning in Buildings*

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

**9.4.1.3. Duração:**  
*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**  
*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**  
*49*

**9.4.1.6. ECTS:**  
*6.0*

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

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

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**  
*José Manuel da Silva Chaves Ribeiro Pereira (28 horas)*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**  
*ist148033 Miguel Abreu de Almeida Mendes (21 horas)*

**9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
*Fornecer os conhecimentos básicos indispensáveis para actuar ao nível dos diferentes aspectos de engenharia dos sistemas de AVAC e energia em edifícios: projecto, física dos edifícios, simulação dinâmica e qualidade do ar interior.*

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

*Provide the basic knowledge necessary to act in terms of the different engineering aspects of HVAC and energy systems in buildings: design, building physics, dynamic simulation and indoor air quality.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Esta Unidade Curricular explora os fundamentos de Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado (AVAC), com incidência particular nos tópicos seguinte:  
Caracterização, classificação e desempenho dos vários tipos de sistemas de climatização. Unidades de tratamento de ar e equipamentos para aquecimento e arrefecimento; Psicrometria dos processos relevantes em AVAC; Noções de ciclos termodinâmicos relevantes para AVAC; Ventilação e infiltração. Ventilação natural e mecânica; Controlo da qualidade do ar interior; Conforto térmico; Balanço de energia a edifícios. Cargas térmicas sensíveis e latentes. Ganhos solares e sombreamento; Aplicação de programas informáticos para dimensionamento, escolha do equipamento e análise dinâmica; Sistemas de condutas e noções básicas de dimensionamento; Eficiência energética em edifícios e edifícios NZEB; Disposições técnicas aplicáveis ao AVAC: directivas comunitárias, legislação nacional, normas e manuais técnicos.*

**9.4.5. Syllabus:**

*This course explores the fundamentals of Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC), with particular focus on the following topics:*

*Characterization, classification and performance of the various types of air conditioning systems. Air handling units and heating and cooling equipment;  
Psychrometry of the relevant processes in HVAC; Basics of the relevant thermodynamic cycles for HVAC; Ventilation and infiltration. Natural and mechanical ventilation; Indoor air quality control; Thermal comfort; Energy balance in buildings. Sensible and latent thermal loads. Solar gains and shading; Application of computer programs for sizing, equipment selection and dynamic analysis; Duct systems and sizing; Energy efficiency in buildings and NZEB buildings; Technical remarks applicable to HVAC: UE directives, national legislation, standards and technical manuals.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points, described above, aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes of the UC.  
The syllabus covers the main topics related to the use and rationalization of energy in buildings.  
In this UC the theoretical bases, the essential concepts, application examples, energy simulation and resolution of application exercises are provided, which allow students to have a general, global view of the addressed problems. The particular and technological solutions will be achieved through the knowledge, previously obtained in other UCs, and technical or scientific information that students can easily scrutinize and assimilate.*

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

*Trabalho computacional (30%), 2 mini-testes (20%), Exame (50%)*

*As metodologias de ensino pretendem dar um peso significativo (30%+20%=50%) à componente da aprendizagem baseada em resolução de problemas e projectos.*

*O projecto terá uma parte em que os alunos podem seguir linhas diferentes, procurando soluções gerais ou optimais, e serão muito valorizadas as análises técnicas que incluam as variantes de análise crítica ou de contexto.*

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

*Computational work (30%), 2 minitests (20%), Exam (50%)*

*The teaching methodologies aim to give a significant weight (30% + 20% = 50%) to the component of learning based on problem solving and projects. The project will have a part in which students can follow different lines, looking for general or optimal solutions. Technical discussions focused on critical analysis or context issues will be highly valued.*

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

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

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

***The teaching methods have been designed so that students can develop comprehensive knowledge, also ensuring compliance with the objectives of the course. The practical works to be conducted (namely computational simulations) allows for the confrontation, analysis and integration with real engineering problems.***

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

***"ASHRAE Handbook - Fundamentals", ----, 2017, (SI Edition), ASHRAE; "Principles of Solar Engineering", Yogi Goswami, 2015, CRC Press***

**Anexo II - Projeto em Engenharia e Gestão de Energia 1**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Projeto em Engenharia e Gestão de Energia 1***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Project in Energy Engineering and Management 1***

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

***EGS***

**9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

***14***

**9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**9.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**9.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***Carlos António Bana e Costa (7h)***

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

***António Manuel da Nave Quintino (7h)***

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

***Desenvolver competências e autonomia crítica necessárias para definir um problema concreto, percebendo quais as variáveis fundamentais que o influenciam, quais os stakeholders envolvidos, num processo de problematização. A partir desta fase inicial, desenvolver competências para desenhar soluções possíveis, construir uma estratégia de evolução para essas soluções de forma autónoma, exercitar consciência crítica, resiliência, sentido de risco. Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo, apresentar em grupo e construir soluções em grupo. Desenvolver a capacidade crítica em análise crítica ao trabalho desenvolvido pelos colegas.***

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

*This course develops skills and critical autonomy, necessary to define a concrete problem, understanding which fundamental variables influence it, which stakeholders are involved in the problematization process. From this early stage, skills to design possible solutions are developed, as well as to build a strategy of evolution for these solutions. This work is autonomous, exercise critical awareness, resilience, and sense of risk. We also develop the ability to work in groups, present in groups and build group solutions. We also develop critical capacity in critical analysis of the work developed by colleagues, assessing this work.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*As sessões (6 por semestre, a primeira é apresentação) têm a presença do professor e do representante da empresa escolhida. Numa kickoff meeting explica-se o objetivo aos alunos, qual é a preocupação, que tipo de solução se procura e define-se o programa para as 5 sessões restantes. Estas sessões são compostas pelas apresentações de cada grupo, às quais se segue a discussão, envolvendo o professor, o convidado de empresa e os alunos do curso.*

**9.4.5. Syllabus:**

*The sessions (6 per semester, the first is presentation) are attended by the teacher and the representative of the chosen company. In a kickoff meeting the objective is explained to the students, what is the concern, what type of solution is sought and the program is defined for the remaining 5 sessions. These sessions consist of presentations by each group, followed by discussion, involving the teacher, company guest, and course students.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*The presentation and discussion sessions of the projects by the groups are essential to assess the degree of achievement of the learning objectives.*

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

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

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

*The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).*

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

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

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

*The presentation and discussion sessions of the projects by the groups are essential to assess the degree of achievement of the learning objectives.*

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

*Específica de cada projeto e resultante da pesquisa bibliográfica dos alunos.*

**Anexo II - Energia Solar Fotovoltaica****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Energia Solar Fotovoltaica*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Photovoltaic Solar Energy*

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

*Flnter*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Luís Filipe Moreira Mendes, T - 10.50; OT - 3.50*

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

*José Manuel Dias Ferreira de Jesus, T - 21.00; OT - 3.50*

*Katharina Lorenz, T - 10.50; OT - 0.00*

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

*Quando terminar a unidade curricular o aluno deverá ser capaz de:*

- selecionar e utilizar os tipos de dados e os modelos de radiação solar mais apropriados para cada tipo de aplicação;*
- identificar os processos físicos envolvidos na captação e conversão da energia solar em energia eléctrica;*
- interpretar os resultados da certificação dos módulos fotovoltaicos;*
- avaliar do ponto de vista técnico a oferta comercial de produtos e sistemas fotovoltaicos;*
- projetar sistemas standard assim como desenvolver sistemas de raiz para satisfazer necessidades de energia concretas.*

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

*At the end of the course, the student will be able to:*

- select and use the solar radiation data and models better suited for each application;*
- recognize the physics of the solar cells;*
- interpret the results of the photovoltaic modules certification;*
- technically evaluate commercial solar modules and systems;*
- design standard photovoltaic systems as well as new systems to fulfil specific energy needs.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:****1. Radiação solar****1.1. Geometria e componentes da radiação solar****1.2. Instrumentação, tipos de dados e modelos de previsão de radiação****1.3. Irradiância efetiva****2. Semicondutores****2.1. Estrutura cristalina e bandas de energia****2.2. Densidade de estados****2.3. Concentração de portadores em equilíbrio****2.4. Absorção de luz****2.5. Recombinação****2.6. Transporte de portadores**



- 2.7. **Electrostática do díodo de junção pn**
- 3. **Células fotovoltaicas**
  - 3.1. **Taxa de geração**
  - 3.2. **Característica I-V**
  - 3.3. **Propriedades das células eficientes**
  - 3.4. **Materiais semicondutores para aplicações fotovoltaicas**
- 4. **Energia captada e fornecida por módulos fotovoltaicos**
  - 4.1. **Comportamento do gerador fotovoltaico em condições reais de funcionamento**
  - 4.2. **Sistemas fotovoltaicos isolados e ligados à rede elétrica**
  - 4.3. **Principais componentes dos sistemas**
  - 4.4. **Princípios de projeto de sistemas**
  - 4.5. **Fiabilidade e dimensionamento de sistemas isolados**
  - 4.6. **Dimensionamento de sistemas interligados com a rede elétrica**

#### 9.4.5. Syllabus:

- 1. **Solar radiation**
  - 1.1. **Geometry and components of solar radiation**
  - 1.2. **Measuring instruments, solar radiation data and solar radiation models**
  - 1.3. **Effective irradiance**
- 2. **Semiconductors**
  - 2.1. **Crystal structure and energy band structure**
  - 2.2. **Densities of states**
  - 2.3. **Equilibrium carrier concentrations**
  - 2.4. **Light absorption**
  - 2.5. **Recombination**
  - 2.6. **Carrier transport**
  - 2.7. **pn-junction diode electrostatics**
- 3. **Solar Cells**
  - 3.1. **Generation rate**
  - 3.2. **I-V characteristic**
  - 3.3. **Properties of efficient solar cells**
  - 3.4. **Semiconductor materials for photovoltaics application**
- 4. **Energy Collected and Delivered by PV modules**
  - 4.1. **PV generator behavior under real operation conditions**
  - 4.2. **Offgrid and Ongrid PV systems**
  - 4.3. **Key System Components**
  - 4.4. **Principles of System Design**
  - 4.5. **Reliability and sizing of stand-alone PV systems**
  - 4.6. **Energy yield of grid connected PV systems**

9.4.6. **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

9.4.6. **Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**  
*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

- 1 projeto - 30%
- 4 mini-testes, dos quais contam as três melhores notas - 20%
- 1 Exame - 50%

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

- 1 project - 30%
- 4 mini-tests, the best 3 are taken into account for the grading - 20%
- 1 Exam - 50%

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

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

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

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:  
*Solar Engineering of Thermal Processes, John Duffie and William Beckman, 2013, John Wiley & Sons; Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, Antonio Luque and Steven Hegedus (Editors), 2011, John Wiley & Sons; Semiconductor Physics and Devices, Donald A. Neamen, 2003, McGraw-Hill; Renewable and Efficient Electric Power Systems, Gilbert Masters, 2013, Wiley; Planning and Installing Photovoltaic Systems: a guide for installers, architects and engineers, German Solar Energy Society, 2008, Edition Earthscan***

## **Anexo II - Produção e Consumo de Energia Eléctrica**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:  
*Produção e Consumo de Energia Eléctrica***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:  
*Production and Demand of Electric Energy***

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

**9.4.1.3. Duração:  
*Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:  
*168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:  
*49.0***

**9.4.1.6. ECTS:  
*6.0***

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

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

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):  
*José Manuel Dias Ferreira de Jesus, T 28, TP 21***

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:  
*<sem resposta>***

**9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):  
*A disciplina visa dar formação no âmbito dos processos convencionais que permitem a conversão de diferentes formas de energia em energia eléctrica. A disciplina visa também dar formação no âmbito da caracterização e previsão dos consumos de energia eléctrica.***

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

*The course aims at giving the foundations of the conversion of any form of energy in electrical energy. It also aims at giving the basis of electricity demand and load/energy forecasting techniques*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1 *Introdução. Fundamentos de Energia*
- 2 *Propriedades Termodinâmicas das Substâncias*
- 3 *Centrais Térmicas a Vapor. O Ciclo de Rankine*
- 4 *Centrais Equipadas com Turbinas a Gás. O Ciclo de Brayton*
- 5 *Centrais Hidroelétricas*
- 6 *Consumo de Energia Eléctrica*
- 7 *Previsão de Cargas*

**9.4.5. Syllabus:**

- 1 *Introduction. Power, Energy and Energy Forms*
- 2 *Properties of Pure Simple Compressible Substances*
- 3 *Vapour Power Systems. The Rankine Cycle*
- 4 *Gas Power Systems. The Brayton Cycle*
- 5 *Hydro Power Systems*
- 6 *Electric Power Demand*
- 7 *Load/Energy Forecasting*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*50% de avaliação contínua/50% de avaliação não contínua*

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

*50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos*

*teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de*

*demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não*

*só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento*

*de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

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

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

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

*Redes de Energia Eléctrica. Uma Análise Sistémica, José Pedro Sucena Paiva, 2005, IST Press; Hidráulica, António Carvalho Quintela, 2000, Fundação Calouste Gulbenkian; Fundamentals of Engineering Thermodynamics, Michael Moran Howard Shapiro, 1998, John Wiley & Sons; Applied Statistics and Probability for Engineers, Montgomery,*

*Runger, 1994, John Wiley & Sons*

## Anexo II - Engenharia Económica

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:  
*Engenharia Económica*

9.4.1.1. Title of curricular unit:  
*Engineering Economics*

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

9.4.1.3. Duração:  
*Semestral*

9.4.1.4. Horas de trabalho:  
*168.0*

9.4.1.5. Horas de contacto:  
*42*

9.4.1.6. ECTS:  
*6.0*

9.4.1.7. Observações:  
*<sem resposta>*

9.4.1.7. Observations:  
*<no answer>*

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):  
*ist14105, Maria Margarida Martelo Catalão Lopes de Oliveira Pires Pina, 49h*

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:  
*<sem resposta>*

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):  
*Dar a conhecer um conjunto de conceitos e instrumentos utilizados em análise de decisões de investimento, particularmente em projectos de engenharia. Após a frequência desta disciplina os estudantes deverão ser capazes de compreender e analisar as fontes de informação financeira e levar a cabo estudos de viabilidade económico-financeira de projectos.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:  
*Apply economic analysis methods to engineering projects; – like present worth, annual-equivalent worth, rate-of-return, life-cycle cost, cost/benefit– in evaluating the economic viability of a project, as well as the comparison of alternatives. In the end of the semester, students should be able to: Use basic concepts and tools of financial analysis and engineering economics; Understand which tools to use when; Be able to prepare an investment plan; Make an assessment of a strategic decision; Understand how to support a specific choice of investment or project.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:  
*1. Introdução. Fundamentos da Engenharia Económica  
2. Princípios de cálculo financeiro  
3. Análise Financeira  
4. Critérios de Investimento  
5. Seleção de Investimentos*

**9.4.5. Syllabus:**

- 1. Introdução. Foundations of Engineering Economics**
- 2. Principles of financial calculus**
- 3. Financial analysis**
- 4. Project and Investment Evaluation**
- 5. Investment selection**

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Given the UC's learning objectives, described in 9.4.4., any expert in the field can see that all the points programmatic contents, described in 9.4.5., aim to provide the students with the knowledge and skills necessary for their fulfillment and acquisition of said objectives.*

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

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

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

*Assessment: application work on one of the topics of the course (25%) + mini test (25%) + exam (50%).*

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

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

*The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

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

*Engineering Economy: Blank L. and Tarquin A., 2018. McGraw-Hill International Edition, 8th Edition.*

*Principles of Corporate Finance – Concise Edition: Brealey, R., Myers, S. and Allen, F., 2011. McGraw-Hill International Edition, 2nd Edition.*

*Fundamentals of Engineering Economics: Park, C., 2013. Pearson, 3rd Edition.*

*Engineering Project Appraisal: Rogers, M. and Duffy, A., 2012. Wiley-Blackwell, 2nd edition.*

*Avaliação de Projectos de Investimento na Óptica Empresarial: Soares J., Fernandes A., Março A. and Marques J., 2006. Edições Sílabo, 2ª edição.*

**Anexo II - Gestão Logística e de Operações**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Gestão Logística e de Operações*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Logistics and Operations Management*

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

*EGS*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

42

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

*ist13662, Ana Paula Ferreira Dias Barbosa Póvoa, 10,5 TP*

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

*ist46455, Susana Relvas, 10,5 TP*

*ist25305, Tânia Pinto Varela, 21 TP*

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

*O objectivo da disciplina fornecer aos alunos os conhecimentos sobre os fundamentos gerais da Gestão Logística e Gestão das Operações. Estudam-se os métodos e técnicas mais usados pelas organizações para a gestão eficiente nas áreas de Logística e Operações. Pretende-se que os alunos desenvolvam a capacidade de identificação, análise, crítica e resolução de problemas nas áreas.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The objective of the course is to provide students with knowledge on the fundamentals of the Logistics and Operations Management. The methods and techniques most used by organizations by the Organizations for an efficient management in Logistics and Operations Management are studied. The aim is to provide students with the ability to identify, analyze, solve problems in GO, being critical to the solutions found.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

*Introdução à Gestão Logística e as Operações (GLO). Desempenho e Objectivos das Operações: triple bottom line, stakeholders e Corporate Social Responsibility; Os 5 objectivos operacionais. Os processos e produtos, projecto de processos e o efeito volume e variedade. Tecnologia de Processos: o gestor de operações e tecnologias; tecnologias de processamento de materiais, informação e clientes; tecnologias emergentes: 3D Printing, The Internet of Things, Sensores, Simulação de Processos; o impacto da tecnologia no processo; web-ERP. Planeamento de Operações: Sales & Operations Planning, Gestão de Capacidade. Gestão de Inventário: decisões em gestão de inventário, quanto e quando encomendar. Cadeia de Abastecimento e Logística: definição e principais objectivos e actividades. O projecto, planeamento e gestão de inventário na cadeia de abastecimento. O valor da informação. Estratégias de Distribuição e modos de transporte. Os novos desafios em GLO na Era Digital*

9.4.5. Syllabus:

*Introduction to Logistics and Operations Management and Operations (LOM). Performance and Objectives of Operations: triple bottom line, stakeholders and Corporate Social Responsibility; The 5 operational objectives. Processes and products, process design and the effect volume and variety. Process Technology: the operations and technology manager; materials, information and customer processing technologies; emerging technologies: 3D Printing, The Internet of Things, Sensors, Process Simulation; the impact of technology on the process; web-ERP. Operations Planning: Sales & Operations Planning, Capacity Management. Inventory Management: Inventory management decisions, how much and when to order. Supply Chain and Logistics: definition and main objectives and activities. Project, planning and inventory management in the supply chain. The value of information. Distribution strategies and modes of transport. The New Challenges in GLO in the Digital Age.*

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

*Esta Unidade Curricular (UC) tem por objectivo dotar os alunos de conhecimentos base dos principais aspectos que caracterizam a área de gestão logística de operações (GLO). Os conteúdos programáticos contemplam um conjunto sequencial de temáticas que se desenvolvem desde a visão interna da organização na gestão das operações até à sua ligação com o contexto externo traduzidos nas cadeias de abastecimento e o seu envolvimento num mundo em que as*

**novas tecnologias desenvolvem um papel fundamental**

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*A UC explora um conjunto de metodologias ativas para a apreensão e desenvolvimento de conhecimentos :*

*Componente de avaliação contínua (50%):*

*a) Análise de casos de estudo reais em aula ( 5 a 6 casos), identificando problemas que abordam as várias temáticas da UC. Apresentação e discussão dos casos, trabalho realizado em grupo envolvendo a elaboração de um mini relatório e pequenas apresentações orais ; - 25%*

*b) Mini-projeto, resolução de um caso prático com aplicação de uma metodologia selecionada, com elaboração de relatório de grupo e apresentação e discussão dos resultados – 15%*

*c) Realização de quizzes com questões de escolha múltipla em cada aula – 10%*

*Mini-test global 50%: escrito individual, onde se incluem problemas e excertos de situações reais que devem ser analisados e propostas melhorias à luz dos conteúdos lecionados.*

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

*The UC explores a set of active methodologies for knowledge understanding and development:*

*Continuous Evaluation (50%):*

*a) Analysis of real case studies in class (5 to 6 cases), identifying problems addressing the UC contents; presentation and discussion of the case studies through group work and flash oral presentations made in the classes; - 25%*

*b) Mini-project, resolution of a case study with application of a selected methodology. Involves group report and presentation and discussion of the solution developed - 15%*

*c) Quizzes with multiple choice questions in each theoretical lecture - 10%*

*Mini-Test global: 50%. Individual written mini-test, which includes problems and excerpts of real situations that should be analyzed and answered in the light of the course content.*

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

*Considerando o objectivo da UC é possível aos alunos identificar desafios, compreender os problemas e propor soluções de gestão de operações de forma global e integrada. Diferentes tipos de metodologias de aprendizagem são utilizados na UC nomeadamente recorrendo à discussão de casos, resolução de exercícios e teste final.*

*A utilização de casos de estudo reais, que reportam problemas empresariais, permite que os alunos assimilem os conteúdos programáticos, aplicados à realidade empresarial, identificando os problemas, fazendo uma análise crítica dos mesmos e propondo novas soluções.*

*Adicionalmente à utilização de casos de estudo a resolução de exercícios práticos permite a aplicação dos conteúdos programáticos na resolução prática de exemplos concretos na área de gestão de operações e logística.*

*A prova escrita de exame final aparece como prova individual que estimula a interpretação de problemas exemplificativos dos conceitos leccionados, testando desta forma, a capacidade do aluno, de forma individual e integrada, interpretar, criticar e resolver problemas.*

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

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

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

*Operations Management, N. Slack, A.; A. Brandon-Jones; R. Johnston, 2019, Pearson Education Editors, 9th Edition, ; Designing and managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies”, David Simchi-Levi, Philip Kaminsky e Edith Simchi-Levi , 2007, 3ª edição, McGrawHill/Irwin*

**Anexo II - Instalações e Edifícios Inteligentes**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Instalações e Edifícios Inteligentes*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Installations and Intelligent Buildings*

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

*Energ*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Duarte de Mesquita e Sousa, ist13386, 28h*

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

*João Guilherme Raimundo Garcia, ist14052, 21h*

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

*A UC visa a aquisição de competências necessárias para o projeto de redes e instalações para uso em baixa tensão.*

*Na conclusão da UC, o aluno deverá:*

- projetar instalações elétricas para edifícios de baixa tensão e outras instalações elétricas;*
- projetar soluções inteligentes em edifícios de baixa tensão;*
- projetar os sistemas de proteção para sistemas de baixa tensão;*
- definir a integração de fontes renováveis e sistemas de armazenamento em redes elétricas de baixa tensão;*
- avaliar a eficiência energética de instalações inteligentes;*
- implementar soluções que envolvam eficiência energética em edifícios;*
- analisar o consumo de energia em edifícios de baixa tensão.*

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

*The course aims at the development of skills necessary for the design of networks and installations for low voltage use.*

*At the completion of the course, the student will:*

- to design electrical installations for low voltage buildings and other electrical facilities;*
- to design intelligent solutions in low voltage buildings;*
- to design the protection systems for low voltage systems;*
- to define the integration of renewables and storage systems in low voltage electrical grids;*
- to evaluate the power efficiency of intelligent installations;*
- to implement solutions engaging power efficiency in buildings;*
- to analyze the power consumption for low voltage buildings.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Instalações elétricas: caracterização e regras técnicas.*

*2. Instalações eléctricas de baixa tensão:*

- a) do posto de transformação ao contador inteligente*
- b) tipos de cargas e consumos*
- c) sistemas de proteção*



3. *Consumo de energia elétrica: perfis de consumo, tarifas e mercado.*
4. *Eficiência energética em edifícios: avaliação e eficiência energética.*
5. *Soluções de domótica em edifícios.*
6. *Gestão e monitorização de consumos: consumidores e prossumidores.*
7. *Produção de energia para consumo próprio: conceção e enquadramento legal.*
8. *Integração de energias renováveis em instalações de baixa tensão.*
9. *Instalações específicas em baixa tensão:*
  - a) *Carregadores de veículos elétricos*
  - b) *Soluções para armazenamento de energia*
10. *Certificação energética de edifícios inteligentes.*

#### 9.4.5. Syllabus:

1. *Electrical installations: characterization and technical rules.*
2. *Low voltage electrical installations:*
  - a) *from the substation to the smart meter*
  - b) *types of load and consumption profiles*
  - c) *protection systems*
3. *Electricity consumption: consumption profiles, tariffs and markets.*
4. *Energy efficiency in buildings: assessment and energy efficiency.*
5. *Home automation solutions in buildings.*
6. *Consumption management and monitoring: consumers and prosumers.*
7. *Energy production for self consumption: conception and legal framework.*
8. *Integration of renewable energies in low voltage installations.*
9. *Specific low voltage installations:*
  - a) *Electric vehicle chargers*
  - b) *Energy storage solutions*
10. *Energy certification of smart buildings.*

9.4.6. *Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular*  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

9.4.6. *Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.*  
*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.4) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point point 9.4.5.*

9.4.7. *Metodologias de ensino (avaliação incluída):*  
*50% de avaliação continua/50% de avaliação não continua*

9.4.7. *Teaching methodologies (including evaluation):*  
*50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation*

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

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

9.4.9. *Bibliografia de consulta/existência obrigatória:*  
*Green and Smart Buildings Advanced Technology Options, Jadhav, Nilesh Y, 2016, Springer, 1st Ed.; Handbook of Energy Systems in Green Buildings, Wang, Ruzhu, Zhai, Xiaoqiang , 2018, Springer,; Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão , 0, 2018, 6.ª edição revista e atualizada, INCM; Eficiência Energética nos Edifícios , , 2017, INCM2.ª edição revista e atualizada; Electrical Machines, Drives and Power Systems , Theodore Wildi, 2006, Pearson*

*New International Edition; COMMISSION REGULATION (EU) , , 2016/631, 14/April/2016 , Establishing a network code on requirements for grid connection of generators; Electrical installation guide, , 2018, Schneider Electric*

## **Anexo II - Energia Eólica**

### **9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Energia Eólica*

### **9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Wind Energy*

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

*TTCE*

### **9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

### **9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

### **9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49*

### **9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

### **9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

### **9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist11786 Luís Manuel de Carvalho Gato (TP-6)*

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

*ist30176 Ricardo Balbino Santos Pereira (TP-15)*

*ist30176 João Carlos de Campos Henriques (TP-6; L-1.5)*

*ist62135 João Baltazar (TP-12)*

*ist13330 Paulo José da Costa Branco (TP-3; L-1.5)*

*ist177469 Juan Carlos Chong Portillo (L-4)*

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

- *Compreender os princípios de conversão de energia eólica.*
- *Aprender os fundamentos da teoria aerodinâmica de turbinas eólicas.*
- *Realizar o projecto (aerodinâmico) preliminar dum rotor de turbina eólica.*
- *Compreender a natureza do clima e recurso eólico.*
- *Aprender a estimar a produção (anual) de energia.*
- *Entender a dinâmica estrutural de turbina eólicas e identificar as excitações relevantes.*
- *Realizar análise de ressonância estrutural preliminar.*
- *Compreender os principais problemas relacionados com o controlo de turbinas eólicas.*
- *Aprender como fazer simulações aero-servo-elásticas de turbinas eólicas em funcionamento.*
- *Identificar actuais e futuras tendências de projecto na indústria de energia eólica.*
- *Aprender sobre projecto de parques eólicos e aspectos operacionais.*
- *Modelar interacção de turbinas eólicas (esteiras).*

### **9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

- *Understand wind energy conversion principles.*

- *Learn the fundamentals of the aerodynamic theory of wind turbines.*
- *Carry out the preliminary (aerodynamic) design of a wind turbine rotor.*
- *Understand the nature of wind climate and the wind energy resource.*
- *Learn how to estimate (yearly) energy production.*
- *Become familiar with structural dynamics of wind turbines and identify the main excitation sources.*
- *Carry out preliminary wind turbine resonance analysis.*
- *Understand the main problems related to turbine control.*
- *Learn how to do a coupled aero-servo-elastic analysis of wind turbine operation.*
- *Identify current and future design trends of the wind energy industry.*
- *Learn about wind farm design and operational aspects.*
- *Model wind turbine interaction (wakes).*

#### 9.4.5. Conteúdos programáticos:

##### **AERODINÂMICA DE TURBINAS EÓLICAS (TE)**

*Sistemas de energia eólica. Teoria do disco actuante. Perfis alares. Teoria da quantidade de movimentos dos elementos de pá (BEM). TE de eixo vertical. Linha sustentadora.*

##### **CLIMA EÓLICO**

*Aspectos gerais. Variações no espaço e no tempo. Turbulência e extremos. Medições e avaliação do recurso. Cálculo de produção de energia.*

##### **ESTRUTURA E ESFORÇOS DE TURBINAS EÓLICAS**

*Introdução à dinâmica estrutural de TE. Frequências naturais de componentes de TE. Análise e projecto de TE no domínio da frequência (diagrama de Campbell). Mecanismos de falha estrutural. Certificação.*

##### **COMPONENTES ELÉCTRICOS DE TURBINAS EÓLICAS**

*Princípios de conversão electromecânica. Topologias de sistemas de transmissão: caixa de velocidade, gerador, inversor, ligação e integração na rede.*

##### **CONTROLO DE TURBINAS EÓLICAS**

*Regulação de potência. Sensores e actuadores. Princípios de controlo de TE.*

##### **PARQUES EÓLICOS**

*Operação & manutenção. Projecto e interacção de TEs.*

#### 9.4.5. Syllabus:

##### **WIND TURBINE (WT) AERODYNAMICS**

*Overview of wind energy systems. 1D and general momentum theory. Aerofoil theory. Blade element momentum (BEM). BEM and vertical axis machines. BEM implementation and add-ons. Lifting-line theory.*

##### **WIND CLIMATE**

*General aspects. Variations in space and time. Turbulence and extremes. Measurements and resource assessment. WT siting. Calculation of energy production.*

##### **WIND TURBINE STRUCTURAL LOADING AND DYNAMICS**

*Introduction WT structural dynamics. Natural frequencies of WT components. WT analysis and design in the frequency domain (Campbell diagram). Structural failure modes. Certification and design load cases.*

##### **WIND TURBINE ELECTRICAL COMPONENTS**

*Electromechanical conversion principles. Drivetrain topologies: gearbox, generator and converter. Connection to the grid and grid integration.*

##### **WIND TURBINE CONTROL**

*Power regulation. Sensors and actuators. WT control principles.*

##### **WIND FARMS**

*Operation/maintenance aspects. Farm layout. WT wakes.*

9.4.6. *Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*In view of the UC's learning objectives, described in 9.4.4., any specialist in the subject will be able to verify that all the points of the syllabus, described in 9.4.5., aim to provide students with the knowledge and skills necessary for their fulfilment and the acquisition of said objectives.*

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

*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos,*

**reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem activa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames ( $\leq 50\%$ ).**

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

***The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams ( $\leq 50\%$ ).***

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

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

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

***The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of demonstration classes and experimental work. This approach will allow not only to fulfil the objectives but also help level the knowledge of students with different backgrounds and backgrounds.***

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

***"Aerodynamics of Wind Turbines", S. Schmitz, 2020, John Wiley and Sons.; "Wind Turbine Technology", David Spera, 2009, 2nd Edition, ASME; "Wind Energy Handbook", T. Burton, D. Sharpe, N. Jenkins, E. Bossanyi, 2001, John Wiley & Sons; "Control of Electrical Drives", W. Leonhard, 2001, Springer-Verlag; "State-of-the-Art and New Technologies of Direct Drive Wind Turbines", K. Friedrich, M. Lukas, 2017, Springer.; "Meteorology for Scientists and Engineers", R.B.Stull, 1999, Brooks Cole; "Great Expectations for Offshore Wind Farms", M. Zaaier, 2013, PhD Thesis, TUDelft***

**Anexo II - Impactes Ambientais dos Espaços Construídos**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Impactes Ambientais dos Espaços Construídos***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Built Environment Impact***

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

***HARH***

**9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

***49***

**9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**9.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**9.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

**Manuel Guilherme Caras Altas Duarte Pinheiro, ist id 14144, 28**

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

**Ana Fonseca Galvão, ist id 13983, 21**

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

**Fornecer abordagens e instrumentos aos discentes para avaliar os impactes dos ambientes construídos bem como modos de procurar a sustentabilidade nas diferentes fases do ciclo de vida.**

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

**Provide students with approaches and instruments to assess the impacts of built environments, as well as ways to seek sustainability at different stages of the life cycle.**

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Ambientes construídos: Importância: tipologias de pressão e impactes. Fluxos e balanços de materiais, energia, emissões e outros sistemas. Energia Carbono. Neutralidade Carbónica.**
- 2. Introdução à Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) de planos e programas e à Avaliação de Impactes Ambientais (AIA) de projetos. Abrangência, âmbito, métodos de identificação de efeitos ambientais e impactes e de medidas.**
- 3. Introdução aos princípios de Ambientes Construídos Sustentável. Agenda 21. Indicadores e critérios de sustentabilidade ambiental para o ambiente urbano no ciclo de vida. Foco na energia, carbono e na neutralidade carbónica.**
- 4. Sistemas de orientação, avaliação e certificação de boas práticas ambientais e da procura da sustentabilidade nos edifícios, infraestruturas e zonas urbanas (LiderA e outros sistemas), modos de utilização.**
- 5. Introdução à gestão ambiental e da sustentabilidade em zonas construídas. Tendências e perspetivas da sustentabilidade.**

**9.4.5. Syllabus:**

- 1. Built environments: Importance: types of pressure and impacts. Flows and balances of materials, energy, emissions and other systems. Carbon Energy. Carbon neutrality.**
- 2. Introduction to the Strategic Environmental Assessment (SEA) of plans and programs and the Environmental Impact Assessment (EIA) of projects. Screening and scope, methods for identifying environmental effects and impacts and measures.**
- 3. Introduction to the principles of sustainable built environments. Agenda 21. Environmental sustainability indicators and criteria for the urban environment in the life cycle. Focus on energy and carbon neutrality.**
- 4. Design, assessment and certification systems for good environmental practices and the search for sustainability in buildings, infrastructure and urban areas (LiderA and other systems).**
- 5. Introduction to environmental and sustainability management in built areas. Sustainable trends and perspectives.**

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

**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, os pontos dos conteúdos programáticos, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos, permitindo dar-lhe uma visão integrada dos modos de avaliar os impactes ambientais e de procurar a sustentabilidade dos ambientes construídos.**

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

**Considering the objectives of this the UC, the syllabus points aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes, allowing to give an integrated approach to assess environmental impacts and search sustainability of the built environment.**

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

**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

**The teaching methodologies aim to promote learning based on case assessment, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning ((development of two group work with a weight of 60%) and a test or individual work (40%). Allow having 100 % continuous evaluation.**

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

***A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva da interligação entre a teoria e sua aplicação em casos e nos trabalhos a desenvolver. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.***

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

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

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

***Introduction to Environmental Impact Assessment, Glasson, John; Therivel, Riki; Chadwick, Andrew, 2012, 4th edition (Natural and Built Environment Series). Routledge, Taylor and Francis, London and New York;  
Sustainable construction: green building design and delivery, Kibert, C.J., 2016, 4th edition. Wiley;  
Guia de melhores práticas para Avaliação Ambiental Estratégica - orientações metodológicas para um pensamento estratégico em AAE, Partidário, M. R., 2012, Agência Portuguesa do Ambiente;  
Cities for a small planet, Rogers, Richard, 1997, Faber Limited, London;  
Imobiliário Sustentável, Pinheiro, Manuel Duarte, 2014, Vida Imobiliária***

**Anexo II - Energia e Sustentabilidade**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Energia e Sustentabilidade***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Energy and Sustainability***

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

***AE***

**9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

***49***

**9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**9.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**9.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***Paulo Manuel Cadete Ferrão, 49 TP***

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

***<sem resposta>***

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

***Este curso tem como objetivo fornecer uma perspetiva holística dos sistemas de energia e do seu relacionamento com os consumidores, discutindo o papel para a sustentabilidade de políticas energéticas cientificamente informadas em***

*diferentes níveis, de nacional a regional e urbano.*

*É adotada uma perspetiva do ciclo de vida como base para a quantificação dos inventários de emissões de gases de efeito estufa, discutindo-se as orientações do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). Este curso fornece uma estrutura analítica quantitativa para avaliar as soluções de energia limpa, num contexto de engenharia, económico e social, com ênfase na satisfação das necessidades regionais e globais de energia do século XXI, com recurso a sistemas neutros em carbono.*

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

*A transition to carbon neutral energy systems is critical for our climate and a key element for sustainable development. This course is intended to provide a holistic perspective of energy systems and their relationship with the consumers – all of us, focusing on scientifically informed sustainable energy policies at different levels, from national to regional and urban. A life cycle perspective is adopted to provide the basis for the quantification of greenhouse gas emission inventories, discussing the guidance provided by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). This course provides a quantitative analytical framework for evaluating clean energy pathways, within an engineering, economic and social context, with emphasis on meeting 21st-century regional and global energy needs with carbon neutral systems.*

#### 9.4.5. Conteúdos programáticos:

*Discussão dos princípios e estratégias de desenvolvimento sustentável. Caracterização do uso de energia nos transportes, na construção e na indústria pelo mundo. Análise dos principais recursos dos sistemas de energia atuais e emergentes, incluindo recursos energéticos, sistemas de conversão, tecnologias e formas de uso final de energia. Discussão dos princípios e do método de análise do ciclo de vida e avaliação de protocolos globais para inventários de emissões de gases de efeito estufa.*

*Análise dos fatores tecnológicos, sociais e económicos que influenciam a eficiência energética de sistemas de energia, incluindo a análise de custo do ciclo de vida, a avaliação económica de projetos, a regulamentação ambiental ou os incentivos económicos. O impacto de novos modelos de mobilidade na procura de energia e na sua intensidade carbónica. Tendências tecnológicas no desenvolvimento de cidades e edifícios neutros em carbono, e seus desafios e oportunidades. Tendências de evolução tecnológica*

#### 9.4.5. Syllabus:

*Discussion of the principles and strategies of sustainable development. Characterization of the use of energy in transport, building and manufacturing across the world. Analysis of key features of current and emerging energy systems, including resources, conversion, end-use technologies and practices with impact in energy consumption. Life cycle analysis principles and assessment of global protocols for greenhouse gas emission inventories. Analysis of the technological, social and economic factors that influence systemic energy efficiency, including life cycle cost analysis, economic evaluation of projects, environmental regulations and economic incentives. The impact of new mobility models on energy demand and carbon intensity. Technology trends in the development of carbon neutral cities and buildings, challenges and opportunities. Technology trends in digital manufacturing and the circular economy. Analysis of energy business challenges and opportunities for the electricity*

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

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

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*1 Exame (50% da classificação final) + Avaliação de projeto (50% da classificação final).*

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

*1 Exam (50% of the final classification) + Project evaluation (50% of the final classification) .*

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

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

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

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

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

***Elementos de apoio disponibilizados pelo Docente, ----, ----, IST; "Key world energy statistics", ----, 2018, IEA; "Putting CO2 to Use - Creating value from emmissions", ----, 2019, IEA; "Energy prices and taxes for OECD countries", ----, 2019, IEA; "IPCC Reports", ----, ----, ----; "Sustainable Development Goals", ----, ----, ----***

**Anexo II - Conversores Comutados para Energias Renováveis**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Conversores Comutados para Energias Renováveis***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Power Electronics for Renewable Energy***

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

***Energ***

**9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

***49***

**9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**9.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**9.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***Sonia Maria Nunes dos Santos Paulo Ferreira Pinto, 77h***

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

***<sem resposta>***

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

***Dimensionar e comandar conversores dc-ac elevadores isolados e não isolados para aplicações em energia fotovoltaica. Dimensionar e comandar conversores multinível para interligação dc a alta tensão de sistemas de produção eólica a redes elétricas. Dimensionar e comandar conversores matriciais para interface de geração renovável eólica e fotovoltaica. Dimensionar e comandar associações de conversores e conversores matriciais para sistemas de armazenamento de energia elétrica***

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

***Size and control isolated and non-isolated dc-ac boost converters for photovoltaic applications. Size and control multilevel converters for high voltage interconnection of wind production systems to power grids. Size and control matrix converters for wind and photovoltaic renewable generation interface. Size and command converter associations and matrix converters for electrical energy storage systems.***



**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

**1 - Estruturas, comando e regulação de conversores dc-ac elevadores de dois estágios e de um estágio para geração fotovoltaica. Isolamento galvânico por transformador de baixa e alta frequência. Conversão polifásica em tensão e em corrente. 2 - Estruturas, comando e regulação de conversores multinível (NPC, condensadores flutuantes, modulares em meia ponte, ponte completa, 3 níveis). Conversores para alta tensão. Aplicações de conversores com grande número de níveis no transporte de energia eléctrica de geração renovável em dc em alta tensão. HVDC de corrente (CSC-HVDC) e de tensão (VSC-HVDC). 3 - Estruturas de conversores matriciais (directos, indirectos, esparsos). Comando e regulação de conversores matriciais. 4 - Aplicações na produção de origem eólica com máquinas de indução duplamente alimentadas e na produção fotovoltaica com estágio único. 5 - Aplicações de conversores e associações de conversores no armazenamento e condicionamento de energia eléctrica de geração renovável.**

**9.4.5. Syllabus:**

**1 – Topologies, drive and regulation of single and double stage dc-ac boost converters for photovoltaic energy systems. Galvanic isolation with low and high frequency transformer. Voltage and current source poly-phase converters. 2 - Topologies, drive and regulation of multilevel NPC, flying capacitor, half and full-bridge and three-level converters. High voltage converters. Multilevel converter applications in current source HVDC (CSC-HVDC) and voltage source HVDC (VSC-HVDC). 3 – Topologies and drive of matrix converters (direct, indirect, sparse). Command and control of matrix converters. 4 – Applications in wind energy, using DFIGs and in single stage photovoltaics. 5 – Power Electronics converters and converters association for conditioning and renewable energy and energy storage.**

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

**Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.**

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

**As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projetos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem ativa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (projetos de simulação e laboratoriais, fichas) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%). É utilizada uma estratégia de ensino interativa e de avaliação contínua para realização do projeto, simulação e experimentação de conversores comutados para energias renováveis. O método de avaliação compreende:**

- 6 trabalhos de simulação/laboratório - 30%**
- 2 mini-testes nas aulas - 50%**
- 1 Exame final - 20%**

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

**50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation**

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

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

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

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

**Conversores Comutados para Energias Renováveis, J. Fernando Silva, S. F. Pinto, J. Santana, 2017, ; Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems, , R. Teodorescu, M. Liserre, P. Rodriguez, 2011, Wiley-IEEE Press ISBN: 978-0-470-05751-3; Problems of Power Electronic Converters for Renewable Energy, S. F. Pinto, , ; Laboratory Guides of Power Electronic Converters for Renewable Energy, S. F. Pinto**

**Anexo II - Projecto em Energias Renováveis Marítimas****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Projecto em Energias Renováveis Marítimas*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Project in Marine Renewable Energies*

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

*TTCE*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist11786 Luís Manuel de Carvalho Gato (TP-12)*

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

*ist 12117 José Maria André (OT-21)*

*ist177469 Juan Carlos Chong Portillo (PL-7)*

*Guest Lecturers (TP-9)*

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

*O objetivo desta unidade curricular é fornecer aos alunos o conhecimento e metodologias dos aspectos multidisciplinares associados às várias tecnologias de energias renováveis marítimas e colocar em prática o conhecimento especializado sobre energias renováveis marítimas através de um estudo de caso.*

*O objetivo será alcançado através de aulas teóricas, práticas e de laboratório, e pela realização de um projeto.*

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

*The objective of this curricular unit is to provide the students with the background and methodologies of multidisciplinary aspects associated with the various marine renewable energy technologies and bring into practice the specialised knowledge on marine energies in a case study. The objective will be achieved through formal lectures, tutorials and a project.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Políticas públicas e economia oceânica. Habitat do oceano. Avaliação de impacto ambiental. Consulta pública e conflito de usos. Monitorização ambiental. Operações offshore. Segurança marítima. Operação e manutenção de dispositivos de energias renováveis marítimos. Custo da energia. Avaliação da viabilidade de projetos. Mercado de eletricidade e cenários futuros. Critérios de selecção de locais e utilização de software GIS. Análise de sistemas de energia marítima com software dedicado. Projeto que compreende uma análise de impacto técnico, económico e ambiental de um sistema de energia renovável marítima.*

**9.4.5. Syllabus:**

**Public policies and the ocean economy. Ocean habitat. Environmental impact assessment. Public consultation and conflict of uses. Environmental monitoring. Offshore operations. Maritime safety issues. Operation and maintenance of ocean energy devices. Cost of energy. Project feasibility assessment. Electricity market and future scenarios. Multi-criteria site selection and GIS software. Analysis of marine energy systems with dedicated software. A project comprising a technical, economic and environmental impact analysis of a marine renewable energy system.**

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**  
**In view of the UC's learning objectives, described in 9.4.4., any specialist in the subject will be able to verify that all the points of the syllabus, described in 9.4.5., aim to provide students with the knowledge and skills necessary for their fulfilment and the acquisition of said objectives.**

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

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**  
**The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).**

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

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**  
**The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of demonstration classes and experimental work. This approach will allow not only to fulfil the objectives but also help level the knowledge of students with different backgrounds and backgrounds.**

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
**"Offshore Energy Structures for Wind Power, Wave Energy and Hybrid Marine Platforms", M. Karimirad, 2014, Springer.; "Floating Offshore Wind Farms", L. Castro-Santos and V. Diaz-Casas , 2016, Springer; "Wave and Tidal Energy", D. Greaves and G. Iglesias , 2018, Wiley.; "Handbook of Wave Energy", A. Pecher and J. P. Kofoed , 2017, Springer Open.**

## **Anexo II - Armazenamento de Energia**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
**Armazenamento de Energia**

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
**Energy Storage**

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

**9.4.1.3. Duração:**  
**Semestral**

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

**MARIA DE FÁTIMA GRILO DA COSTA MONTEMOR, 10,5 T, 14 S**

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

**FRANCISCO MANUEL DA SILVA LEMOS, 5,25 T, 7 S**

**MARIA AMÉLIA LEMOS, , 1,05 T, 1,4 S**

**MARTA RAMILO ABRANTES, 4,20 T, 5,6 S**

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

*Fornecer os fundamentos necessários para compreender os princípios de funcionamento das mais importantes tecnologias de armazenamento de energia, nomeadamente de armazenamento por via térmica, química (incluindo combustíveis), mecânica, hídrica, biomassa, e eletroquímica. Evidenciar os avanços mais recentes nas várias tecnologias consideradas, e enquadrá-las na produção e gestão eficiente de energias a partir de fontes convencionais e de fontes renováveis. Fornecer ferramentas para o dimensionamento, planeamento e implementação de soluções de armazenamento de energia.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*To provide the fundamentals necessary to understand the working principles of the most important energy storage technologies, including thermal, chemical, mechanical, hydropower, biomass synthetic fuels and electrochemical storage.*

*To evidence the most recent developments related to integration of energy storage technologies and solutions in sustainable energy production from conventional and from renewable sources.*

*To provide the tools for the design, planning and implementation of energy storage solutions.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

*A situação energética atual; Armazenamento por via térmica; materiais para mudança de fase, Armazenamento termo-químico, biomassa e combustíveis sintéticos. Armazenamento hídrico e integração com energia renovável.*

*Armazenamento eletroquímico: baterias, supercondensadores e células de combustível. Baterias em segunda vida e reciclagem. Os tópicos são complementados com seminários convidados por parte da indústria (3-4 temas) (Climaespaço, EDP, JME Inc) e da academia (1-2 temas).*

9.4.5. Syllabus:

*Energy storage overview; Thermal energy storage; phase change materials, thermo-chemical energy storage and biomass and synthetic fuels. Hydropower and Renewable Integration, Electrochemical energy storage: primary and secondary batteries, supercapacitors and fuel cells; second life batteries and recycling. These contents are complemented by invited seminars from industry experts (3-4 topics) (Climaespaço, EDP, JME Inc) and from academia (1-2 topics).*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points*

*(point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*A UC inclui aulas teóricas em sala e um projeto que os estudantes desenvolvem ao longo do semestre em conjunto com os docentes. A avaliação inclui 2 testes (50%) e ainda seminários e discussões nos temas dos projetos (50%).*

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

*The UC includes regular theoretical classes and a project that the students develop along the semester in collaboration with the professors. The evaluation comprises 2 tests (weight 50%) and a written project and seminars plus discussion on the project topics (50%).*

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

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

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

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

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

*Electrochemical Energy Storage for Renewable Sources and Grid Balancing, Moseley and Garche, 2018, Elsevier; Energy Storage, R. Huggins, 2010, Springer; Advances in Thermal Energy Storage – Methods and Applications, F. Cabeza, 2015, Woodhead Pub; Energy Storage – A New Approach, R. Zito, 2010, Wiley; Thermal Energy Storage; Systems and Applications, Ibrahim Dinçer and Marc A. Rosen, 2011, 2nd ed., Wiley*

**Anexo II - Modelação e Planeamento de Recursos Hídricos**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Modelação e Planeamento de Recursos Hídricos*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Water Resources Modelling and Planning*

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

*HARH*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

***Maria Manuela Portela Correia dos Santos Ramos da Silva, T 28, PL 21***

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

**<sem resposta>**

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

***Proporcionar conhecimento e formação complementar relacionada com a Hidrologia, com ênfase para a análise de cheias, para o desenvolvimento de modelos hidrológicos de transformação da precipitação em escoamento, para a propagação de cheias em canais naturais e para a utilização de software de modelação hidrológica. Proporcionar formação específica em Planeamento de Recursos Hídricos relacionada com conceitos gerais sobre instrumentos do planeamento, com a análise económica de projetos alternativos, com a geração de séries sintéticas de caudais, com o dimensionamento de albufeiras e com as intervenções em áreas inundáveis. Apresentar conceitos relacionados com as mudanças climáticas e com a sua influência na disponibilidade hídrica e nos critérios de projeto no âmbito dos recursos hídricos superficiais.***

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

***To provide complementary knowledge and training related to Hydrology, with emphasis on flood analysis, development of rainfall-runoff models, flood routing in natural channels and specific hydrological modelling software. To provide knowledge on Water Resources Planning, related to basic tools of water resources planning, the economical comparison of alternative projects, the design of artificial reservoirs, the use of synthetic flow series and the management of the flood prone areas. To present general concepts related to climate change and its influence on the water availability and on the design criteria related to surface water resources.***

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

***Análise de hietogramas e de hidrogramas. Escoamento direto e de base. Curvas de recessão do escoamento de base. Precipitação útil e de perdas da precipitação. Modelo do SCS para as perdas de precipitação e relevância do número de escoamento Precipitações intensas e construção de hietogramas de projeto. Modelo do hidrograma unitário – métodos diretos e indiretos. Modelos de transformação da precipitação em escoamento. Modelos de propagação de cheias em canais naturais. Sistemas de bacias hidrológicas interligadas. Modelos HEC-HMS e HEC-RAS. Fases do planeamento de recursos hídricos. Critérios de análise económica aplicados à seleção de projetos alternativos. Séries sintéticas de escoamento, seu papel no planeamento de recursos hídricos e sua geração. Dimensionamento e análise de desempenho de albufeiras. A estacionaridade das séries hidrológicas e as mudanças climáticas. Detecção de tendências. Introdução de tendências em valores de projeto.***

**9.4.5. Syllabus:**

***Design hyetographs and hydrographs. Direct flow and base flow. Base flow recession curves. Excess precipitation and establishment of design hyetographs. The SCS model for the rainfall losses and the relevance of the curve number. Intense rainfalls and establishment of design hyetographs. Unit hydrograph model - direct and indirect methods. Rainfall-runoff models. Flood routing along natural channels. Systems of interconnected watersheds. HEC-HMS and HEC-RAS models. Stages of the water resource planning. Economic analysis criteria applied to the selection of alternative projects. The role of the synthetic flow series in the water resources planning. Generation of synthetic flow series. Design and analysis of the performance of artificial reservoirs. The stationarity of hydrological time series and the climate change. Trend detection. Translating trends into design values.***

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

***Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.***

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

***Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes lossed in point 9.4.4.***

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

***50% de avaliação contínua e 50% de avaliação não contínua***

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

***50% continuous evaluation and 50% non continuous evaluation***

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

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

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

*Modelação Hidrológica, M. M. Portela, 2006, Reprografia; Planeamento e Gestão de Recursos Hídricos, E. G. Santos, 2006, Reprografia; Water Resources Systems Planning and Management, Sharad K. Jain, 2003, ISBN: 9780080543697; Water resources yield, T. McMahon, T., A. Adeloje, 2005, Water Resources Publications, Denver; Handbook of Hydrology, D. R. Maidment (ed.), 1993, McGraw-Hill; Guidelines for the design of small hydropower plants, H. Ramos (ed.), 2000, WREAN, Western Regional Energy Agency and Network, DED, Department of Economic Development, ISBN 972 96346 4 5, Belfast, North Ireland*

## **Anexo II - Engenharia da Qualidade do Ar**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Engenharia da Qualidade do Ar*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Air Quality Engineering*

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

*EPP*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*42*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*IST12351, Maria Joana Castelo Branco de Assis Teixeira Neiva Correia, 36 TP*

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

*IST2556, João Luís Ferreira da Silva, 6 TP*

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

*O objectivo desta unidade curricular é fornecer aos alunos conhecimentos e competências relativas às estratégias de prevenção e controlo das emissões atmosféricas com vista à minimização dos seus impactos na qualidade do ar. Os*

*alunos deverão adquirir a capacidade para: i) compreender a química da atmosfera; ii) identificar as fontes, propriedades e impactos dos principais poluentes atmosféricos; iii) quantificar as emissões atmosféricas de diferentes sectores; iv) seleccionar e dimensionar os principais equipamentos para controlo das emissões atmosféricas de poluentes gasosos e particulados.*

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

*The objective of this course is to provide students with knowledge and skills related to strategies for the prevention and control of atmospheric emissions to minimize their impacts on air quality. Students will acquire the ability to: i) understand the chemistry of the atmosphere; ii) identify the sources, properties and impacts of the main air pollutants; iii) quantify atmospheric emissions from different sectors iv) select and design the main equipment for gaseous and particulate pollutants control.*

#### 9.4.5. Conteúdos programáticos:

*Classificação dos poluentes atmosféricos (globais, regionais, primários e secundários). Destruição da camada de ozono estratosférico e formação do ozono troposférico. Monitorização e amostragem de poluentes atmosféricos. Índice de qualidade do ar. Qualidade do ar interior. Quantificação das emissões atmosféricas de processos de combustão. Dispersão atmosférica. Origem, propriedades, impactes, prevenção e controlo das emissões dos principais poluentes atmosféricos. Controlo de poluentes particulados (sedimentadores gravíticos, ciclones, precipitadores electrostáticos, filtros e lavadores) e poluentes gasosos (absorção gasosa; adsorção em carvão activado, oxidação/redução com ou sem catalisadores, biofiltros e biolavadores).*

#### 9.4.5. Syllabus:

*Classification of air pollutants (global, regional, primary and secondary). Stratospheric ozone layer depletion and tropospheric ozone formation. Monitoring and sampling of air pollutants. Air quality index. Indoor air quality. Quantification of atmospheric emissions from combustion processes. Atmospheric dispersion. Origin, properties, impacts, prevention and control of the major air pollutants emissions. Control of particulate pollutants (gravitational settlers, cyclones, electrostatic precipitators, filters and scrubbers) and gaseous pollutants (scrubbers; activated carbon adsorption, oxidation / reduction with or without catalysts, biofilters and bioscrubbers).*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*Exame final individual (50%).  
Avaliação contínua (50%): fichas/quizzes individuais (15%); exercícios /projectos em grupo de 2-3 elementos com uma apresentação oral (35%)*

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

*Exam (50%).  
Continuous evaluation (50%): individual mini-tests/quizzes (15%); exercises/projects in groups of 2 or 3 students with one oral presentation (35%)*

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

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

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

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

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

*Air Pollution Control Engineering, Noel de Nevers, 2017, Ed. by Waveland Press, Inc., ISBN 978-1478629054, 3 Ed;*



*Handbook of Environmental Engineering Calculations, Lee, C.C.; Lin, S.D., 2007, McGraw Hill; Introduction to Environmental Engineering, M. L. Davis, D. A. Cornwell, 2013, 5 ed, 2013. McGraw-Hill*

## **Anexo II - Hidroenergia**

### **9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Hidroenergia***

### **9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Hydropower***

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

***HARH***

### **9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

### **9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

### **9.4.1.5. Horas de contacto:**

***49***

### **9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

### **9.4.1.7. Observações:**

***It is intended to privilege the following aspects:***

- Critical and innovative thinking***
- Creativity***
- Problem-solving approaches***
- Interpersonal skills***
- Teamwork***
- Written communication***
- Oral communication***
- Information and media literacy***
- Ability to locate and access information***
- Ability to analyze and evaluate media content***

### **9.4.1.7. Observations:**

***It is intended to privilege the following aspects:***

- Critical and innovative thinking***
- Creativity***
- Problem-solving approaches***
- Interpersonal skills***
- Teamwork***
- Written communication***
- Oral communication***
- Information and media literacy***
- Ability to locate and access information***
- Ability to analyze and evaluate media content***

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

***ist12110, Helena Margarida Machado da Silva Ramos, 28 TP***

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

***ist126343, Rodrigo Proença de Oliveira, 14 TP***

***ist12418, Jorge Saldanha Matos, 7 TP***

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

*The student should be able to Develop hydroelectric and hybrid solutions with pumped storage•Calculate uniform regimes in ducts and channels. •Know and understand the different types of dams, their characteristics and conditions, and the different types of associated hydraulic works. Know the different types of turbines and understand the selection criteria. •Hydroelectric solutions with pumped storage (reversible). • Hybrid energy solutions. •Understand the basic concepts associated with transient regimes in hydroelectric circuits. Present a final project of the hydraulic circuit of a hydroelectric project.*

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

*The student should be able to Develop hydroelectric and hybrid solutions with pumped storage•Calculate uniform regimes in ducts and channels. •Know and understand the different types of dams, their characteristics and conditions, and the different types of associated hydraulic works. Know the different types of turbines and understand the selection criteria. •Hydroelectric solutions with pumped storage (reversible). • Hybrid energy solutions. •Understand the basic concepts associated with transient regimes in hydroelectric circuits. Present a final project of the hydraulic circuit of a hydroelectric project.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Hydropower project. Hybrid solutions. Hydrological cycle. Hydrographic basins and hydrological processes. Hydrological balance. Measurements: precipitation, evaporation and flow. Hydrological models for flow evaluation. Flow duration curves. Statistical methods. Period of return and risk. Concentration time. Pressure flows: Bernoulli equation. Uniform flow resistance laws. Turbulent flows in pipelines. Localized head losses. Hydraulic power: pumps and turbines. Hydraulic Works Associated with Energy Production River hydraulic uses: general concepts, purposes and socio-economic benefits. Environmental conditions. Dams and unloaders. Hydraulic works attached to the dams and temporary diversion works. Flood unloaders, bottom discharges and water intakes. Hydropower and reversible plants: main concepts and components; operating regimes. Hybrid pumped hydropower storage solutions.*

**9.4.5. Syllabus:**

*Hydropower project. Hybrid solutions. Hydrological cycle. Hydrographic basins and hydrological processes. Hydrological balance. Measurements: precipitation, evaporation and flow. Hydrological models for flow evaluation. Flow duration curves. Statistical methods. Period of return and risk. Concentration time. Pressure flows: Bernoulli equation. Uniform flow resistance laws. Turbulent flows in pipelines. Localized head losses. Hydraulic power: pumps and turbines. Hydraulic Works Associated with Energy Production River hydraulic uses: general concepts, purposes and socio-economic benefits. Environmental conditions. Dams and unloaders. Hydraulic works attached to the dams and temporary diversion works. Flood unloaders, bottom discharges and water intakes. Hydropower and reversible plants: main concepts and components; operating regimes. Hybrid pumped hydropower storage solutions.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*Final exam (50%), with a minimum score of 9.5, and 2 group assignments (50%), one of which is to apply the concepts of reservoir management and the other to apply the concepts of hydroelectric projects.*

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

*Final exam (50 %), with minimum grade of 9.5 (out of 20) and 2 team works (50 %), one to use the hydrological concepts and other to use the concepts associated with hydroelectric schemes.*

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

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

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

*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the*

*knowledge of students with different backgrounds and formations.*

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

*Hydraulics in Civil Engineering, Andrew Chadwick and John Morfett, 1992, ISBN 0 419 15900; Guideline for Design of Small Hydropower Plants, Ramos, H (Editor), 2000, ISBN 972-96346-4-5; Handbook of Hydrology, Maidment, (Editor) D.R., 1993, s/r*

**Anexo II - Máquinas Eléctricas**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Máquinas Eléctricas*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Electrical Machines*

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

*Energ*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*Optativa*

**9.4.1.7. Observations:**

*Optative*

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

*Paulo José da Costa Branco, ist13330, 35h*

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

*João Filipe Pereira Fernandes, ist18201, 28h*

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

*Com a frequência desta disciplina os alunos devem adquirir as seguintes competências: Saber analisar circuitos magnéticos com saturação magnética. Descrever os elementos construtivos do transformador e suas funções. Calcular o regime permanente (equilibrado e desequilibrado) de transformadores trifásicos. Determinar as forças electromagnéticas e aplicar metodologias para representar sistemas electromecânicos por parâmetros concentrados. Descrever funcionalmente os elementos construtivos das máquinas eléctricas rotativas mais comuns e quantificar os seus princípios de funcionamento. Quantificar perdas e rendimento dos processos de conversão de energia. Usar modelos de circuitos das máquinas eléctricas rotativas usuais para quantificar o regime permanente e suas características. Descrever e quantificar o funcionamento e formas de comando das máquinas eléctricas (geradores e motores).*

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

*With this curricular unit students must acquire the following skills:*

*To know how to analyze magnetic circuits with magnetic saturation.*

*To describe the constructive elements and main function of a three-phase transformer.*

*To calculate the steady state (balanced and unbalanced) operation of three-phase transformers.  
 To compute the electromagnetic forces and to apply methodologies to represent electromechanical systems by lumped parameters.  
 To know how to describe the constructive elements of the most common rotating electrical machines and their operating principles.  
 To know how to quantify power losses and efficiency in energy conversion processes.  
 To use circuit models of typical rotating electrical machines for quantification of their steady-state characteristics.  
 To describe and quantify the operation and command of electrical machines (motors and generators).*

#### 9.4.5. Conteúdos programáticos:

*Circuito magnético: efeitos da saturação magnética e entreferro, perdas no ferro, circuitos com magnetos permanentes. Transformadores trifásicos: soluções construtivas, representação por circuitos equivalentes, regimes permanente equilibrado/desequilibrado.  
 Conversão eletromecânica de energia. Aspectos construtivos das máqs. elétricas rotativas: campo girante, pólos, binário médio, e enrolamento trifásico de dupla camada.  
 Motor BLDC. Aplicações industriais.  
 Soluções construtivas da máq. de indução, regime permanente, representação por circuitos equivalentes.  
 Funcionamento motor/gerador. Regimes equilibrado/desequilibrado. Motores monofásicos. Comando V/f. Aplicações: bombas, ventiladores, compressores, sistema de transporte por correia, elevadores de carga e de passageiros.  
 Soluções construtivas da máqs. síncrona. Representação por circuitos equivalentes e em componentes de Park.  
 Funcionamento motor. Aplicação na tração elétrica.  
 Máqs. elétricas supercondutoras: uma introdução.*

#### 9.4.5. Syllabus:

*Magnetic circuit: effects of magnetic saturation, airgap, iron and copper losses, and permanent magnets.*

*Three-phase transformers: constructive solutions, representation by equivalent circuits, steady-state, balanced and unbalanced regimes.*

*Electromechanical energy conversion. Constructive aspects of rotating electrical machines: rotating magnetic field, poles, average torque, and three-phase double-layer windings.*

*BLDC motors. Industrial applications.*

*Constructive solutions of induction machines, steady-state, equivalent circuit representation. Motor/generator operation. Balanced/unbalanced regimes. Single-phase motors. Scalar-V/f command. Industrial applications: pumps, fans, compressors, belt conveyors, freight and passenger lifts.*

*Constructive solutions of synchronous machines. Equivalent circuit representation and Park components. Motor operation. Application for electric traction.*

*Superconducting electrical machines: An introduction.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*In view of the UC's learning objectives, described in 9.4.4., Any specialist in the subject will be able to verify that all the points of the syllabus, described in 9.4.5., Aim to provide students with the knowledge and skills necessary for their fulfillment and the acquisition of said objectives.*

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

*50% de avaliação contínua/50% de avaliação não contínua*

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

*50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva*

*de aulas de*

*demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

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

*The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of teaching classes, demonstration and experimental work. This approach will allow not only to fulfill the objectives but also help level the knowledge of students with different backgrounds and backgrounds.*

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

*Electrical Machinery, A. E. Fitzgerald, Charles Kingsley, Stephan D. Umans,, , McGraw - Hill 6ª Edição; Electric Motor Handbook, Beaty, H. Wayne, and James L. Kirtley, 1998, McGraw-Hill; Electric Power Principles: Sources, Conversion, Distribution and Use, Kirtley Jr., James L, 2010, Wiley*

**Anexo II - Modelos de Apoio à Decisão**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Modelos de Apoio à Decisão*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Decision Support Models*

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

*EGS*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*45.5*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist14410, Mónica Duarte Correia de Oliveira, 6 horas*

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

*ist12037, Carlos António Bana e Costa, 15.5h*

*ist126563, António Manuel da Nave Quintino, 12h*

*ist157289, Teresa Sofia Cipriano Gonçalves Rodrigues, 12h*

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

*Esta unidade tem como objetivo introduzir os alunos a modelos, processos e ferramentas para ajudar decisores a estruturar e explorar decisões caracterizadas por objetivos múltiplos, incerteza, complexidade e diferenças de opinião. Após concluir esta unidade, o estudante:*

*• estará familiarizado com estratégias de tomada de decisão em contextos públicos e privados, e com as “armadilhas” existentes na avaliação de alternativas e na afetação de recursos;*

- *estará familiarizado com os conceitos-chave teóricos e metodológicos de tomada de decisão e de apoio à decisão;*
- *estará familiarizado com modelos, processos e técnicas para ajudar a estruturar e analisar decisões caracterizadas por múltiplos objetivos, incerteza, complexidade e diferenças de opinião;*
- *conhecerá exemplos reais de aplicações de análise de decisão e conferências de decisão em organizações;*
- *terá desenvolvido competências em análise de decisão e modelação;*
- *será capaz de selecionar e usar software de apoio à decisão.*

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

*This course provides an introduction to models, processes and tools for helping to structure and explore decisions characterized by multiple objectives, uncertainty, complexity and differences of opinion.*

*At the completion of the course, the student will:*

- *be familiar with distinct decision-making strategies and traps in the evaluation of options and in the allocation of resources in private and public contexts;*
- *be familiar with key theoretical and methodological concepts of decision-making and decision aid;*
- *be familiar with models, processes and tools for helping to structure and explore decisions characterized by multiple objectives, uncertainty, complexity and differences of opinion;*
- *be familiar with examples of real-world decision analysis and decision conferencing applications in organizations;*
- *have developed skills in decision analysis and modeling;*
- *be able to select and use specialized decision support software.*

#### 9.4.5. Conteúdos programáticos:

*A problemática da tomada de decisão. Importância na engenharia e gestão. Características do contexto de decisão. Estratégias de tomada de decisão. Dos dados ao apoio à tomada de decisão. Incerteza e complexidade. Valor e risco. Objetivo da Análise de Decisão (AD). Escolas de AD e fundamentos teóricos. A problemática da ajuda à decisão. Estratégias de intervenção: do paradigma da otimização ao paradigma da aprendizagem. Análise de valor e utilidade. Decisão em grupo: processo de conferência; outras abordagens de grupo e votação. Conceitos, modelos, técnicas e software para apoio à decisão (com estudo de casos):*

1. *Árvores de decisão e diagramas de influência; PRECISIONTREE.*
2. *Redes bayesianas; NETICA.*
3. *Modelação de probabilidades e análise de risco; @RISK.*
4. *Mapeamento causal; DECISION EXPLORER.*
5. *Decisão em grupo; WELPHI.*
6. *Avaliação multicritério; M-MACBETH.*
7. *Afetação de recursos e negociação; PROBE e M-MACBETH.*

#### 9.4.5. Syllabus:

*The decision making problematic. Importance of decision making in engineering and management. Characteristics of the decision context. Decision making strategies. From data to decision support. Uncertainty and complexity. Value and risk. Decision Analysis (DA) objectives. DA schools of thought and theoretical foundations. The problem of decision aiding. Intervention strategies: from optimization to the learning paradigm. Value and utility analysis. Group decision: decision conferencing; other group support approaches and voting.*

*Concepts, models, techniques and software for decision support (with case studies):*

1. *Decision trees and influence diagrams; PRECISIONTREE.*
2. *Bayesian networks; NETICA.*
3. *Probabilities modeling and risk analysis; @RISK.*
4. *Cognitive mapping; DECISION EXPLORER.*
5. *Group decision making; WELPHI.*
6. *Multiple criteria evaluation models; M-MACBETH.*
7. *Resource allocation and negotiation; PROBE and M-MACBETH.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*A avaliação é efetuada através de três trabalhos em grupo (P1, P2 e P3) e de um exame individual (E). Num trabalho de grupo (P1) os alunos apresentam um ensaio sobre um tópico específico da matéria leccionada ou com ela relacionada; num segundo trabalho de grupo (P2) os alunos estruturam problemas caracterizados por incerteza, constroem modelos*

*e implementam-nos em software apropriado; num terceiro trabalho de grupo (P3) os estudantes constroem um modelo multicritério de avaliação para auxiliar um decisor num problema real. A nota final (G) resulta das notas obtidas nas componentes antes referidas  $G = 0.10P1 + 0.15P2 + 0.35P3 + 0.40E$ .*

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

*Evaluation is done through three groupwork assignments (P1, P2 and P3) and one individual exam (E). In a groupwork (P1) students analyze and present an essay on a specific topic of a subject taught or related to it; in a second groupwork (P2) students structure problems characterized by uncertainty, build models and implement them in appropriate software; in a third groupwork (P3) students build a multicriteria evaluation model to assist a decision-maker in a real problem. The final grade (G) results from the grades obtained in the above referred components  $G = 0.10P1 + 0.15P2 + 0.35P3 + 0.40E$ .*

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

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

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

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

*Making Hard Decisions with Decision Tools (3rd edition), R.T. Clemen & T. Reilly, 2021/2022, 2013, South-Western, Cengage Learning;*  
*Decision Analysis for Management Judgement (5th edition), P. Goodwin & G. Wright, 2021/2022, 2014, John Wiley and Sons;*  
*Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach, Belton, V. & T. Stewart, 2021/2022, 2002, Kluwer Academic Publishers;*  
*Smart Choices: A Practical Guide to Making Better Decisions, J.S. Hammond, R.L. Keeney & H. Raiffa, 2021/2022, 1998, Harvard Business School Press*

**Anexo II - Desenvolvimento Sustentável - Fundamentos Quantitativos**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Desenvolvimento Sustentável - Fundamentos Quantitativos*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Sustainable Development: Quantitative Foundations*

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

*AE*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*42*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist13892, Tiago Morais Delgado Domingos (18 h)*

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

*ist14067, Tânia Alexandra dos Santos Costa e Sousa (18 h)*

*ist149031, Ricardo Filipe de Melo Teixeira (6 h)*

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

*Obter uma compreensão abrangente e integrada dos conceitos e ferramentas quantitativos fundamentais para a análise de desenvolvimento sustentável, baseados em Termodinâmica e Economia.*

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

*Attain a comprehensive and integrated understanding of the fundamental quantitative concepts and tools underlying the analysis of sustainable development, based on thermodynamics and economics.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*(1) Definição e conceitos fundamentais de desenvolvimento sustentável, incluindo os objetivos de desenvolvimento sustentável.*

*(2) Equações de balanço em Ecologia e Economia (balanços de energia, massa e entropia; identidades das contas nacionais).*

*(3) Conceitos e métodos fundamentais de termodinâmica de equilíbrio, teoria do consumidor e teoria do produtor (abordagem comum baseada em otimização constrangida).*

*(4) Mercados, falhas de mercados, externalidades e economia da poluição.*

*(5) Ética.*

*(6) Termodinâmica e informação em sistemas em crescimento: metabolismo de organismos e teoria do crescimento económico.*

*(7) As quatro revoluções industriais e o conceito de uma quarta revolução industrial sustentável.*

*(8) Métodos quantitativos de avaliação de sustentabilidade baseados em Termodinâmica e Economia (análise de custo-benefício, análise de ciclo de vida, análise de input-output).*

*(9) Fronteiras planetárias e indicadores de sustentabilidade (económicos e biofísicos).*

**9.4.5. Syllabus:**

*(1) Definition and core concepts of sustainable development, including the sustainable development goals.*

*(2) Balance equations in ecology and economics (energy, mass and entropy balances; national accounting identities).*

*(3) Core concepts and methods in equilibrium thermodynamics, consumer theory and producer theory (common approach as constrained optimization).*

*(4) Markets, market failures, externalities, pollution economics.*

*(5) Ethics.*

*(6) Thermodynamics and information in growing systems: metabolism of organisms and theory of economic growth.*

*(7) The four industrial revolutions and the concept of a sustainable fourth industrial revolution.*

*(8) Quantitative sustainability assessment methods based on thermodynamics and economics (cost-benefit analysis, life cycle assessment, input-output analysis).*

*(9) Planetary boundaries and sustainability indicators (economic and biophysical).*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

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

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

*A avaliação será realizada através de exame escrito, avaliação contínua (trabalhos de casa) e de um projecto prático (com a aplicação de métodos de avaliação da sustentabilidade). O ensino é altamente interactivo, baseado em trabalho autónomo dos alunos (estipulado pela avaliação contínua).*



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

*The evaluation will be carried out through written examination, continuous assessment (homework) and a practical project (with the application of sustainability assessment methods). The teaching is highly interactive, based on autonomous student work (stipulated by continuous evaluation).*

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

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

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

*Teaching methodologies aim at promoting problem-solving and project-based learning, strengthening the practical component, active learning, autonomous work and student empowerment. The assessment model incorporates elements of continuous assessment within active learning (e.g. projects, homework, fact sheets, etc.).*

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

*Callen, H.B. (1985). Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics, 2nd Ed. Wiley.*

*Grubler, A., T.B. Johansson, L. Muncada, N. Nakicenovic, S. Pachauri, K. Riahi, H.-H. Rogner, Strupeit, L. (2012). Energy Primer In Johansson, T. B., Patwardhan, A. P., Nakićenović, N., Gomez-Echeverri, L. (Eds.), Global Energy Assessment: Toward a Sustainable Future. Cambridge University Press.*

*Sandel, M. J. (2010). Justice: What's the Right Thing to Do? Macmillan.*

*Turner, R. K., Pearce, D., Bateman, I. (1994). Environmental Economics: An Elementary Introduction. Harvester Wheatsheaf.*

*Varian, H. R. (1996). Intermediate Microeconomics: A Modern Approach. W. W. Norton.*

*Matthews, H.S., Hendrickson, C.T., Matthews, D.H. (2017) LCA Textbook - Free Textbook and Other Learning Resources for the LCA Community (available at <http://www.lcatextbook.com/>).*

**Anexo II - Energias Renováveis e Produção Descentralizada****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Energias Renováveis e Produção Descentralizada*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Renewable Sources and Distributed Power Generation*

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

*Energ*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist12375, Rui Manuel Gameiro de Castro, 126*

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

*ist428549, Hugo Gabriel Valente Morais, 42*

*ist190913, Andrés Alejandro Zúñiga Rodríguez, 42*

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

*A UC ERPD pretende transmitir conhecimentos e discutir aspetos de engenharia consolidada ou em fase adiantada de consolidação nos domínios das energias renováveis (fotovoltaica, eólica e mini-hídrica), e, em geral, da produção descentralizada de energia. Objetiva-se estimular os alunos a raciocinar sobre os novos problemas decorrentes da integração das fontes de energia renováveis no sistema de energia eléctrica, e, também, de lhes dar uma formação complementar na área do projecto electrotécnico destas instalações, incluindo a sua vertente económica.*

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

*ERPD intends to provide knowledge and discuss aspects of consolidated or advanced engineering in the field of renewable energy (photovoltaic, wind and mini-hydro), and, more generally, distributed energy sources. It aims to encourage students to think about the new problems coming from the integration of renewable energy sources in the power system, and also to provide additional training in designing these installations, including the economic assessment.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*1 – Caracterização do sector eléctrico português; 2 – Critérios de avaliação económica; 3 – Energia fotovoltaica; 4 – Energia eólica; 5 – Equipamento eléctrico dos geradores eólicos; 6 – Energia mini-hídrica; 7 – Cogeração.*

**9.4.5. Syllabus:**

*1) The Portuguese power system; 2) Economic assessment of renewable energy projects; 3) PV power; 4) Wind power; 5) Electric generators for wind-turbine generators; 6) Small-hydro power; 7) Combined heat and power.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

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

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

*50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation*

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

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

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

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

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

*Uma Introdução às Energias Renováveis: Eólica, Fotovoltaica e Mini-Hídrica, Rui Castro, 2018, IST Press, 3ª edição (in*

*Portuguese); AC Electrical Circuits for non-Electrical Engineers, Rui Castro, September 2018, Support text, IST; Economic Assessment of Renewable Energy Projects, Rui Castro, February 2018, Support text for Renewable Energy Course, IST; PV Power, Rui Castro, September 2018, Support text for Renewable Energy Course, IST; Wind Power, Rui Castro, October 2018, Support text for Renewable Energy Course, IST; Wind Energy Conversion Equipment, Rui Castro, February 2019, Support text for Renewable Energy Course, IST; Small-Hydro Power, Rui Castro, October 2018, Support text for Renewable Energy Course, IST*

## **Anexo II - Tecnologias Energéticas Emergentes**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Tecnologias Energéticas Emergentes*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Emerging Energy Technologies*

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

**9.4.1.3. Duração:**  
*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**  
*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**  
*42*

**9.4.1.6. ECTS:**  
*6.0*

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

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

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**  
*Pedro Jorge Martins Coelho, TP 42*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**  
*<sem resposta>*

**9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
*Apresentar tecnologias energéticas emergentes para além das fontes primárias de energia. Descrever o papel do hidrogénio nos sistemas de energia emergentes e os problemas relacionados com a sua produção, armazenamento e transporte. Descrever os conceitos fundamentais das baterias e células de combustível, bem como os princípios termodinâmicos, a conversão electroquímica, os processos de transporte e a gestão térmica desses equipamentos. Apresentar os conceitos básicos de armazenamento de energia e descrever diferentes métodos de armazenamento de energia.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**  
*Present emerging energy technologies other than the primary energy sources. Describe the role of hydrogen in emerging energy systems and the related production, storage and transportation problems. Describe the fundamental concepts of batteries and fuel cells along with the thermodynamic principles, electrochemical conversion, transport processes and thermal management issues. Present the basic concepts of energy storage and describe several energy storage systems.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:****1. Hidrogénio**

*Propriedades do hidrogénio. Produção de hidrogénio. Armazenamento do hidrogénio. Transporte do hidrogénio. Vantagens e desvantagens do hidrogénio. Conversão do hidrogénio.*

**2. Baterias**

*Conceitos básicos. Tecnologia de baterias. Tipos de baterias. Fenómenos de transporte em baterias. Gestão térmica de baterias. Aplicações de baterias.*

**3. Células de combustível**

*Conceitos básicos. Tipos de células de combustível. Electroquímica e termodinâmica para células de combustível. Fenómenos de transporte em células de combustível. Pilhas de combustível e aplicações.*

**4. Sistemas de armazenamento de energia**

*Conceitos gerais. Armazenamento de energia mecânica. Armazenamento de energia térmica. Armazenamento de energia termomecânica. Armazenamento de energia electroquímica. Baterias secundárias. Hidrogénio para armazenamento de energia. Supercondensadores para armazenamento e conversão de energia.*

**9.4.5. Syllabus:****1. Hydrogen**

*Properties of hydrogen. Production of hydrogen. Storage of hydrogen. Transportation of hydrogen. Pros and cons for hydrogen. Hydrogen conversion overview.*

**2. Batteries**

*Basic concepts. Battery technologies. Types of batteries. Transport phenomena in batteries. Thermal management of batteries. Applications of batteries.*

**3. Fuel cells**

*Basic concepts. Types of fuel cells. Electrochemistry and thermodynamics for fuel cells. Transport phenomena in fuel cells. Fuel cell systems and applications.*

**4. Energy storage systems**

*General concepts. Mechanical energy storage. Thermal energy storage. Thermomechanical energy storage. Electrochemical energy storage. Secondary batteries. Hydrogen for energy storage. Supercapacitors for energy storage and conversion.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*4 mini-testes (25% cada um).*

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

*4 minitests (25% each one).*

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

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

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

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

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

*"Engineering Energy Storage", O. S. Burheim, 2017, Academic Press; "Hydrogen, Batteries and Fuel Cells", B. Sundén, 2019, Academic Press; "Storing Energy", T. M. Letcher, 2016, Elsevier; "Hydrogen and Fuel Cells: Emerging Technologies and Applications", B. Sørensen and G. Spazzafumo, 2018, Academic Press, 3rd Edition*

**Anexo II - Optimização de Sistemas Energéticos**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Optimização de Sistemas Energéticos*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Energy Systems Optimization*

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

**9.4.1.3. Duração:**  
*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**  
*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**  
*49*

**9.4.1.6. ECTS:**  
*6.0*

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

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

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**  
*Susana Margarida da Silva Vieira, T28, TP 21*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**  
*<sem resposta>*

**9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
*Os alunos deverão ganhar competências na formulação de problemas de optimização típicos em sistemas energéticos. Para além das técnicas tradicionais de optimização, os alunos serão capazes de utilizar meta-heurísticas para optimização, incluindo as mais modernas inspiradas em agentes biológicos.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**  
*At the completion of the course, the student will be able to formulate typical optimization problems, especially in the energy field, discuss beyond the traditional techniques, addressing meta-heuristics, including the very recent meta-heuristics inspired in biologic agents.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**  
*Problemas de optimização. Métodos sem constrangimentos. Métodos baseados no gradiente. Programação linear. Programação quadrática. Programação não-linear. Programação Quadrática Sequencial. Programação Dinâmica. Programação inteira. Algoritmos de branch-and-bound. Problemas de optimização convexos e não-convexos. Optimização distribuída. Programação dinâmica distribuída. Métodos síncronos e assíncronos. Optimização distribuída baseada no gradiente. Algoritmos de procura paralela. Optimização multidimensional distribuída. Introdução às meta-heurísticas. Tabu search. Algoritmos genéticos. Swarm optimisation. Meta-heurísticas inspiradas em agentes biológicos: colónias de formigas e colónias de vespas. Implementação em problemas distribuídos. Aplicação de métodos de optimização a sistemas energéticos.*

**9.4.5. Syllabus:**  
*Optimization problems. Unconstrained optimization. Gradient based methods. Constrained optimization. Linear programming. Quadratic programming. Nonlinear Programming. Sequential quadratic programming. Dynamic*

*programming. Integer programming. Branch-and-bound algorithms. Convex and non-convex optimization. Distributed optimization. Distributed dynamic programming. Synchronous and asynchronous methods. Gradient based distributed optimization. Parallel search algorithms. Multidimensional distributed optimization. Introduction to meta-heuristics. Taboo search. Genetic algorithms. Swarm optimization. Biologically inspired meta-heuristics: ant colony optimization and swarm wasps optimization. Implementation in distributed problems. Applications to energy optimization.*

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
***Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.***

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**  
***Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.***

**9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
***Exame final (50%) e trabalho prático com apresentação final (50%).***

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**  
***Final Exam (50%) and final project with oral presentation (50%).***

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

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

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
***Practical Methods of Optimization, Fletcher, R., 2000, John Wiley, 2nd Edition; Numerical Optimization, Nocedal, J. and Wright, S., 1999, Springer; Introduction to Operations Research, Hillier, F. and Lieberman, G., 2005, McGrawHill, 8th Edition; Swarm Intelligence, Kennedy, J., Eberhart, R. C. and Shi, Y., 2002, Morgan Kaufmann Publishers; Ant Colony Optimization, Dorigo, M. and Stützle, T., 2004, The MIT Press, July 2004***

## **Anexo II - Fenómenos de Transferência I**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
***Fenómenos de Transferência I***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
***Transport Phenomena I***

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

**9.4.1.3. Duração:**  
***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**  
***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**  
***56***

**9.4.1.6. ECTS:**

6.0

**9.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**9.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***ist12144, Alda Maria Pereira Simões, PL-4.00; T-21.00; TP-14.00***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***ist12606, Maria Tereza Angelino Reis, PL-3.00; TP-14.00***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Aquisição de conhecimentos fundamentais de escoamento de fluidos, incluindo a aplicação de balanços globais e diferenciais à massa, à quantidade de movimento e à energia mecânica para sistemas de geometrias simples.**Compreensão e aplicação do princípio de conservação da energia a escoamento ideal. Compreensão dos fundamentos dos equipamentos para transporte de fluidos, incluindo curvas características para bombas centrífugas e fenómenos de cavitação.**Capacidade de desenhar circuitos simples para transporte de fluidos, incluindo a selecção de bombas e baseado na previsão da perda de carga por atrito e na potência de bombagem. Capacidade de previsão de forças de arrasto contra objectos imersos e previsão da velocidade terminal para esferas em queda.**Capacidade de usar teoria dos modelos e de aplicar factores de escala (scale-up) a tanques com agitação.***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***Learning the fundamental concepts of fluid flow, including the application of integral and shell balances to mass, momentum and mechanical energy to systems with simple geometries.**Understanding and applying the principle of conservation of energy to ideal fluid flow.**Learning about pumping equipment, including characteristic curves for centrifugal pumps and cavitation.**Capability of designing simple circuits for transport of fluids, including the prediction of head loss due to friction, the required pumping power and pump selection. Capability of using model theory and scale-up to agitated tanks.***9.4.5. Conteúdos programáticos:****FUNDAMENTOS***Introdução aos Fenómenos de Transporte. Hidrostática. Viscosidade e tensão de corte. Reologia. Balanços globais de massa, quantidade de movimento e energia. Escoamento ideal. Medidores de caudal e de velocidade baseados na equação de Bernoulli. Regimes de escoamento e número de Reynolds. Balanços diferenciais em escoamento de Couette e de Poiseuille. Equações da Continuidade e do Movimento. Análise dimensional: o teorema Pi de Buckingham e determinação de grupos adimensionais.***APLICAÇÕES***Atrito no escoamento em tubos: factor de atrito; perda de carga em acessórios e potência de bombagem. A camada-limite e o escoamento turbulento. Escoamento compressível: escoamento isotérmico e escoamento adiabático.**Escoamento com objectos imersos; arrasto e velocidade terminal de uma esfera.**Bombas: trabalho e potência de bombagem; curva característica; cavitação e carga de sucção; ponto de funcionamento. Agitação: potência e eficiência de agitação; scale-up.***9.4.5. Syllabus:****FUNDAMENTALS***Introduction to Transport Phenomena. Hydrostatics. Viscosity and shear stress. Rheology. Overall balance to mass, momentum and energy. Bernoulli equation. Flow meters based upon Bernoulli equation and the Pitot tube. Types of fluid flow and Reynolds number. Shell balances for Couette flow and Poiseuille flow. The differential equations of Continuity and of Momentum. Methods for dimensional analysis: the Pi Buckingham theorem and methods for determination of dimensionless groups.***APPLICATIONS***Friction in pipe flow: the Fanning friction factor; head loss in accessories and required pumping power. Boundary layer flow and turbulence.**Compressible flow: isothermal and adiabatic flow.**Flow around submersed objects; drag and terminal velocity for a sphere.**Pumps: power and work required; characteristic curve of a centrifugal pump; cavitation and Net Positive Suction Head.*

**Pump operating point.****Agitation and mixing of fluids: equipment, power and efficiency. Scale-up.**

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**  
*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*Exame: 50%; Laboratório: 20%; Mini-testes 30%. Exame a realizar no final do período. Laboratórios: fichas durante a sessão ou no prazo de 24 horas; relatório Mini-testes: durante as aulas (planeados 3 mini-testes).*

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

*Exam: 50%; Laboratory: 20%; Mini-tests 30%. Exam to be held at the end of the course. Laboratory component: during the session or within a 24 hour period. Mini-tests (3 planned): in class.*

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

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

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

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

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

*Dinâmica de Fluidos para Engenharia Química, Alda Simões, M. Tereza Reis, 2020, ed. IST press (in press); Transport Processes and Unit Operations, C. Geankoplis, 1993, PTR Prentice Hall, Inc, New Jersey,; Fluid Mechanics for Chemical Engineers, Noel de Nevers, 1991, McGraw-Hill International Edition, 2nd edition*

**Anexo II - Refinação de Petróleos e Coprocessamento**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Refinação de Petróleos e Coprocessamento*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Petroleum Refining and Coprocessing*

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

*CEQ*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**



49

9.4.1.6. ECTS:  
6.0

9.4.1.7. Observações:  
<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:  
<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):  
*Maria Filipa Gomes Ribeiro, TP 49*

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:  
<sem resposta>

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):  
*Aprendizagem dos conhecimentos básicos sobre o petróleo e todas as etapas do seu processamento na refinaria até à obtenção dos diversos produtos, assim como sobre as tecnologias utilizadas correntemente nas refinarias. As diferenças que podem existir nas refinarias, consoante o tipo de matérias primas que utilizam e coprocessam em conjunto com o petróleo (derivados da biomassa ou resíduos) e os produtos que devem produzir, segundo as especificações em vigor.  
Compreensão dos objectivos e a preparação das diversas fracções de produtos a utilizar na formulação dos combustíveis de acordo com as regulamentações ambientais em vigor.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:  
*Learning basic knowledge about crude oil and all stages of its processing in the refinery until obtaining the various products, as well as about the technologies currently used in the refineries. The differences that may exist in refineries, depending on the type of raw materials they use and processed together with oil (products derived from biomass or wastes) and the products they must produce, according to the specifications. Understanding of the objectives and the preparation of the different fractions of products to be used in the formulation of fuels in accordance with the environmental regulations.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:  
*Situação energética mundial. Fontes de energia. Composição, caracterização das fracções petrolíferas. Configurações processuais das Refinarias. Formulação dos combustíveis (gasolina, gasóleo, Jet fuel): especificações; propriedades características.  
Processos de conversão das fracções petrolíferas: Processos térmicos, catalíticos e hidroconversão; Cracking catalítico; hydrocracking. Processos para síntese dos componentes das gasolinas (reforming catalítico; isomerização; alquilação); Implicações da evolução da legislação para a protecção ambiental sobre a constituição e operação das refinarias: Processos de hidrotreatamento e tratamento de gases. Mudanças e desafios futuros colocados às Refinarias. Integração do gás natural e de produtos derivadas da biomassa, nas refinarias (processos GTL e BTL). Co-processamento de bio-óleos e outros resíduos. Configuração das futuras refinarias. Algumas aulas serão dadas por especialistas da indústria convidados para darem palestras.*

9.4.5. Syllabus:  
*World energy situation. Energy sources. Crude oil and petroleum products: composition; characterization of petroleum cuts; Diagrams of refineries; Formulation (blending) of fuels (gasoline, diesel and jet fuel); fuel specifications and properties  
Conversion processes of petroleum cuts. Thermal, catalytic and hydroconversion processes; catalytic cracking; hydrocracking; processes for synthesis of gasoline components (catalytic reforming; isomerization; alkylation). Hydrotreating and sweetening processes; Influence of environmental legislation on refineries: Hydrotreatment processes and gas treatment. Changes and future challenges for Refineries. Integration of natural gas and products derived from biomass in refineries (GTL and BTL processes). Co-processing of bio-oils and other residues. Configuration of future refineries. Some classes will be given by industry experts invited to give lectures.*

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

**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

**Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.**

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

**Os grupos de alunos (2/3 alunos) escolhem livremente um tema de seminário. Os seminários serão apresentados nas aulas.**

**A avaliação de conhecimentos envolve um teste e seminários a realizar pelos alunos.**

**O teste, baseado na matéria dada nas aulas teóricas, terá um peso de 50% na nota final. Os restantes 50% serão complementados pela nota do seminário e participação dos alunos nas aulas e visitas de estudo.**

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

**The assessment involves an examination and seminars to be undertaken by students.**

**The examination that includes the topics given in lectures will represent 50% of the final grade. The remaining 50% will be complemented by notes of the seminar and student's participation in classes and field trips**

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

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

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

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

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

**Practical Advances in Petroleum Processing, Vol. 1, C.S. Hsu and P.R. Robinson, 2006, Springer; Petroleum Refining Technology and Economics, Fifth Edition, J.H. Gary, G.E. Handwerk, M.J. Kaiser, 2207, CRC Press- Taylor & Francis; The Chemistry and Technology of Petroleum, James J. Speight, 2014, 5th edition, CRC Press; The Refinery of the Future, James J. Speight, 2011, Elsevier**

**Anexo II - Seminários sobre Inovação e Desenvolvimento Sustentável**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Seminários sobre Inovação e Desenvolvimento Sustentável**

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

**Seminars on Innovation and Sustainable Development**

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

**EGO**

**9.4.1.3. Duração:**

**Semestral**

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

**168.0**

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

**49**

**9.4.1.6. ECTS:**

## 6.0

### 9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

### 9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

*ist11684, Paulo Vasconcelos Dias Correia, 32,67 horas*

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

*ist 11988, Maria Filipa Gomes Ribeiro, 16,33 horas*

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

*Contributos da engenharia para a Inovação e para o Desenvolvimento Sustentável, com enfoque explícito nos aspetos multidisciplinares. Casos de inovação de todo o mundo e de Portugal: oportunidades e prospetivas. Visão geral da Inovation, abordagem histórica e tendências futuras. Exploração da innovation e da produtividade, com visões sobre desenvolvimentos de produto e de processo. Exploração da inovação e da mudança organizacional. Desenvolvimento sustentável em diferentes sistemas (territorial, produtivo, de serviços, ambiental) e visão geral técnica e sócio-técnica.*

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

*Engineering contributions to Innovation and Sustainable Development, with an explicit focus on multidisciplinary aspects. Cases of innovation from all over the world and from Portugal: opportunities and prospects. Innovation overlook, an historical approach and future trends. Exploring innovation and productivity, with views on product development and process improvements. Exploring innovation and organizational change. Sustainable development in different systems (territorial, productive, services, environmental) with a technical and sociotechnical overlook.*

### 9.4.5. Conteúdos programáticos:

*Perspectiva histórica da Inovação; Capital humano e inovação; Políticas públicas; Ciência e tecnologia; Tecnologias da informação; Mudanças sociais; Propriedade Industrial; Criação de novas empresas; Casos de inovação: sucessos e fracassos; Inovação de produtos, processos e organizacionais; Desenvolvimento sustentável e pegada ecológica. Cidades em rede. Mobilidade. Necessidades de água e sua distribuição. Desertificação. Metabolismos económicos. Recursos, resíduos e reciclagem. Logística inversa. Energia. Balanço global da energia. Energias renováveis. O Mar: seu potencial e sustentabilidade de recursos.*

### 9.4.5. Syllabus:

*Historical perspective of Innovation; Human capital and innovation; Public policies; Science and technology; Information technologies; Social change; Industrial property; Creating new firms; innovation cases: successes and failures; product, process and organizational innovation; Sustainable development and ecological footprint. Networked cities. Mobility. Water needs and distribution. Desertification. Economic Metabolisms. Resources, waste and recycling. Inverse logistics. Energy. Global energy balancing. Renewable energies. The Sea: potential and sustainability of resources.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*Monografia individual - texto escrito com uma extensão de 2500 - 5000 palavras incluindo referências de revistas científicas recomendadas sobre um tema de inovação e/ou desenvolvimento sustentável  
Trabalho de grupo (Projeto) - apresentação oral e discussão durante o semestre ('pitch presentation' em Novembro and apresentação final em Dezembro) e relatório final (10000 a 12000 palavras) submetido no início de Janeiro, realizado por um grupo de três estudantes sobre uma tema previamente aceite de uma lista proposta pelos professores*

**coordenadores.**

**A participação nos Seminários é registada em cada sessão através um Google Form**

**Nota Final = 40% (Monografia individual) + 40% (Trabalho de Grupo) + 10% (Participação) + 10% (competências transversais)**

**Participação Mínima = 75% do número total de sessões que incluem a apresentação e discussão dos trabalhos de grupo.**

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

**Individual Manuscript - a written paper 2500 - 5000 words long including references from recommended scientific journals on one topic of innovation and/or sustainable development**

**Team Project - oral presentation and discussion during term (pitch presentation in November and final presentation in December) and a final written report (10000 to 12000 words long) to be submitted in early January, performed by a team of three students on a previously accepted theme from a list proposed by the co-ordination professors**

**The attendance to the Seminars is registered for each session through a Google Form**

**Final Grade = 40% (Individual Manuscript) + 40% (Team Project) + 10% (Attendance) + 10% (Soft skills)**

**Minimum Attendance = 75% of the total no. of sessions which include the team project presentations/discussions.**

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

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

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

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

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

**The Brundtland Report, WCED-World Commission on Environment and Development, 2021/2022, 1987, United Nations; Our Ecological Footprint - Reducing Human Impact on the Earth, Wackernagel, Mathis e William Rees, 2021/2022, 1996, New Society Publishers, Gabriola Island, British Columbia, Canada; Science and Innovation Policy - Key Challenges and Opportunities, Vários, 2021/2022, 2004, OECD; International Handbook on Innovation, Vários, 2021/2022, 2003, Elsevier Science; Momentos de Inovação e Engenharia em Portugal no século XX, M. Heitor, J.M.B. Brito, M.F. Rollo (eds.), 2021/2022, 2004, Dom Quixote, Lisboa**

**Anexo II - Motores**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Motores**

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

**Engines**

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

**TTCE**

**9.4.1.3. Duração:**

**Semestral**

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

**168.0**

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

**49.0**

**9.4.1.6. ECTS:**

**6.0**

**9.4.1.7. Observações:**

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

2583, João Eduardo de Barros Teixeira Borges, TP 42

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

2038, Gil Domingos Marques, PL 7

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

*Explicar o funcionamento de motores de combustão interna, turbinas de gás, e motores elétricos. Compreender a influência dos vários parâmetros de projecto no desempenho dos motores de combustão interna e motores híbridos. Conhecer as restrições impostas por questões ambientais, e possíveis soluções.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Explain the working principle of internal combustion engines, gas turbines, and electric motors. Understand the influence of design parameters on the performance of internal combustion engines and hybrid engines. Know the restrictions imposed by environmental issues, and possible solutions.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

*Parte I—Equipamentos*

*Motores de Combustão Interna: Funcionamento. Parâmetros de projeto e funcionamento. Combustão em motores de Explosão. Detonação Combustão em motores Diesel. Sobre-alimentação.*

*Turbinas de Gás: Funcionamento e constituintes*

*Princípios básicos de motores elétricos. Campo girante. Motor de indução. Circuito equivalente e características. Motor síncrono. Classificação, circuito equivalente e características. Ajuste de velocidade por variação de frequência*

*Sistemas de Armazenamento de Energia: Potência específica e energia específica. Gestão e reciclagem de baterias*

*Parte II—Motores e o Ambiente: tecnologias híbridas e operação*

*Poluição: Controlo das emissões na fase de projeto e durante a operação. Equipamentos de pós-tratamento. Emissões associadas ao fabrico e reciclagem dos equipamentos: análise de ciclo de vida*

*Estratégias para a descarbonização: mobilidade ecológica e sustentável. Análise TTW (“tank-to-wheel”), WTT (“well-to-tank”) e WTW (“well-to-wheel”)*

9.4.5. Syllabus:

*Part I - Equipments*

*Internal Combustion Engines: Working principle. Design and operational parameters. Combustion in SI engines. Knock. Combustion in Diesel engines. Forced induction.*

*Gas Turbines: Working principles and components.*

*Basic principles of electric motors. Rotating field. Induction motor. Equivalent circuit and characteristics. Synchronous motor Classification, equivalent circuit and characteristics. Speed adjustment by frequency variation.*

*Energy Storage Systems: Specific power and specific energy. Battery management and recycling.*

*Part II - Engines and the Environment: hybrid technologies and operation.*

*Pollution: Control of emissions at the design phase and during operation. Aftertreatment equipment. Emissions associated with the manufacture and recycling of equipment: life cycle analysis.*

*Decarbonisation strategies: ecological and sustainable mobility. Tank-to-wheel (TTW), well-to-tank (WTT) and well-to-wheel (WTW) analysis.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em exposições teóricas, em resolução de*

**problemas, em trabalho laboratorial e em trabalho autónomo dos alunos.**

**Método de avaliação: Dois mini-testes com peso de 40%. Relatório do ensaio laboratorial com peso de 10%.**

**Um exame final com peso de 50%.**

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

**Two mini-tests with 40 weight%. Lab test report weighing 10%.**

**A final exam weighing 50%.**

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

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

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

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

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

**"Internal Combustion Engine Fundamentals", Heywood J. B., 1988, McGraw-Hill Book Co.; "Internal Combustion Engines – Applied Thermosciences", Ferguson C. R. and Kirkpatrick A.T., 2016, J. Wiley, 3rd Edition; "Motores de Combustão Interna", Martins J., 2006, Edições Técnicas (2ª Edição); "Electric Machines and Drives", Gordon R. Slemon, 1992, Addison-Wesley Series in Electrical Engineering, Chap. 3, Chap. 5, Chap. 6**

**Anexo II - Teoria dos Circuitos e Fundamentos de Electrónica**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Teoria dos Circuitos e Fundamentos de Electrónica**

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

**Circuits Theory and Electronic Fundamentals**

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

**Electr**

**9.4.1.3. Duração:**

**Semestral**

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

**168.0**

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

**56**

**9.4.1.6. ECTS:**

**6.0**

**9.4.1.7. Observações:**

**<sem resposta>**

**9.4.1.7. Observations:**

**<no answer>**

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

**ist12033 António Carlos de Campos simões Baptista. Carga letiva: 2TP, 3PL. 126h.**

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

*ist3142 Fernando Manuel Duarte Gonçalves, Carga letiva: 7 PL. 88h.*

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

*Desenvolver a capacidade de resolução de problemas de análise e síntese de circuitos simples. Verificação experimental dos principais conceitos apreendidos.*

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

*To develop the ability to analyse electronic circuits and synthesize simple circuits. Proof experimentally the main concepts studied.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. TEORIA DOS CIRCUITOS: Tensão, corrente, potência e resistência; Condensador; Bobine e Transformador; Resposta em Frequência.*
- 2. DÍODOS DE JUNÇÃO: Características; Díodo de Zener; Rectificadores; Filtragem; Circuitos limitadores.*
- 3. TRANSÍSTOR DE JUNÇÃO BIPOLAR: Características principais; Circuitos básicos; Acoplamento entre circuitos; Modelo de Ebers-Moll; Características não-ideais dos transístores;*
- 4. TRANSISTORES MOS: Funcionamento e características dos transístores MOS: estrutura, características e zonas de funcionamento; circuitos básicos.*
- 5. Espelhos de corrente; Par diferencial.*
- 6. Amplificadores Operacionais: Características; Montagens básicas.*

**9.4.5. Syllabus:**

- 1. CIRCUIT THEORY: Voltage, current, power and resistance; Condenser; Bobine and Transformer; Answer in Frequency.*
- 2. JUNCTION DIODES: Characteristics; Zener's diode; Rectifiers; Filtering; Limiting circuits.*
- 3. BIPOLAR JUNCTION TRANSISTOR: Main features; Basic circuits; Coupling between circuits; Ebers-Moll model; Non-ideal features of transistors;*
- 4. TRANSISTOR MOS: Operation and characteristics of MOS transistors: structure, characteristics and operating zones; basic circuits.*
- 5. Current mirrors; Differential pair.*
- 6. Operational Amplifiers: Characteristics; Basic circuits.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*50% de avaliação contínua/50% de avaliação não contínua*

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

*50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation*

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

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

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

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

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

*The Art of Electronics, Paul Horowitz e Winfield Hill, 1996, Cambridge University Press; Foundations of Analog And Digital Electronic Circuits, Anant Agrawal, Jeffrey H, Lang, 1st Ed. 2005, Elsevier - Morgan Kaufmann Publishers, Paperback ISBN: 9781558607354, eBook ISBN: 9780080506814; Introdução aos Circuitos Eléctricos e Electrónicos, Manuel de Medeiros Silva, 2001, Fundação Calouste Gulbenkian; Microelectronics Circuits (Fourth Edition), Adel S. Sedra e Kenneth C. Smith, 1998, Oxford University Press; Circuitos com Transistores Bipolares e MOS, Manuel de Medeiros Silva, 1999, Fundação Calouste Gulbenkian.*

**Anexo II - Engenharia de Tráfego Rodoviário****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Engenharia de Tráfego Rodoviário*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Road Traffic Engineering*

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

*SUR*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist14188, Filipe Manuel Mercier Vilaça e Moura, 49 horas*

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

*<sem resposta>*

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

- 1. Proporcionar aos alunos os conhecimentos fundamentais da teoria de fluxos de veículos e peões e o domínio das técnicas de cálculo e modelação fundamentais de engenharia de tráfego rodoviário (ETR)*
- 2. Ensinar os procedimentos de cálculo macroscópico de capacidade e de nível de serviço (desempenho) das vias interurbanas e urbanas (incluindo para as redes cicláveis e pedonais)*
- 3. Introduzir os alunos à modelação microscópica do tráfego urbano e utilização de software de microssimulação*
- 4. Proporcionar aos alunos os fundamentos de segurança rodoviária*

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

*Todos os membros de um grupo são responsáveis pelo trabalho de grupo.*

*Em qualquer avaliação, todo aluno deve divulgar honestamente qualquer ajuda recebida e fontes usadas.*

*Numa avaliação oral, todo aluno deverá ser capaz de apresentar e responder a perguntas sobre toda a avaliação.*



**9.4.5. Conteúdos programáticos:****Módulo A–Fundamentos de ETR****i. Conceitos básicos****ii. Observação, registo e representação de sistemas de tráfego****iii. Relações fundamentais da ETR e correntes de tráfego****iv. Filas de espera e propagação de perturbações****Módulo B-Capacidade e Níveis de Serviço (NS) dos principais elementos da rede viária interurbana****i. Conceitos e fatores de desempenho****ii. Estradas de 2 vias****iii. Autoestradas (secção corrente, entrecruzamento, ramos de ligação)****Módulo C-Capacidade e NS dos principais elementos das redes viárias urbanas****i. Conceitos e Fatores de desempenho de arruamentos, vias cicláveis e espaços pedonais****ii. Capacidade e NS de interseções prioritárias e rotundas****iii. Planeamento, capacidade e NS de interseções semaforizadas****iv. Coordenação de sinais luminosos****Módulo D–Introdução à modelação microscópica****i. Modelos de mudança de via, gap-acceptance, car-following****ii. Construção de modelos de simulação simples****Módulo E–Fundamentos de segurança rodoviária****9.4.5. Syllabus:**

- 1. To provide students with the fundamental knowledge of the theory of road flows and the mastery of the fundamental techniques of road traffic engineering**
- 2. To teach the procedures of macroscopic calculation of capacity and level of service (performance) of interurban and urban roads (including for cycle and pedestrian networks)**
- 3. Introduce students to microscopic urban traffic modelling and use of microsimulation software**
- 4. Provide students with the fundamentals of road safety**

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

**Given the learning objectives of the UC, described in 9.4.4., any specialist in the field will be able to see that all points of the program content, described in 9.4.5., aim to provide students with the knowledge and skills necessary to meet and acquire these objectives.**

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

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

**O método de avaliação contínua (50% da nota final) inclui a realização de 2 mini-testes ao longo das aulas (30%) e o desenvolvimento de um projeto de microssimulação de tráfego rodoviário (20%).**

**A avaliação não contínua (50% da nota final) é realizado através de uma exame individual escrito.**

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

**The teaching methodologies aim to foster problem-solving and project-based learning by strengthening the practical component, learning, active, autonomous work and student empowerment. The evaluation model incorporates elements of continuous evaluation within active learning compatible with a significant reduction in the importance of assessment by exams.**

**The continuous assessment method (50% of the final mark) includes 2 mini-tests over the term (30%) and the development of a road traffic microsimulation project (20%).**

**The non-continuous evaluation (the other 50% of the final grade) is done through an individual written exam.**

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

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

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

**The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use**

*of demonstration classes and experimental work. This approach will not only fulfill the objectives but will also help to level the knowledge of students with different backgrounds and backgrounds.*

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

*Highway Capacity Manual 2000 , TRB - Transportation Research Board, 2000, Transportation Research Board, National Research Council, Washington; Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis, 3rd edition, Fred L. Mannering, Walter P. Kilareski, Scott S. Washburn, 2004, Wiley; Pedestrian Facilities Users Guide - Providing Safety and Mobility, Federal Highway Administration, USA, 2002, <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/01102/01102.pdf>; Traffic Flow Fundamentals, May, A. D., 1990, Prentice hall; Guide to traffic management - Set AUSTROADS, Australasian road transport and traffic agencies. , 2019, <https://austroads.com.au/publications/traffic-management/agtm-set/>; Global Street design guide - Global Designing Cities Initiative, NACTO - National Association of City Transportation Officials, 2016, Island Press - <https://globaldesigningcities.org/publication/global-street-design-guide/>; Fundamentals of traffic simulation, : Barceló, J., 2010, Springer*

**Anexo II - Electroquímica e Energia**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Electroquímica e Energia*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Electrochemistry and Energy*

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

*CEQ*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist12144, Alda Maria Pereira Simões, T - 14.00; TP - 21.00; PL - 14.00*

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

*<sem resposta>*

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

*Pretende-se adquirir o conhecimento de conceitos fundamentais das reacções electroquímicas, incluindo os parâmetros termodinâmicos e cinéticos, e também dos principais tipos de células electroquímicas para produção / armazenagem de energia.*

*Os estudantes terão adquirido a capacidade de:*

- *descrever os parâmetros básicos relevantes para os equipamentos electroquímicos, incluindo baterias e células de combustível.*
- *calcular a eficiência de armazenagem de uma bateria ou de um reactor electroquímico.*
- *calcular os parâmetros fundamentais no controlo a qualidade e a eficiência de uma bateria.*

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

*Learning about the fundamentals of Electrochemical reactions, including their thermodynamic and kinetic parameters. Knowing about the main types of electrochemical cells for production/storage of energy.*

*Students should be capable of:*

- *describing the basic parameters relevant for electrochemical devices, including batteries and fuel cells.*
- *calculating the storage efficiency of a battery or an electrochemical reactor.*
- *calculating the fundamental parameters controlling the quality and the efficiency of a battery.*

#### 9.4.5. Conteúdos programáticos:

*Introdução. Relevância de tema.*

*Fundamentos de Electroquímica. Reacções de eléctrodo vs. reacções redox. Células galvânicas e células electrolíticas. Termodinâmica. Variação de energia livre e força electromotriz. A série electroquímica. Cinética de um processo de electrodo; equação de Butler-Vomer e equação de Tafel.*

*Lei de Faraday. Electroquímica dos materiais; corrosão electroquímica.*

*Baterias; baterias primárias e secundárias. Fundamentos e Parâmetros relevantes. Exemplos de baterias comerciais.*

*Ciclos de carga-descarga. Eficiência de armazenagem e auto-descarga.*

*Células de combustível, fundamentos e tecnologias. Células de ácido fosfórico, de carbonato fundido, de óxido sólido e alcalinas. Outras células para armazenagem: células redox de fluxos. Armazenagem de hidrogénio.*

#### 9.4.5. Syllabus:

*Introduction. Relevance of the subject.*

*Fundamentals of Electrochemistry. Electrode reactions and global reaction. Galvanic and electrolytic cells.*

*Thermodynamics. Change in free energy and electromotive force. The Electrochemical series.*

*Kinetics of an electrode process. Butler-Volmer and Tafel equations. Faraday's law.*

*Electrochemistry of Materials. Electrochemical corrosion.*

*Batteries. Primary and secondary batteries. Fundamentals and relevant parameters. Examples of commercial batteries.*

*Charge-discharge cycles. Storage efficiency and self-discharge.*

*Fuel cells (FCs) basics and technologies: phosphoric acid, fused carbonate, solid oxide and alkaline fuel cells. Other cells for electricity storage: Redox Flow cells. Hydrogen fuel storage.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*Uma monografia com tópico de entre uma lista proposta. Trabalho baseado em estudo bibliográfico (grupos de 2 estudantes); apresentação oral da monografia, para toda a turma.*

*Em cada apresentação, 3-4 estudantes de entre o publico são encarregados de discutir e avaliar o trabalho. Estes alunos são também classificados pela discussão (D).*

*A nota final (F) resulta da média ponderada da monografia e respectiva apresentação (M), da discussão dos seminários dos colegas (D), do trabalho de laboratório e respectivo relatório (L) e da nota do exame (E), segundo a expressão:*

$$F = 0.25 M + 0.05 D + 0.10 L + 0.010 C + 0.50 E$$

*A nota mínima em cada um dos itens é 10 valores.*

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

*A monograph chosen from a list of topics proposed, and based upon the literature (made by groups of 2 students); oral presentation of the monograph made in class for the whole group.*

**Further, for each presentation, 3-4 students from the audience are assigned in advance to discuss the subjects presented and shall be graded for the discussion (D).**

**The final grade (F) shall result from a weighted average of a monograph (M), the discussion of at least two projects/monographs (D), the Laboratory work and report (L) and the results of the exam (E), according to:  
 $F = 0.25 M + 0.05 D + 0.10 L + 0.10 C + 0.50 E$**

**The minimum grade is 10 in each of the items.**

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

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

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

**1. Chemistry: The Molecular Science, Olmsted & Williams, 1997, 2nd ed., chapter 17- Electron Transfer Reactions; Wm.C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa; 2. Modern Batteries - An Introduction to Electrochemical Power Sources, Colin Vincent & Bruno Scrosati, 1997, 2nd ed., Butterworth Heinemann, Oxford; 3. Industrial Electrochemistry, Derek Pletcher, 1982, Chapman and Hall Ltd, London, UK; 4. Fuel Cell Fundamentals, Ryan O'Hayre, Suk-Won Cha, Whitney Colella, Fritz B. Prinz, 2009, J Wiley & Sons, Inc., New York**

## **Anexo II - Conforto e Energia em Edifícios**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:  
Conforto e Energia em Edifícios**

**9.4.1.1. Title of curricular unit:  
Comfort and Energy Use in Buildings**

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

**9.4.1.3. Duração:  
Semestral**

**9.4.1.4. Horas de trabalho:  
168.0**

**9.4.1.5. Horas de contacto:  
49.0**

**9.4.1.6. ECTS:  
6.0**

**9.4.1.7. Observações:  
Esta UC deve funcionar em simultâneo com a correspondente UC de MEC (1º semestre)**

**9.4.1.7. Observations:  
Esta UC deve funcionar em simultâneo com a correspondente UC de MEC (1º semestre)**

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):  
Maria da Glória De Almeida Gomes, ist14175, 17.5 TP**

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

**Maria Cristina De Oliveira Matos Silva, ist31770, 17.5 TP**  
**Albano Luís Rebelo da Silva das Neves e Sousa, ist13935, 7 TP**  
**António Heleno Domingues Moret Rodrigues, ist12411, 7 TP**

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

*No final do curso, os alunos saberão:*

- *aplicar e interpretar as normas e regulamentos em vigor no domínio do conforto térmico;*
- *aplicar e interpretar as normas e regulamentos em vigor no domínio do conforto acústico;*
- *aplicar e interpretar as normas e regulamentos em vigor no domínio da qualidade do ar interior;*
- *elaborar projectos nos domínios do conforto térmico, conforto acústico e qualidade do ar interior.*

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

*At the completion of the course, the students will:*

- *understand and be able to interpret the regulations and standards in the area of thermal comfort;*
- *understand and be able to interpret the regulations and standards in the area of acoustic comfort;*
- *understand and be able to interpret the regulations and standards in the area of indoor air quality;*
- *have acquired project experience in the areas of thermal comfort, acoustic comfort and indoor air quality.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Exigências de Qualidade do Ar Interior: Regulamentação e normas aplicáveis ao projecto de verificação da qualidade do ar interior; Poluentes do ar interior; Regras de ventilação para satisfação das exigências regulamentares. Aplicação a caso de estudo. Exigências de conforto térmico: Regulamentação e normas aplicáveis ao projecto de verificação térmica de edifícios; Requisitos mínimos de qualidade térmica dos edifícios; Necessidades nominais de energia útil - para aquecimento e arrefecimento do ambiente e produção de águas quentes sanitárias; Soluções construtivas adequadas às exigências regulamentares; Aplicação a caso de estudo. Exigências de conforto acústico: Regulamentação e normas aplicáveis ao projecto de verificação acústica de edifícios; Requisitos acústicos dos edifícios; Necessidades de isolamento sonoro; Controle do ruído produzido no interior dos edifícios; Soluções construtivas adequadas às exigências regulamentares; Aplicação a caso de estudo.*

**9.4.5. Syllabus:**

*Indoor air quality requirements: Standards and codes applied to indoor air quality in buildings; Indoor air pollutants; Ventilation strategies to meet the mandatory requirements; Case study. Thermal comfort requirements: Standards and codes applied to building thermal and energy performance; Building thermal requirements; Upper limits of energy consumption for heating and cooling indoor air and for heating domestic sanitary water; Building envelope solutions to meet the mandatory requirements; Case study. Acoustic comfort requirements: Standards and codes applied to building acoustic performance; Building acoustic requirements; Provision of sound insulation in and between buildings; Noise control in buildings; Building envelope solutions to meet the mandatory requirements; Case study.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%). 100% de avaliação contínua.*

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

*100% continuous evaluation*

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

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

- 9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**  
***The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.***
- 9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
***Ventilation et Qualité de l’Air dans l’Habitat, COHAS, Michel , 1996, Les Editions Parisiennes ; Ventilação e evacuação dos produtos da combustão dos locais com aparelhos a gás. Parte 1: Edifícios de habitação. Ventilação natural, IPQ, 2002, NP 1037-1:2002; Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), 2013, Decreto-Lei n.º 118/2013, D.R. n.º 159, Série I de 2013-08-20; Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018, ; Térmica de edifícios, MORET RODRIGUES, A.; CANHA DA PIEDADE, A.; MARTA BRAGA, A., 2009, ISBN 978-972-8620-13-4, Ed. Orion; Acústica nos Edifícios, PATRÍCIO, J., 2010, 6ª Ed., Verlag Dashofer, ISBN 978-972-8906-55-9; Regulamentos sobre o Ruído, , 2009, Porto Editora, Col. Reg., N° 7, ISBN: 978-972-0-01481-8***

## **Anexo II - Gestão de Projectos de Engenharia**

- 9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
***Gestão de Projectos de Engenharia***

- 9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
***Engineering Project Management***

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

- 9.4.1.3. Duração:**  
***Semestral***

- 9.4.1.4. Horas de trabalho:**  
***168.0***

- 9.4.1.5. Horas de contacto:**  
***49.0***

- 9.4.1.6. ECTS:**  
***6.0***

- 9.4.1.7. Observações:**  
***<sem resposta>***

- 9.4.1.7. Observations:**  
***<no answer>***

- 9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**  
***ist46496, Tânia Rodrigues Pereira Ramos, 26.0***

- 9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**  
***ist135718, Rui Santos Abrantes, 21.0***  
***ist12076, Luis Manuel de Jesus Correia, 2.0***

- 9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
***Apresentar os fundamentos, conceitos e instrumentos das áreas de conhecimento de Gestão de Projetos oferecendo uma visão sistémica e integradora dos seus diferentes vectores.***

**No final da Unidade Curricular, os alunos aprovados deverão ser capazes de:**

- **Identificar as situações em que se deve utilizar as metodologias de gestão de projetos.**
- **Iniciar o projeto, identificando os stakeholders do projeto e as suas expectativas.**
- **Planear um projeto com vista a cumprir as especificações, o prazo e o custo.**
- **Identificar e gerir os riscos de um projeto.**
- **Controlar eficazmente o tempo e custo de um projeto usando a metodologia Earned Value Management (EVM) e a qualidade usando Processos de Controlo de Qualidade.**
- **Ser capaz de efectuar correctamente o encerramento do projecto.**
- **Conhecer abordagens complementares de GP.**
- **Usar software de GP**

#### **9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

**To present the fundamentals, concepts and tools of the Project Management knowledge area offering a systemic and integrative view of its different vectors.**

**At the end of the course, the approved students should be able to:**

- **Identify the situations in which project management methodologies should be used.**
- **Initiate the project by identifying project's stakeholders and their expectations.**
- **Plan a project to meet specifications, time and cost.**
- **Identify and manage project's risks.**
- **Control effectively time and cost of a project using the Earned Value Management (EVM) methodology, and quality using Quality Control Processes.**
- **Be able to properly close the project.**
- **Know complementary approaches in Project Management.**
- **Use PM software.**

#### **9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1) **O conceito de Projeto e a sua importância na Gestão das Organizações**
- 2) **O Gestor do Projeto e as suas competências**
- 3) **O ciclo de vida e organização do Projecto**
- 4) **A iniciação do Projeto**
- 5) **O planeamento do Projeto**
  - 5.1 **Planeamento do Âmbito**
  - 5.2 **Planeamento do Tempo e Recursos**
  - 5.3 **Planeamento dos Custos**
  - 5.4 **Planeamento do Risco**
- 6) **O controlo do Projeto: Tempo, Custo e Qualidade**
- 7) **O encerramento do Projeto**
- 8) **Abordagens complementares: Critical Chain e Agile**
- 9) **Utilização das funcionalidades básicas de software de Gestão de Projetos**

#### **9.4.5. Syllabus:**

- 1) **The concept of a Project and its importance in Organizational Management**
- 2) **The Project Manager and his/her skills**
- 3) **Project life cycle and organization**
- 4) **Project initiation**
- 5) **Project planning**
  - 5.1 **Scope Planning**
  - 5.2 **Time and Resource Planning**
  - 5.3 **Cost Planning**
  - 5.4 **Risk Planning**
- 6) **Project control: Time, Cost and Quality**
- 7) **Project closure**
- 8) **Complementary Approaches: Critical Chain and Agile**
- 9) **Using the basic features of Project Management software**

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

**Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.**

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

- **Exame (45%)**
- **Realização de Projeto, com utilização da ferramenta Microsoft Project, com entrega de relatório e apresentação e discussão em grupo perante um júri (35%)**
- **Apresentação e Discussão de Papers (20%)**

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

- **Exam (45%)**
- **Projct, using the software Microsoft Project, writing a report, oral presentation and discussion to a jury (35%)**
- **Scientific Paper's presentation and discussion (20%)**

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

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

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

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

***A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK Guide, PMI, 2008, PMI (2017), 6th Edition; Critical Chain, Eliyahu M. Goldratt, 1997, North River Press ; Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Control, Kerzner, H., 2006, John Wiley & Sons, Inc., 9th. Edition***

**Anexo II - Transferência de Energia e Massa****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Transferência de Energia e Massa***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Energy and Mass Transfer***

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

***AE***

**9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

***49***

**9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**9.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**9.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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



**Ramiro Joaquim de Jesus Neves, T 28, PL 21**

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

*<sem resposta>*

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

*A Disciplina tem dois grandes objetivos: (1) introduzir os conceitos básicos de transferência de calor (condução/difusão, convecção/advecção e radiação) e da transferência de massa por advecção e difusão e iniciar o aluno na resolução numérica da equação de advecção-difusão e na sua utilização para estudar a transferência de massa e de energia.*

*A disciplina pretende ainda contribuir para a consolidação de conhecimentos de matemática computacional e de programação adquiridos em disciplinas anteriores, apresentando estas ferramentas como as de maior potencial para a resolução de problemas em geometrias reais.*

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

*The course has two main objectives: (1) introduce the basic concepts of heat transfer (conduction/diffusion, convection/advection and radiation) and the transfer of mass by advection and diffusion and initiate the student in the numerical resolution of the advection-diffusion equation and in its use to study the transfer of mass and energy.*

*The course also intends to contribute to the consolidation of computational-mathematics and programming knowledge acquired from in previous disciplines, presenting these tools as the most promising for problem solving in real geometries).*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Conservação, Transmissão e Transformação de Energia. Balanço Energético do Sistema Terra e alterações climáticas. Transferência de calor por condução, convecção e radiação. Temperatura vs calor. Propriedades térmicas dos materiais. Aplicação da equação do calor. Condições iniciais e de fronteira. Regime estacionário e regime transiente. Convecção natural e convecção forçada na superfície do corpo. Camadas limite mecânica e térmica. Transferência de calor por radiação. Resistência térmica. Alhetas, solução analítica e numérica.*

*A equação de advecção-difusão. Os casos do calor, massa e quantidade de movimento. Resolução numérica da equação. Difusão numérica e estabilidade. Séries de Taylor e erro de truncatura. Difusividade como uma consequência da hipótese de meio contínuo: difusividade molecular, turbulenta e de "sub-grid". Aplicação da equação em sistemas unidimensionais. Substâncias conservativas, decaimento de 1ª ordem e sistemas de propriedades interdependentes.*

**9.4.5. Syllabus:**

*Conservation, Transmission and Transformation of Energy. Energy Budget of the Earth system and climate change.*

*Heat transfer by conduction, convection and radiation. Temperature vs heat. Thermal properties of materials.*

*Application of the heat equation. Initial conditions and border conditions. Stationary and transient regimes. Natural and forced convection on the surface of a body. Mechanical and thermal boundary layers. Radiation heat transfer. Analytical and numerical solution of heat transfer in fines.*

*The advection-diffusion equation. The cases of heat, mass and momentum. Numerical resolution of the equation.*

*Numerical diffusion and stability. Taylor series and truncating error. Diffusivity as a consequence of the hypothesis of continuum media: molecular, turbulent and subgrid diffusivity. Application of the equation in onedimensional systems.*

*Conservative properties, first-order decay and interdependent property systems.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*In view of the learning objectives of the UC, described in 9.4.4., any specialist in the field may find that all points of the programmatic contents, described in 9.4.5., aim to provide students with the knowledge and skills necessary to fulfill them and to acquire these objectives.*

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

*A avaliação contínua da disciplina será constituída por dois trabalhos práticos, um sobre alhetas (15%) e outro sobre transferência de calor e de massa num rio (30%) realizados por grupos de até 3 alunos. Os trabalhos serão apresentados oralmente e as classificações serão individuais. Os alunos farão ainda uma apresentação (durante as aulas) de um trabalho de pesquisa cuja resolução seja baseada no trabalho computacional (5%).*

*A componente de programação representa 25% da avaliação (50% dos trabalhos numéricos).*

**O exame terá um peso de 50% na classificação final e uma nota mínima de 10 valores.**

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

*The continuous evaluation of the discipline will consist of two numerical assignments, one on heat transfer on fins (15%) and another about heat and mass transfer in a river (30%) carried by groups of up to 3 students. The reports will be presented orally and the ratings will be individual. Students will also make a presentation (during classes) of a research work whose resolution is based on computational techniques learned (5%).*

*The programming component represents 25% of the evaluation (50% of numerical reports).*

*The exam will have a weight of 50% in the final classification and a minimum score of 10 values.*

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

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

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

*The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of demonstration classes and experimental work. This approach will allow not only to meet the objectives as it will help the leveling of the knowledge of students with different backgrounds and backgrounds.*

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

*Fundamentals of Heat and Mass Transfer - 7th edition, Incropera, F. P., D. P. DeWitt, 2002,*

**Anexo II - Serviços de Energia**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Serviços de Energia*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Energy Services*

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

*FInter*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*42*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Luís Filipe Moreira Mendes, T - 2.00*

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

**Carlos Augusto Santos Silva, T - 40.00**

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

*Dotar os alunos com os conceitos necessários para o desenvolvimento de novas soluções na área de serviços de energia;*

*Recolher, guardar, processar e analisar de dados de sistemas de energia;*

*Implementar algoritmos para a extracção de novo conhecimento dos dados de energia (análise estatística, aprendizagem máquina)*

*Desenvolver novas soluções, como previsão de consumos de energia, segmentação de consumidores, identificação de falhas, representação de dados.*

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

*Understand the concepts to develop new solutions for energy services*

*Collect, store, process and analyse energy systems data;*

*Implement algorithms to extract new knowledge from energy data (statistical analysis, machine learning)*

*Develop new solutions, like forecast energy consumption, segment energy users, fault identification, data representation.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*1 – Introdução aos sistemas de energia. Revisão de conceitos e definições. Definição de serviços de energia*

*2 - Introdução aos conceitos de ciência de dados (Big Data, IOT, Machine Learning, etc)*

*3 – Aquisição e processamento de dados de energia e variáveis complementares.*

*4 – Introdução à base de dados. Construção de uma base de dados de energia*

*5 – Pre-processamento de dados e análise exploratória de dados usando métodos estatísticos*

*6 - Algoritmos de extracção de conhecimento de dados*

*6 – Algoritmos de aprendizagem para construção de modelos de previsão de energia*

*7 – Representação de dados de energia*

*8 – Desenvolvimento de ferramentas para serviços de energia (diferentes aplicações)*

**9.4.5. Syllabus:**

*1 – Introduction to energy systems. Review of concepts and definitions. Definitions of energy services*

*2 - Introduction to data science concepts (Big Data, IOT, Machine Learning, etc)*

*3 – Energy data and related variables acquisition and processing.*

*4 – Introduction to data bases. Development of an energy data base.*

*5 – Data pre-processing and exploratory data analysis.*

*6 - Algorithms for knowledge extraction*

*6 – Algorithms for energy consumption forecast*

*7 – Energy data representation*

*8 – Development of new tools for energy services (different applications)*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*Avaliação por projecto computacional individual (50%), apresentação (10%) e dois mini-testes (40%)*

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

*Individual computational project (50%), presentation (10%) and two mini-tests (40%)*

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

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

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

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

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

*Sustainable Cloud and Energy Services, Principles and Practice, Rivera, Wilson (Ed.), 2018, Springer; Machine Learning Mastery With Python: Discover The Fastest Growing Platform For Professional Machine Learning With Step-By-Step Tutorials and End-To-End Projects, Jason Brownlee, 2020, Machine Learning MAstery*

**Anexo II - Energia das Ondas****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Energia das Ondas*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Wave Energy*

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

*TTCE*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist11786 Luís Manuel de Carvalho Gato (TP-6)*

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

*ist30176 João Carlos de Campos Henriques (PL-7)*

*ist14074 Duarte Pedro Mata de Oliveira Valério (TP- 9)*

*ist14490 Ângelo Palos Teixeira (TP-9)*

*ist12375 Rui Castro (TP-9)*

*ist151193 Rui Pedro Figueiredo Gomes (TP-9)*

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

*Após a conclusão da unidade curricular o aluno:*

- Estará familiarizado com os fundamentos da teoria hidrodinâmica linear dos sistemas de energia das ondas;*
- terá conhecimento introdutório da modelação numérica da hidrodinâmica de sistemas de energia das ondas e da simulação do seu controlo;*
- terá conhecimento introdutório de técnicas de ensaio e de monitorização de sistemas de energia do oceano;*
- estará familiarizado com o estado da arte dos equipamentos electro-mecânicos de conversão de energia das ondas;*
- terá adquirido os conhecimentos básicos relativos aos sistemas de amarração e ancoramento marítimos;*

- **estará familiarizado com o projecto e configuração de parques de dispositivos de aproveitamento de energia oceânica.**

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

##### *Learning outcomes:*

*At the completion of the course, the student will be able to:*

- **understand the statistic description of waves and currents;**
- **use the statistical information to make evaluation of the energy resource;**
- **explain the linear hydrodynamic theory of wave energy systems;**
- **apply advanced numerical hydrodynamic modelling of wave and control simulation;**
- **discuss experimental testing and monitoring of wave energy systems;**
- **describe the state of the art of electro-mechanical power take-off equipment used in wave energy converters;**
- **discuss mooring and anchoring systems;**
- **discuss the design and configuration of farms.**

#### 9.4.5. Conteúdos programáticos:

**Sistemas de energia das ondas: Tipos de conversores de energia. Interações lineares entre ondas e estruturas. Análise no domínio da frequência. Coeficientes hidrodinâmicos e o seu cálculo. Análise no domínio do tempo. Controlo de fase. Agregados. Técnicas de ensaio em modelo. Características do sistema electro-mecânico de conversão de energia (PTO). Classificação das estruturas offshore; cargas, custos e materiais dos sistemas de amarração e ancoragem; descrição de sistemas de ancoragem e fundação; sistemas de amarração tensos e em catenária; configurações de sistemas de amarração de agregados. Introdução à interferência entre conversores em agregados e métodos de optimização da configuração.**

#### 9.4.5. Syllabus:

**Ocean surface waves: linear wave theory (regular and random waves); wave spectrum; wave energy resource: parametrical characterization of ocean waves, near-shore wave transformation, wave measurement and modelling. Wave energy systems: Types of wave energy converters. Linear wave-structure interactions. Frequency domain analysis. Hydrodynamic coefficients and their computation. Time domain analysis. Phase control. Arrays. Model testing techniques. Power take-off characteristics. Classification of offshore structures; loads, cost and materials of mooring and anchoring systems; description of anchoring and foundations systems; taut and slack-mooring systems; and mooring configurations in arrays. Principles of interference of WEC arrays and layout optimization methods.**

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

**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

**In view of the UC's learning objectives, described in 9.4.4., any specialist in the subject will be able to verify that all the points of the syllabus, described in 9.4.5., aim to provide students with the knowledge and skills necessary for their fulfilment and the acquisition of said objectives.**

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

**2 testes e/ou exame.**

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

**2 Tests and/or exam.**

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

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

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

**The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of demonstration classes and experimental work. This approach will allow not only to fulfil the objectives but also help level the knowledge of students with different backgrounds and backgrounds.**

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

*Ocean Waves and Oscillating Systems, J. Falnes, 2002, Cambridge: Cambridge University Press.; The theory behind the conversion of ocean wave energy: a review. In: (J. Cruz, editor) Ocean Wave Energy., G. Thomas, 2008, Berlin: Springer, p. 41-91.; Numerical and experimental modelling of WECs. In: (J. Cruz, editor) Ocean Wave Energy, ----, 2008, Berlin: Springer, p. 133-188.; Comprehensive Renewable Energy, vol. 8, Ocean Energy, A. A. Sayigh (Editor), , 2012, Elsevier; Wave energy utilization: a review of the technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 14, p. 899-918, 2010., A. F. O. Falcão, 2010, ----; Lecture Notes. To be produced., A. F.O. Falcão, 2013, ----*

**Anexo II - Atividades Extracurriculares I/Opção Livre****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Atividades Extracurriculares I/Opção Livre*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Extracurricular Activities I/Free Option*

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

*OL*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*84.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*n.a.*

**9.4.1.6. ECTS:**

*3.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Edgar Caetano Fernandes, ist13408*

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

*<sem resposta>*

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

*Estimular os estudantes a adquirirem, de forma diversificada e complementar, conhecimentos e competências comportamentais, sociais, culturais, científicas, tecnológicas e profissionais, através da realização de atividades extracurriculares. Atualmente além de um percurso curricular que fornece provas de conhecimentos científicos/tecnológicos bem consolidados, os empregadores valorizam o percurso extracurricular dos alunos nas suas diversas vertentes.*

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

*To stimulate students to acquire, in a diversified and complementary way, behavioral, social, cultural, scientific, technological and professional knowledge and skills through extracurricular activities. Currently, in addition to scientific/technological knowledge, employers value the extracurricular course of students in its various aspects.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*No quadro desta unidade curricular serão creditadas actividades realizadas pelos estudantes, individualmente ou em*

*grupo, que tenham um cariz essencialmente extra-curricular.*

*1) As atividades extracurriculares devem ser creditadas por pedido dos alunos em uma ou duas unidades curriculares denominadas Atividades Extracurriculares I e II (AE I e AE II) com 3 ECTS cada, oferecidas a todo o universo de alunos dos 2º. Ciclos (mestrado) do IST. Em cada uma destas UC de 3 ECTS os alunos devem realizar uma (ou mais) atividade(s) extracurriculares com esforço total de pelo menos 84 horas.*

*2) Os coordenadores de cada curso deverão reservar espaço na sua grelha de 2º. Ciclo para que os alunos, se assim o entenderem, possam escolher AE I/AEII*

#### 9.4.5. Syllabus:

*1) The extracurricular activities must be credited by request of the students in one or two curricular units called Extracurricular Activities I and II (AE I and AE II) with 3 ECTS each, offered to the whole universe of students of the 2nd cycle. In each of these 3 ECTS courses, students must perform one (or more) extracurricular activity(s) with a total effort of at least 84 hours.*

*2) Coordinators of each course must reserve space on their 2nd cycle grid so that students, if they wish, can choose AE I/AE II*

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.*

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

*1) A efectiva realização da actividade, exigindo-se um certificado das entidades onde realizaram as atividades extracurriculares, 2) AE I ou AE II tem avaliação do tipo aprovado/ não aprovado.*

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

*(1) a certificate from the entities where the extracurricular activities took place, is required (2) AE I or AE II has approved/unapproved type assessment.*

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

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

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

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

*NA*

## Anexo II - Atividades Extracurriculares II/Opção Livre

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Atividades Extracurriculares II/Opção Livre*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Extracurricular Activities II/Free Option*

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

*OL*

**9.4.1.3. Duração:****Semestral****9.4.1.4. Horas de trabalho:****84.0****9.4.1.5. Horas de contacto:****n.a.****9.4.1.6. ECTS:****3.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****Edgar Caetano Fernandes, ist13408****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****<sem resposta>****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

***Estimular os estudantes a adquirirem, de forma diversificada e complementar, conhecimentos e competências comportamentais, sociais, culturais, científicas, tecnológicas e profissionais, através da realização de atividades extracurriculares. Atualmente além de um percurso curricular que fornece provas de conhecimentos científicos/tecnológicos bem consolidados, os empregadores valorizam o percurso extracurricular dos alunos nas suas diversas vertentes.***

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

***To stimulate students to acquire, in a diversified and complementary way, behavioral, social, cultural, scientific, technological and professional knowledge and skills through extracurricular activities. Currently, in addition to scientific/technological knowledge, employers value the extracurricular course of students in its various aspects.***

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

***No quadro desta unidade curricular serão creditadas actividades realizadas pelos estudantes, individualmente ou em grupo, que tenham um cariz essencialmente extra-curricular.***

***1) As atividades extracurriculares devem ser creditadas por pedido dos alunos em uma ou duas unidades curriculares denominadas Atividades Extracurriculares I e II (AE I e AE II) com 3 ECTS cada, oferecidas a todo o universo de alunos dos 2º. Ciclos (mestrado) do IST. Em cada uma destas UC de 3 ECTS os alunos devem realizar uma (ou mais) atividade(s) extracurriculares com esforço total de pelo menos 84 horas.***

***2) Os coordenadores de cada curso deverão reservar espaço na sua grelha de 2º. Ciclo para que os alunos, se assim o entenderem, possam escolher AE I/AEII***

**9.4.5. Syllabus:**

***In this curricular unit activities carried out by students, individually or in groups, which have an essentially extra-curricular nature, will be credited.***

***1) The extracurricular activities must be credited by request of the students in one or two curricular units called Extracurricular Activities I and II (AE I and AE II) with 3 ECTS each, offered to the whole universe of students of the 2nd cycle. In each of these 3 ECTS courses, students must perform one (or more) extracurricular activity(s) with a total effort of at least 84 hours.***

***2) Coordinators of each course must reserve space on their 2nd cycle grid so that students, if they wish, can choose AE I/AE II***

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



**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4..4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

**Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 9.4.4.**

**9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

**1) A efectiva realização da actividade, exigindo-se um certificado das entidades onde realizaram as atividades extracurriculares, 2) AE I ou AE II tem avaliação do tipo aprovado/ não aprovado.**

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

**(1) a certificate from the entities where the extracurricular activities took place, is required (2) AE I or AE II has approved/unapproved type assessment.**

**9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**

**A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.**

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

**The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.**

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

**NA**

## **9.5. Fichas curriculares de docente**

---

**Anexo III - Maria da Glória De Almeida Gomes**

**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

**Maria da Glória De Almeida Gomes**

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**

**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**

**Anexo III - Tânia Rodrigues Pereira Ramos**

**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

**Tânia Rodrigues Pereira Ramos**

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**

**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**

**Anexo III - Fernando Manuel Duarte Gonçalves**

**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

**Fernando Manuel Duarte Gonçalves**

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**

**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**

**Anexo III - António Carlos De Campos Simões Baptista**

**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

**António Carlos De Campos Simões Baptista****9.5.2. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo III - Albano Luís Rebelo da Silva das Neves e Sousa****9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Albano Luís Rebelo da Silva das Neves e Sousa***9.5.2. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo III - Juan Carlos Chong Portillo****9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Juan Carlos Chong Portillo***9.5.2. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo III - Rui Pedro Figueiredo Gomes****9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Rui Pedro Figueiredo Gomes***9.5.2. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo III - Andres Alejandro Zuñiga Rodriguez****9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Andres Alejandro Zuñiga Rodriguez***9.5.2. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo III - Susana Isabel Carvalho Relvas****9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Susana Isabel Carvalho Relvas***9.5.2. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo III - António Heleno Domingues Moret Rodrigues****9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***António Heleno Domingues Moret Rodrigues***9.5.2. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo III - Carlos Miguel Calisto Baleizão****9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Carlos Miguel Calisto Baleizão***9.5.2. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo III - Teresa Sofia Cipriano Gonçalves Rodrigues**

**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Teresa Sofia Cipriano Gonçalves Rodrigues*

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo III - Ana Paula Ferreira Dias Barbosa Póvoa**

**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Ana Paula Ferreira Dias Barbosa Póvoa*

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo III - João Luís Alves Ferreira da Silva**

**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*João Luís Alves Ferreira da Silva*

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)