

# NCE/11/00471 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

---

## Apresentação do pedido

### Perguntas A1 a A4

---

**A1. Instituição de ensino superior / Entidade instituidora:**  
*Universidade De Lisboa*

**A1.a. Descrição da Instituição de ensino superior / Entidade instituidora**  
*Universidade De Lisboa*

**A2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):**  
*Instituto Superior Técnico*

**A2.a. Descrição da Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):**  
*Instituto Superior Técnico*

**A3. Ciclo de estudos:**  
*Engenharia e Gestão da Energia*

**A3. Study cycle:**  
*Engineering and Energy Management*

**A4. Grau:**  
*Mestre*

### Perguntas A5 a A10

---

**A5. Área científica predominante do ciclo de estudos:**  
*Engenharia e Gestão de Energia*

**A5. Main scientific area of the study cycle:**  
*Energy Engineering and Management*

**A6.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF).**  
*522*

**A6.2. Classificação da área secundária do ciclo de estudos de acordo com a Portaria n.º 256/2005 de 16 de Março (CNAEF), se aplicável.**  
*440*

**A6.3. Classificação de outra área secundária do ciclo de estudos de acordo com a Portaria n.º 256/2005 de 16 de Março (CNAEF), se aplicável.**  
*345*

**A7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:**  
*120*

**A8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL-74/2006):**

**2 anos**

**A8. Duration of the study cycle (art.º 3 DL-74/2006):**

**2 years**

**A9. Número de vagas proposto:**

**30**

**A10. Condições de acesso e ingresso:**

*O curso destina-se a licenciados em Engenharia ou em Ciências da Engenharia, cuja formação preencha os seguintes requisitos mínimos:*

*Formação em Matemática 36 ECTS*

*Formação em Física, Química e Materiais 30 ECTS*

*A admissão de candidatos prevê a oferta de um programa de nivelamento de competências aos alunos que, não preenchendo estes requisitos mínimos, apresentem um desnível máximo de 18 ECTS.*

*Poderão ser incluídas no plano de estudos do aluno, com um limite de 30 ECTS, disciplinas propedêuticas (não contabilizadas nos 120 ECTS correspondentes ao curso) necessárias ao nivelamento de competências (limite de 18 ECTS) ou à sua harmonização com a área de especialização escolhida (limite de 12 ECTS).*

**A10. Entry Requirements:**

*The course is intended for graduates in Engineering or Engineering Sciences, whose training meets the following minimum requirements:*

*36 ECTS of training in Mathematics*

*30 ECTS of training in Physics, Chemistry and Materials Science and Engineering*

*The admission of candidates that do not meet these minimum requirements implies a bridging program of propedeutic courses (not counted in the course corresponding to 120 ECTS) at the level of basic skills (limited of 18 ECTS) or at the level of the chosen expertise area (maximum of 12 ECTS).*

## Pergunta A11

### Pergunta A11

**A11. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização de percursos alternativos em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):**

*Sim (por favor preencha a tabela seguinte 11.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras)*

#### A11.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ... (se aplicável)

**A11.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras formas de organização de percursos alternativos em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches options, profiles, major/minor, or other forms of organization of alternative paths compatible with the structure of the study cycle (if applicable)**

##### Ramos/Opções/... (se aplicável):

Especialização em Combustíveis  
Especialização em Conversão de Energia  
Especialização em Eficiência Energética  
Especialização em Energia Nuclear  
Especialização em Energias Renováveis

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

Fuels  
Energy Conversion  
Energetic Efficiency  
Nuclear Energy  
Renewable Energy

## A12. Estrutura curricular

### Anexo I - Tronco Comum

**A12.1. Ciclo de Estudos:**

*Engenharia e Gestão da Energia*

**A12.1. Study Cycle:**

**Engineering and Energy Management****A12.2. Grau:****Mestre****A12.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)****Tronco Comum****A12.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)****Common Branch****A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained for the awarding of the degree**

| Área Científica / Scientific Area                                 | Sigla / Acronym | ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS | ECTS Optativos* / Optional ECTS* |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Área Científica de Engenharia e Gestão de Organizações            | EGO             | 6                                  | 24                               |
| Área Científica de Engenharia e Gestão de Sistemas                | EGS             | 12                                 | 9                                |
| Área Científica de Energia                                        | Energ           | 6                                  | 0                                |
| Área Científica de Ambiente e Energia                             | AE              | 4.5                                | 9                                |
| Área Científica de Metodologia e Tecnologia da Programação        | MTP             | 0                                  | 7.5                              |
| Área Científica de Arquitectura e Sistemas Operativos             | ASO             | 0                                  | 7.5                              |
| Área Científica de Computadores                                   | Comp            | 0                                  | 6                                |
| Área Científica de Inovação Tecnológica e Empreendedorismo        | ITE             | 0                                  | 6                                |
| Área Científica de Ambiente e Recursos Hídricos                   | ARH             | 0                                  | 6                                |
| Área Científica de Síntese, Estrutura Molecular e Análise Química | SEMAQ           | 0                                  | 6                                |
| Todas as Áreas Científicas do IST                                 | Diss            | 30                                 | 0                                |
| <b>(11 Items)</b>                                                 |                 | <b>58.5</b>                        | <b>81</b>                        |

**Anexo I - Combustíveis****A12.1. Ciclo de Estudos:****Engenharia e Gestão da Energia****A12.1. Study Cycle:****Engineering and Energy Management****A12.2. Grau:****Mestre****A12.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)****Combustíveis****A12.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)****Fuels****A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained for the awarding of the degree**

| Área Científica / Scientific Area | Sigla / Acronym | ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS | ECTS Optativos* / Optional ECTS* |
|-----------------------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------------------|
|-----------------------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------------------|

|                                                                       |        |           |            |
|-----------------------------------------------------------------------|--------|-----------|------------|
| Área Científica de Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia | TTCE   | 6         | 12         |
| Área Científica de Engenharia de Processos e Projecto                 | EPP    | 3         | 6          |
| Área Científica de Ciências de Engenharia Química                     | CEQ    | 12        | 21         |
| Área Científica de Minas e Georecursos                                | MG     | 6         | 4.5        |
| Área Científica de Bioengenharia                                      | Bioeng | 0         | 6          |
| Área Científica de Engenharia Biomolecular e de Bioprocessos          | EBB    | 0         | 6          |
| Área Científica de Energia                                            | Energ  | 0         | 12         |
| Área Científica de Sistemas, Decisão e Controlo                       | SDC    | 0         | 6          |
| Área Científica de Engenharia de Processos e Projecto                 | EPP    | 0         | 9          |
| Área Científica de Controlo, Automação e Informática Industrial       | CAII   | 0         | 6          |
| Área Científica de Engenharia e Gestão de Sistemas                    | EGS    | 0         | 6          |
| Área Científica de Electrónica                                        | Electr | 0         | 7.5        |
| Área Científica de Química-Física, Materiais e Nanociências           | QFMN   | 0         | 6          |
| Área Científica de Hidráulica                                         | Hidr   | 0         | 6          |
| Área Científica de Geociências                                        | Geoc   | 0         | 6          |
| <b>(15 Items)</b>                                                     |        | <b>27</b> | <b>120</b> |

## Anexo I - Conversão de Energia

### A12.1. Ciclo de Estudos:

#### *Engenharia e Gestão da Energia*

### A12.1. Study Cycle:

#### *Engineering and Energy Management*

### A12.2. Grau:

#### *Mestre*

### A12.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

#### *Conversão de Energia*

### A12.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

#### *Energy Conversion*

### A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained for the awarding of the degree

| Área Científica / Scientific Area                                     | Sigla / Acronym | ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS | ECTS Optativos* / Optional ECTS* |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Área Científica de Energia                                            | Energ           | 12                                 | 39                               |
| Área Científica de Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia | TTCE            | 12                                 | 51                               |
| Área Científica de Hidráulica                                         | Hidr            | 0                                  | 12                               |
| Área Científica de Ciências de Engenharia Química                     | CEQ             | 0                                  | 6                                |
| Área Científica de Física e Tecnologias Básicas                       | FBas            | 0                                  | 6                                |
| Área Científica de Engenharia de Processos e Projecto                 | EPP             | 0                                  | 4.5                              |
| Área Científica de Controlo, Automação e Informática Industrial       | CAII            | 0                                  | 6                                |
| Área Científica de Ambiente e Energia                                 | AE              | 0                                  | 6                                |
| Área Científica de Engenharia e Gestão de Sistemas                    | EGS             | 0                                  | 6                                |
| Área Científica de Electrónica                                        | Electr          | 0                                  | 7.5                              |

|                                                              |        |           |            |
|--------------------------------------------------------------|--------|-----------|------------|
| Área Científica de Engenharia Biomolecular e de Bioprocessos | EBB    | 0         | 6          |
| Área Científica de Sistemas, Decisão e Controlo              | SDC    | 0         | 6          |
| Área Científica de Física Interdisciplinar                   | FInter | 0         | 6          |
| <b>(13 Items)</b>                                            |        | <b>24</b> | <b>162</b> |

## Anexo I - Eficiência Energética

### A12.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia e Gestão da Energia*

### A12.1. Study Cycle:

*Engineering and Energy Management*

### A12.2. Grau:

*Mestre*

### A12.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

*Eficiência Energética*

### A12.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)

*Energy Efficiency*

### A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained for the awarding of the degree

| Área Científica / Scientific Area                                     | Sigla / Acronym | ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS | ECTS Optativos* / Optional ECTS* |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Área Científica de Hidráulica                                         | Hidr            | 0                                  | 12                               |
| Área Científica de Ambiente e Recursos Hídricos                       | ARH             | 0                                  | 16.5                             |
| Área Científica de Engenharia de Processos e Projectos                | EPP             | 0                                  | 10.5                             |
| Área Científica de Construção                                         | Constr          | 0                                  | 4.5                              |
| Área Científica de Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia | TTCE            | 0                                  | 33                               |
| Área Científica de Urbanismo e Transportes                            | UT              | 0                                  | 24                               |
| Área Científica de Energia                                            | Energ           | 0                                  | 25.5                             |
| Área Científica de Sistemas, Decisão e Controlo                       | SDC             | 0                                  | 6                                |
| Área Científica de Controlo, Automação e Informática Industrial       | CAII            | 0                                  | 6                                |
| Área Científica de Ambiente e Energia                                 | AE              | 0                                  | 6                                |
| Área Científica de Engenharia e Gestão de Sistemas                    | EGS             | 0                                  | 6                                |
| Área Científica de Electrónica                                        | Electr          | 0                                  | 13.5                             |
| Área Científica de Arquitectura                                       | Arq             | 0                                  | 6                                |
| <b>(13 Items)</b>                                                     |                 | <b>0</b>                           | <b>169.5</b>                     |

## Anexo I - Energia Nuclear

### A12.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia e Gestão da Energia*

### A12.1. Study Cycle:

*Engineering and Energy Management*

### A12.2. Grau:

**Mestre****A12.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)****Energia Nuclear****A12.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)****Nuclear Energy****A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained for the awarding of the degree**

| Área Científica / Scientific Area                                     | Sigla / Acronym | ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS | ECTS Optativos* / Optional ECTS* |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Área Científica de Física e Tecnologias Básicas                       | FBas            | 18                                 | 12                               |
| Área Científica de Física de Partículas e Física Nuclear              | FPaFN           | 12                                 | 0                                |
| Área Científica de Física Interdisciplinar                            | FInter          | 0                                  | 4.5                              |
| Área Científica de Mecânica Estrutural e Estruturas                   | MEE             | 0                                  | 4.5                              |
| Área Científica de Sistemas, Decisão e Controlo                       | SDC             | 0                                  | 6                                |
| Área Científica de Controlo, Automação e Informática Industrial       | CAII            | 0                                  | 6                                |
| Área Científica de Ambiente e Energia                                 | AE              | 6                                  | 6                                |
| Área Científica de Engenharia e Gestão de Sistemas                    | EGS             | 0                                  | 6                                |
| Área Científica de Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia | TTCE            | 6                                  | 12                               |
| Área Científica de Hidráulica                                         | Hidr            | 0                                  | 12                               |
| Área Científica de Electrónica                                        | Electr          | 0                                  | 13.5                             |
| Área Científica de Energia                                            | Energ           | 0                                  | 6                                |
| <b>(12 Items)</b>                                                     |                 | <b>42</b>                          | <b>88.5</b>                      |

**Anexo I - Energias Renováveis****A12.1. Ciclo de Estudos:****Engenharia e Gestão da Energia****A12.1. Study Cycle:****Engineering and Energy Management****A12.2. Grau:****Mestre****A12.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)****Energias Renováveis****A12.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)****Renewable Energy****A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained for the awarding of the degree**

| Área Científica / Scientific Area                 | Sigla / Acronym | ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS | ECTS Optativos* / Optional ECTS* |
|---------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Área Científica de Bioengenharia                  | Bioeng          | 6                                  | 0                                |
| Área Científica de Ciências de Engenharia Química | CEQ             | 6                                  | 6                                |
| Área Científica de Hidráulica                     | Hidr            | 6                                  | 12                               |
| Área Científica de Energia                        | Energ           | 0                                  | 49.5                             |

|                                                                       |        |           |              |
|-----------------------------------------------------------------------|--------|-----------|--------------|
| Área Científica de Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia | TTCE   | 0         | 34.5         |
| Área Científica de Sistemas, Decisão e Controlo                       | SDC    | 0         | 6            |
| Área Científica de Controlo, Automação e Informática Industrial       | CAII   | 0         | 6            |
| Área Científica de Ambiente e Energia                                 | AE     | 0         | 6            |
| Área Científica de Engenharia e Gestão de Sistemas                    | EGS    | 0         | 6            |
| Área Científica de Electrónica                                        | Electr | 0         | 13.5         |
| <b>(10 Items)</b>                                                     |        | <b>18</b> | <b>139.5</b> |

## Perguntas A13 e A14

### A13. Regime de funcionamento:

*Diurno*

#### A13.1. Se outro, especifique:

*<sem resposta>*

#### A13.1. If other, specify:

*<no answer>*

### A14. Observações:

*O Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia corresponde a quatro semestres lectivos, perfazendo 120 ECTS. A parte curricular corresponde a 90 ECTS e a dissertação a 30 ECTS, estando na parte curricular incluídos 12 ECTS correspondentes a UCs de Projecto.*

*Os 90 ECTS da parte curricular correspondem a:*

*Formação de Harmonização de Competências: 18-24ECTS*

*Formação Específica em Eng. e Gestão de Energia:*

*Formação Comum 28,5ECTS;*

*Formação Especializada 24-36ECTS;*

*Formação Complementar 6-18ECTS*

*Formação Livre: 0-9ECTS*

*Poderão ser incluídas no plano de estudos do aluno, com um limite de 30 ECTS, disciplinas propedêuticas (não contabilizadas nos 120 ECTS correspondentes ao curso) necessárias ao nivelamento de competências (limite de 18 ECTS para os alunos que não preenham as condições de ingresso até esse limite) ou à harmonização de competências com a área de especialização escolhida (limite de 12 ECTS que acrescerão ao máximo de 24 ECTS previsto no plano curricular).*

*A formação de harmonização de competências tem como objectivo conferir as bases científicas que permitem o nível adequado de abordagem das matérias leccionadas na área de especialização escolhida pelo aluno. As UCs de harmonização de competências são portanto específicas de cada área de especialização, se bem que contendo um denominador comum, constituído pelas matérias de Instrumentação e Medidas, Mecânica de Fluidos ou Hidráulica, Sistemas Eléctricos e Electromecânicos e Transmissão de Calor. Tal permite garantir uma base de formação em Engenharia da Energia comum a todas as especializações.*

*A escolha das unidades curriculares de harmonização de competências é condicionada pela formação anterior de cada aluno, requerendo aprovação pela Coordenação do Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia. Dado o objectivo da formação de harmonização de competências, algumas unidades curriculares que a integram são de nível L.*

*A estrutura curricular do curso contempla uma componente com a designação Formação comum, a qual integra unidades curriculares em áreas da Gestão, da Gestão de Energia e dos Mercados de Energia. Esta componente acresce à formação comum em Engenharia da Energia, já mencionada. Considera-se que a componente de formação em Gestão é uma mais valia do curso, constituindo uma importante característica distintiva em relação a outros projectos formativos existentes.*

*As unidades curriculares de formação complementar são definidas para cada Especialização numa base de coerência*

*do percurso formativo.*

#### **A14. Observations:**

*The Master in Energy Engineering and Management is a four semesters programme, in a total of 120 ECTS. The curricular part corresponds to 90 ECTS, including 12 ECTS in Project Courses. The dissertation totals 30 ECTS.*

*The curricular part of 90 ECTS corresponds to:*

*Matching skills training: 18 - 24 ECTS*

*Specific training in Energy Engineering and Management:*

*Common training 28,5 ECTS*

*Specialized training 24 - 36 ECTS*

*Additional Training 6 - 18 ECTS*

*Free Training: 0 - 9 ECTS*

*Propaedeutic courses may be included in the students curriculum, with a limit of 30 ECTS (not included in the programme 120 ECTS), for students who do not meet the conditions of entry: at basic level subjects, up to 18 ECTS; or matching skills with the chosen area of expertise up to 12 ECTS, that accrue to the maximum of 24 ECTS provided in the curriculum.*

*The Matching Skills Training aims to provide the scientific bases that allow the appropriate level of the subjects taught in the area of specialization chosen by the student. The Matching Skills courses are therefore specific to each area of expertise, although containing a common denominator, consisting of the following courses: Instrumentation and Measurements; Fluid Mechanics and Hydraulics; Electrical and Electromechanical Systems; Heat Transfer. This ensures a basic training in Energy Engineering common to all specializations.*

*The choice of matching skills courses is adapted by prior education of each student, requiring approval by the Programme Coordination. Given the purpose of matching skills training, some courses that are 1st cycle level.*

*The programme curriculum includes a training component, Common Training, which includes courses in areas of Management, Energy Management and Energy Market. This component adds to the common training in Energy Engineering, already mentioned. It is considered that the component of training in management is an important distinguishing feature compared to other existing programmes offered by other institutions.*

*The Additional Training courses for each specialization are defined on the basis of consistency of the training path.*

*The development of a dissertation, conducted in the area of specialization chosen by the student, is compulsory. The inscription in the dissertation can only be performed after the student has obtained approval in a minimum of 60 ECTS.*

## **Instrução do pedido**

### **1. Formalização do pedido**

---

#### **1.1. Deliberações**

##### **Anexo II - Conselho Científico do Instituto Superior Técnico**

###### **1.1.1. Órgão ouvido:**

*Conselho Científico do Instituto Superior Técnico*

###### **1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):**

[1.1.2.\\_CC\\_PARECER\\_GESTÃO DA ENERGIA.pdf](#)

##### **Anexo II - Conselho Pedagógico do Instituto Superior Técnico**

###### **1.1.1. Órgão ouvido:**

*Conselho Pedagógico do Instituto Superior Técnico*

###### **1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):**



### 1.1.2.\_CP\_PARECER\_GESTÃO DA ENERGIA.pdf

#### Anexo II - Conselho de Gestão do Instituto Superior Técnico

##### 1.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho de Gestão do Instituto Superior Técnico*

##### 1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[1.1.2.\\_CG\\_PARECER\\_GESTÃO DA ENERGIA.pdf](#)

#### Anexo II - Comissão Permanente para os Assuntos Científicos do Senado da Reitoria da UTL

##### 1.1.1. Órgão ouvido:

*Comissão Permanente para os Assuntos Científicos do Senado da Reitoria da UTL*

##### 1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[1.1.2.\\_Criação\\_Senado\\_Gestão de Energia.pdf](#)

#### Anexo II - Conselho de Escola do Instituto Superior Técnico

##### 1.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho de Escola do Instituto Superior Técnico*

##### 1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[1.1.2.\\_CE\\_APROVAÇÃO\\_ENERGIA.pdf](#)

#### 1.2. Docente responsável

##### 1.2. Docente responsável pela coordenação da implementação do ciclo de estudos

A respectiva ficha curricular deve ser apresentada no Anexo V.

*Maria Teresa Nunes Padilha de Castro Correia de Barros*

## 2. Plano de estudos

---

#### Anexo III - Tronco Comum - N/a

##### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia e Gestão da Energia*

##### 2.1. Study Cycle:

*Engineering and Energy Management*

##### 2.2. Grau:

*Mestre*

##### 2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

*Tronco Comum*

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

*Common Branch*

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

*N/a*

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

*N/a*

**2.5. Plano de Estudos / Study plan**

| Unidades Curriculares /<br>Curricular Units               | Área Científica /<br>Scientific Area<br>(1) | Duração /<br>Duration (2) | Horas Trabalho<br>/ Working<br>Hours (3) | Horas Contacto<br>/ Contact Hours<br>(4) | ECTS | Observações / Observations (5)                                                                       |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Avaliação de Projectos                                    | EGO                                         | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-21                               | 6    | Unidades Curriculares de Projecto,<br>perfazendo o total de 42 ECTS em<br>conjunto com a dissertação |
| Gestão de Projectos de Engenharia                         | EGS                                         | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-21                               | 6    |                                                                                                      |
| Modelos de Apoio à Decisão                                | EGS                                         | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-21                               | 6    |                                                                                                      |
| Economia e Mercados de Energia                            | Energ                                       | Semestral                 | 168                                      | T-42 PL-21                               | 6    |                                                                                                      |
| Gestão de Energia                                         | AE                                          | Semestral                 | 126                                      | T-28 TP-21                               | 4.5  |                                                                                                      |
| Análise e Síntese de Algoritmos                           | MTP                                         | Semestral                 | 210                                      | T-42 TP-21                               | 7.5  | Opcional - Escolher até 9 ECTS                                                                       |
| Ambientes Inteligentes                                    | ASO                                         | Semestral                 | 210                                      | T-42 PL-21                               | 7.5  | Opcional - Escolher até 9 ECTS                                                                       |
| Sistemas Computacionais                                   | Comp                                        | Semestral                 | 168                                      | T-42 PL-21                               | 6    | Opcional - Escolher até 9 ECTS                                                                       |
| Economia                                                  | EGO                                         | Semestral                 | 168                                      | T-42 PL-21                               | 6    | Opcional - Escolher até 9 ECTS                                                                       |
| Engenharia Económica                                      | EGO                                         | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-21                               | 6    | Opcional - Escolher até 9 ECTS                                                                       |
| Avaliação e Gestão do Risco em Projectos                  | EGS                                         | Semestral                 | 126                                      | T-28 TP-14 PL-7                          | 4.5  | Opcional - Escolher até 9 ECTS                                                                       |
| Gestão Estratégica e Comercial                            | EGO                                         | Semestral                 | 168                                      | T-42 PL-21                               | 6    | Opcional - Escolher até 9 ECTS                                                                       |
| Gestão de Marketing                                       | EGO                                         | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-21                               | 6    | Opcional - Escolher até 9 ECTS                                                                       |
| Empreendedorismo de Base Tecnológica                      | ITE                                         | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-21                               | 6    | Opcional - Escolher até 9 ECTS                                                                       |
| Fundamentos de Investigação Operacional                   | EGS                                         | Semestral                 | 126                                      | T-28 TP-21                               | 4.5  | Opcional - Escolher até 9 ECTS                                                                       |
| Inovação e Desenvolvimento Sustentável                    | AE                                          | Semestral                 | 126                                      | S-28 OT-28                               | 4.5  | Opcional - Escolher até 9 ECTS                                                                       |
| Desafios Ambientais e da Sustentabilidade em Engenharia   | ARH                                         | Semestral                 | 42                                       | T-14                                     | 1.5  | Opcional - Escolher até 9 ECTS                                                                       |
| Impactes Ambientais                                       | ARH                                         | Semestral                 | 126                                      | T-28 TP-21                               | 4.5  | Opcional - Escolher até 9 ECTS                                                                       |
| Riscos Naturais e Tecnológicos                            | AE                                          | Semestral                 | 126                                      | T-28 TP-21                               | 4.5  | Opcional - Escolher até 9 ECTS                                                                       |
| Segurança e Higiene Industrial                            | SEMAQ                                       | Semestral                 | 168                                      | T-56                                     | 6    | Opcional - Escolher até 9 ECTS                                                                       |
| Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão de Energia | Diss                                        | Semestral                 | 840                                      | OT-50                                    | 30   |                                                                                                      |
| <b>(21 Items)</b>                                         |                                             |                           |                                          |                                          |      |                                                                                                      |

**Anexo III - Formação Especializada em Combustíveis - N/a****2.1. Ciclo de Estudos:*****Engenharia e Gestão da Energia*****2.1. Study Cycle:*****Engineering and Energy Management*****2.2. Grau:*****Mestre*****2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)*****Formação Especializada em Combustíveis*****2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)*****Specialized Training in Fuels***

**2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***N/a***2.4. Curricular year/semester/trimester:***N/a***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

| Unidades Curriculares /<br>Curricular Units | Área Científica /<br>Scientific Area (1) | Duração /<br>Duration (2) | Horas Trabalho /<br>Working Hours (3) | Horas Contacto /<br>Contact Hours (4) | ECTS | Observações /<br>Observations (5)      |
|---------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|----------------------------------------|
| Biocombustíveis                             | Bioeng                                   | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 10 e 15 ECTS |
| Combustão                                   | TTCE                                     | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-14 PL-7                       | 6    |                                        |
| Combustíveis Alternativos                   | CEQ                                      | Semestral                 | 168                                   | T42 TP-14 PL-7                        | 6    | Opcional - Escolher entre 10 e 15 ECTS |
| Síntese e Integração de Processos           | EPP                                      | Semestral                 | 168                                   | T-56                                  | 6    | Opcional - Escolher entre 10 e 15 ECTS |
| Laboratórios de Engenharia Química III      | EPP                                      | Semestral                 | 84                                    | PL-42                                 | 3    |                                        |
| Petróleo e Gás                              | MG                                       | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-21                            | 6    |                                        |
| Refinação de Petróleo e Petroquímica        | CEQ                                      | Semestral                 | 168                                   | T-56                                  | 6    |                                        |
| Valorização Energética de Resíduos          | EBB                                      | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-14 PL-7                       | 6    | Opcional - Escolher entre 10 e 15 ECTS |
| Modelização de Reservatórios Petrolíferos   | MG                                       | Semestral                 | 126                                   | T-28 TP-21                            | 4.5  | Opcional - Escolher entre 10 e 15 ECTS |

**(9 Items)****Anexo III - Formação Complementar em Combustíveis - N/a****2.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia e Gestão da Energia***2.1. Study Cycle:***Engineering and Energy Management***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)***Formação Complementar em Combustíveis***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)***Supplementary Training in Fuels***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***N/a***2.4. Curricular year/semester/trimester:***N/a***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

| Unidades Curriculares /<br>Curricular Units | Área Científica /<br>Scientific Area (1) | Duração /<br>Duration (2) | Horas Trabalho /<br>Working Hours (3) | Horas Contacto /<br>Contact Hours (4) | ECTS | Observações /<br>Observations (5) |
|---------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|-----------------------------------|
|---------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|-----------------------------------|

|                                                        |       |           |     |            |     |                                       |
|--------------------------------------------------------|-------|-----------|-----|------------|-----|---------------------------------------|
| Poluição Atmosférica e Tratamento de Efluentes Gasosos | EPP   | Semestral | 126 | T-28 TP-21 | 4.5 | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Produção e Consumo de Energia Eléctrica                | Energ | Semestral | 168 | T-42 TP-21 | 6   | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Automação de Processos Industriais                     | SDC   | Semestral | 168 | T-42 PL-21 | 6   | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Optimização de Sistemas Energéticos                    | CAII  | Semestral | 168 | T-28       | 6   | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Desenvolvimento Sustentável, Energia e Ambiente        | AE    | Semestral | 168 | T-28       | 6   | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Gestão Logística e de Operações                        | EGS   | Semestral | 168 | T-42 TP-21 | 6   | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |

(6 Items)

**Anexo III - Harmonização em Combustíveis - N/a****2.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia e Gestão da Energia***2.1. Study Cycle:***Engineering and Energy Management***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)***Harmonização em Combustíveis***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)***Harmonization in Fuels***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***N/a***2.4. Curricular year/semester/trimester:***N/a***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

| Unidades Curriculares /<br>Curricular Units | Área Científica /<br>Scientific Area (1) | Duração /<br>Duration (2) | Horas Trabalho /<br>Working Hours (3) | Horas Contacto /<br>Contact Hours (4) | ECTS | Observações / Observations (5)                                         |
|---------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------|
| Instrumentação e Medidas                    | Electr                                   | Semestral                 | 210                                   | T-42 PL-21                            | 7.5  | Opcional - Escolher entre 12 e 18 ECTS com o acordo da coordenação     |
| Mecânica dos Fluidos I                      | TTCE                                     | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-14 PL-7                       | 6    | Opcional - Escolher entre 12 e 18 ECTS com o acordo da coordenação (1) |
| Hidráulica I                                | Hidr                                     | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 12 e 18 ECTS com o acordo da coordenação (1) |
| Sistemas Eléctricos e Electromecânicos      | Energ                                    | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-7 PL-14                       | 6    |                                                                        |
| Catálise e Processos Catalíticos            | CEQ                                      | Semestral                 | 168                                   | T-56                                  | 6    |                                                                        |
| Transmissão de Calor                        | TTCE                                     | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-14 PL-7                       | 6    | Opcional - Escolher entre 12 e 18 ECTS com o acordo da coordenação     |

|                                               |       |           |     |                 |     |                                                                    |
|-----------------------------------------------|-------|-----------|-----|-----------------|-----|--------------------------------------------------------------------|
| Fenómenos de Transferência I                  | CEQ   | Semestral | 168 | T-42 TP-21      | 6   | Opcional - Escolher entre 12 e 18 ECTS com o acordo da coordenação |
| Termodinâmica Química                         | QFMN  | Semestral | 168 | T-42 TP-21      | 6   | Opcional - Escolher entre 12 e 18 ECTS com o acordo da coordenação |
| Processos de Engenharia Química e Biológica I | EPP   | Semestral | 126 | T-28 TP-21      | 4.5 | Opcional - Escolher entre 12 e 18 ECTS com o acordo da coordenação |
| Química Orgânica                              | SEMAQ | Semestral | 168 | TP-42 PL-21     | 6   | Opcional - Escolher entre 12 e 18 ECTS com o acordo da coordenação |
| Engenharia das Reacções I                     | CEQ   | Semestral | 126 | T-28 TP-21      | 4.5 | Opcional - Escolher entre 12 e 18 ECTS com o acordo da coordenação |
| Operações em Sistemas Multifásicos            | CEQ   | Semestral | 126 | T-28 TP-21      | 4.5 | Opcional - Escolher entre 12 e 18 ECTS com o acordo da coordenação |
| Recursos Geológicos                           | MG    | Semestral | 168 | T-42 PL-14 TO-7 | 6   | Opcional - Escolher entre 12 e 18 ECTS com o acordo da coordenação |
| <b>(13 Items)</b>                             |       |           |     |                 |     |                                                                    |

### Anexo III - Formação Especializada em Conversão de Energia - N/a

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia e Gestão da Energia*

#### 2.1. Study Cycle:

*Engineering and Energy Management*

#### 2.2. Grau:

*Mestre*

#### 2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

*Formação Especializada em Conversão de Energia*

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

*Specialized Training in Energy Conversion*

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

*N/a*

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

*N/a*

#### 2.5. Plano de Estudos / Study plan

| Unidades Curriculares / Curricular Units       | Área Científica / Scientific Area (1) | Duração / Duration (2) | Horas Trabalho / Working Hours (3) | Horas Contacto / Contact Hours (4) | ECTS | Observações / Observations (5)  |
|------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|---------------------------------|
| Produção e Consumo de Energia Eléctrica        | Energ                                 | Semestral              | 168                                | T-42 TP-21                         | 6    |                                 |
| Electroquímica e Energia                       | CEQ                                   | Semestral              | 168                                | T-56                               | 6    | Opcional - Escolher até 12 ECTS |
| Reactores Nucleares                            | FBas                                  | Semestral              | 168                                | T-42 TP-21                         | 6    | Opcional - Escolher até 12 ECTS |
| Energias Renováveis e Produção Descentralizada | Energ                                 | Semestral              | 168                                | T-42 TP-21                         | 6    | Opcional - Escolher até 12 ECTS |

|                                          |       |           |     |                 |   |                                 |
|------------------------------------------|-------|-----------|-----|-----------------|---|---------------------------------|
| Motores Térmicos                         | TTCE  | Semestral | 168 | T-42 TP-7 PL-14 | 6 | Opcional - Escolher até 12 ECTS |
| Turbomáquinas                            | TTCE  | Semestral | 168 | T-42 TP-14 PL-7 | 6 | Opcional - Escolher até 12 ECTS |
| Equipamentos Térmicos                    | TTCE  | Semestral | 168 | T-42 TP-21      | 6 | Opcional - Escolher até 12 ECTS |
| Máquinas Eléctricas                      | Energ | Semestral | 168 | T-42 PL-21      | 6 |                                 |
| Accionamentos e Veículos Eléctricos      | Energ | Semestral | 168 | T-42 TP-7 PL-14 | 6 | Opcional - Escolher até 12 ECTS |
| Estruturas e Aproveitamentos Hidráulicos | Hidr  | Semestral | 168 | T-42 TP-21      | 6 | Opcional - Escolher até 12 ECTS |
| <b>(10 Items)</b>                        |       |           |     |                 |   |                                 |

### Anexo III - Formação Complementar em Conversão de Energia - N/a

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

***Engenharia e Gestão da Energia***

#### 2.1. Study Cycle:

***Engineering and Energy Management***

#### 2.2. Grau:

***Mestre***

#### 2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

***Formação Complementar em Conversão de Energia***

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

***Supplementary Training in Energy Conversion***

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

***N/a***

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

***N/a***

#### 2.5. Plano de Estudos / Study plan

| Unidades Curriculares /<br>Curricular Units            | Área Científica /<br>Scientific Area (1) | Duração /<br>Duration (2) | Horas Trabalho /<br>Working Hours (3) | Horas Contacto /<br>Contact Hours (4) | ECTS | Observações /<br>Observations (5)     |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|---------------------------------------|
| Poluição Atmosférica e Tratamento de Efluentes Gasosos | EPP                                      | Semestral                 | 126                                   | T-28 TP-21                            | 4.5  | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Climatização de Edifícios                              | TTCE                                     | Semestral                 | 168                                   | T-42 PL-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Frio Industrial                                        | TTCE                                     | Semestral                 | 126                                   | T-28 TP-21                            | 4.5  | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Energia nos Transportes                                | TTCE                                     | Semestral                 | 126                                   | T-28 TP-21                            | 4.5  | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Propulsão                                              | TTCE                                     | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Mecânica de Fluidos Computacional                      | TTCE                                     | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-14 P-7                        | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Automação de Processos Industriais                     | SDC                                      | Semestral                 | 168                                   | T-42 PL-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Valorização Energética de Resíduos                     | EBB                                      | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-14 PL-7                       | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |

|                                                 |        |           |     |            |   |                                       |
|-------------------------------------------------|--------|-----------|-----|------------|---|---------------------------------------|
| Energia Nuclear                                 | Finter | Semestral | 168 | T-42       | 6 | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Optimização de Sistemas Energéticos             | CAII   | Semestral | 168 | T-28       | 6 | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Desenvolvimento Sustentável, Energia e Ambiente | AE     | Semestral | 168 | T-28       | 6 | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Gestão Logística e de Operações<br>(12 Items)   | EGS    | Semestral | 168 | T-42 TP-21 | 6 | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |

### Anexo III - Harmonização em Conversão de Energia - N/a

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia e Gestão da Energia*

#### 2.1. Study Cycle:

*Engineering and Energy Management*

#### 2.2. Grau:

*Mestre*

#### 2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

*Harmonização em Conversão de Energia*

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

*Harmonization in Energy Conversion*

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

*N/a*

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

*N/a*

#### 2.5. Plano de Estudos / Study plan

| Unidades Curriculares /<br>Curricular Units | Área Científica /<br>Scientific Area (1) | Duração /<br>Duration (2) | Horas Trabalho /<br>Working Hours<br>(3) | Horas Contacto /<br>Contact Hours (4) | ECTS | Observações / Observations<br>(5)                                  |
|---------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------|
| Instrumentação e Medidas                    | Electr                                   | Semestral                 | 210                                      | T-42 PL-28                            | 7.5  | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Mecânica dos Fluidos I                      | TTCE                                     | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-14 PL-7                       | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Hidráulica I                                | Hidr                                     | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Mecânica dos Fluidos II                     | TTCE                                     | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-14 PL-7                       | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Hidráulica II                               | Hidr                                     | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Transmissão de Calor                        | TTCE                                     | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-14 PL-7                       | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Combustão                                   | TTCE                                     | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-14 PL-7                       | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |

|                                        |        |           |     |                      |     |                                                                    |
|----------------------------------------|--------|-----------|-----|----------------------|-----|--------------------------------------------------------------------|
| Sistemas Eléctricos e Electromecânicos | Energ  | Semestral | 168 | T-42 TP-7 PL-14      | 6   | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Redes e Instalações Eléctricas         | Energ  | Semestral | 210 | T-42 TP-28           | 7.5 | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Fundamentos de Electrónica             | Electr | Semestral | 168 | T-42 TP-10,5 PL-10,5 | 6   | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Sistemas de Conversão Comutada         | Energ  | Semestral | 168 | T-42 TP-21           | 6   | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| <b>(11 Items)</b>                      |        |           |     |                      |     |                                                                    |

### Anexo III - Formação Especializada em Eficiência Energética - N/a

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia e Gestão da Energia*

#### 2.1. Study Cycle:

*Engineering and Energy Management*

#### 2.2. Grau:

*Mestre*

#### 2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

*Formação Especializada em Eficiência Energética*

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

*Specialized Training in Energetic Efficiency*

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

*N/a*

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

*N/a*

#### 2.5. Plano de Estudos / Study plan

| Unidades Curriculares / Curricular Units     | Área Científica / Scientific Area (1) | Duração / Duration (2) | Horas Trabalho / Working Hours (3) | Horas Contacto / Contact Hours (4) | ECTS | Observações / Observations (5)         |
|----------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|----------------------------------------|
| Sistemas Elevatórios Hidroeléctricos         | Hidr                                  | Semestral              | 168                                | T-42                               | 6    | Opcional - Escolher entre 24 e 36 ECTS |
| Modelação e Planeamento de Recursos Hídricos | ARH                                   | Semestral              | 168                                | T-42 PL-21                         | 6    | Opcional - Escolher entre 24 e 36 ECTS |
| Síntese e Integração de Processos            | EPP                                   | Semestral              | 168                                | T - 56                             | 6    | Opcional - Escolher entre 24 e 36 ECTS |
| Conforto Ambiental em Edifícios              | Constr                                | Semestral              | 126                                | T - 28 TP - 21                     | 4.5  | Opcional - Escolher entre 24 e 36 ECTS |
| Climatização de Edifícios                    | TTCE                                  | Semestral              | 168                                | T - 42 TP -21                      | 6    | Opcional - Escolher entre 24 e 36 ECTS |
| Espaços Construídos e Impactes Ambientais    | ARH                                   | Semestral              | 126                                | T-14 TP-21                         | 4.5  | Opcional - Escolher entre 24 e 36 ECTS |
| Energia nos Transportes                      | TTCE                                  | Semestral              | 126                                | T-28 TP-21                         | 4.5  | Opcional - Escolher entre 24 e 36 ECTS |
| Accionamento e Veículos Eléctricos           | Energ                                 | Semestral              | 168                                | T-42 TP-7 PL-14                    | 6    | Opcional - Escolher entre 24 e 36 ECTS |
| <b>(8 Items)</b>                             |                                       |                        |                                    |                                    |      |                                        |



**Anexo III - Formação Complementar em Eficiência Energética - N/a****2.1. Ciclo de Estudos:*****Engenharia e Gestão da Energia*****2.1. Study Cycle:*****Engineering and Energy Management*****2.2. Grau:*****Mestre*****2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)*****Formação Complementar em Eficiência Energética*****2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)*****Supplementary Training in Energetic Efficiency*****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*****N/a*****2.4. Curricular year/semester/trimester:*****N/a*****2.5. Plano de Estudos / Study plan**

| <b>Unidades Curriculares /<br/>Curricular Units</b> | <b>Área Científica /<br/>Scientific Area (1)</b> | <b>Duração /<br/>Duration (2)</b> | <b>Horas Trabalho /<br/>Working Hours (3)</b> | <b>Horas Contacto /<br/>Contact Hours (4)</b> | <b>ECTS</b> | <b>Observações /<br/>Observations (5)</b> |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------|
| Mecânica de Fluidos Computacional                   | TTCE                                             | Semestral                         | 168                                           | T-42 TP-14 PL-7                               | 6           | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS     |
| Produção e Consumo de Energia Eléctrica             | Energ                                            | Semestral                         | 168                                           | T-42 TP-21                                    | 6           | Opcional - Escolher entre 24 e 36 ECTS    |
| Energias Renováveis                                 | TTCE                                             | Semestral                         | 126                                           | T-28 TP-21                                    | 4.5         | Opcional - Escolher entre 24 e 36 ECTS    |
| Engenharia de Tráfego Rodoviário                    | UT                                               | Semestral                         | 126                                           | T-28 TP-21                                    | 4.5         | Opcional - Escolher entre 24 e 36 ECTS    |
| Automação de Processos Industriais                  | SDC                                              | Semestral                         | 168                                           | T-42 PL-21                                    | 6           | Opcional - Escolher entre 24 e 36 ECTS    |
| Regiões e Redes                                     | UT                                               | Semestral                         | 126                                           | T-28                                          | 4.5         | Opcional - Escolher entre 24 e 36 ECTS    |
| Gestão da Mobilidade Urbana                         | UT                                               | Semestral                         | 126                                           | T-28 TP-21                                    | 4.5         | Opcional - Escolher entre 24 e 36 ECTS    |
| Optimização de Sistemas Energéticos                 | CAII                                             | Semestral                         | 168                                           | T-28                                          | 6           | Opcional - Escolher entre 24 e 36 ECTS    |
| Desenvolvimento Sustentável, Energia e Ambiente     | AE                                               | Semestral                         | 168                                           | T-28                                          | 6           | Opcional - Escolher entre 24 e 36 ECTS    |
| Gestão Logística e de Operações                     | EGS                                              | Semestral                         | 168                                           | T-42 TP-21                                    | 6           | Opcional - Escolher entre 24 e 36 ECTS    |
| <b>(10 Items)</b>                                   |                                                  |                                   |                                               |                                               |             |                                           |

**Anexo III - Harmonização em Eficiência Energética - N/a****2.1. Ciclo de Estudos:*****Engenharia e Gestão da Energia*****2.1. Study Cycle:*****Engineering and Energy Management***

**2.2. Grau:**  
**Mestre**

**2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)**  
**Harmonização em Eficiência Energética**

**2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)**  
**Harmonization in Energetic Efficiency**

**2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
**N/a**

**2.4. Curricular year/semester/trimester:**  
**N/a**

**2.5. Plano de Estudos / Study plan**

| Unidades Curriculares /<br>Curricular Units   | Área Científica /<br>Scientific Area<br>(1) | Duração /<br>Duration (2) | Horas Trabalho /<br>Working Hours<br>(3) | Horas Contacto /<br>Contact Hours (4) | ECTS | Observações / Observations<br>(5)                                  |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------|
| Instrumentação e Medidas                      | Electr                                      | Semestral                 | 210                                      | T-42 PL-28                            | 7.5  | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Mecânica dos Fluidos I                        | TTCE                                        | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-14 PL-7                       | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Hidráulica I                                  | Hidr                                        | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Sistemas Eléctricos e Electromecânicos        | Energ                                       | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-7 PL-14                       | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Processos de Engenharia Química e Biológica I | EPP                                         | Semestral                 | 126                                      | T-28 TP-21                            | 4.5  | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Transmissão de Calor                          | TTCE                                        | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-14 PL-7                       | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Hidrologia e Recursos Hídricos                | ARH                                         | Semestral                 | 168                                      | T-42 PL-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Design Ambiental I                            | Arq                                         | Semestral                 | 168                                      | T-28 TP-42                            | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Fundamentos de Electrónica                    | Electr                                      | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-10,5 PL-10,5                  | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Redes e Instalações Eléctricas                | Energ                                       | Semestral                 | 210                                      | T-42 TP-21                            | 7.5  | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |
| Transportes, Território, Energia e Ambiente   | UT                                          | Semestral                 | 168                                      | T-28 TP-42                            | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação |

(11 Items)

**Anexo III - Formação Especializada em Energia Nuclear - N/a**

**2.1. Ciclo de Estudos:**  
**Engenharia e Gestão da Energia**

**2.1. Study Cycle:*****Engineering and Energy Management*****2.2. Grau:*****Mestre*****2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)*****Formação Especializada em Energia Nuclear*****2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)*****Specialized Training in Nuclear Energy*****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*****N/a*****2.4. Curricular year/semester/trimester:*****N/a*****2.5. Plano de Estudos / Study plan**

| <b>Unidades Curriculares /<br/>Curricular Units</b> | <b>Área Científica /<br/>Scientific Area (1)</b> | <b>Duração /<br/>Duration (2)</b> | <b>Horas Trabalho /<br/>Working Hours (3)</b> | <b>Horas Contacto /<br/>Contact Hours (4)</b> | <b>ECTS</b> | <b>Observações /<br/>Observations (5)</b> |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------|
| Reactores Nucleares                                 | FBas                                             | Semestral                         | 168                                           | T-42 TP-14                                    | 6           |                                           |
| Física e Tecnologia das Radiações                   | FBas                                             | Semestral                         | 168                                           | T-56                                          | 6           |                                           |
| Tecnologias de Fissão e Fusão Nucleares             | FBas                                             | Semestral                         | 168                                           | T-42 TP-14                                    | 6           |                                           |
| Protecção e Segurança Radiológica                   | FPaFN                                            | Semestral                         | 168                                           | T-42 TP-14                                    | 6           |                                           |
| Técnicas de Instrumentação Nuclear                  | FBas                                             | Semestral                         | 168                                           | T-28 PL-42                                    | 6           | Opcional - Escolher até 12 ECTS           |
| Ciências de Materiais para o Nuclear                | FInter                                           | Semestral                         | 126                                           | T-28 TP-28                                    | 4.5         | Opcional - Escolher até 12 ECTS           |
| <b>(6 Items)</b>                                    |                                                  |                                   |                                               |                                               |             |                                           |

**Anexo III - Formação Complementar em Energia Nuclear - N/a****2.1. Ciclo de Estudos:*****Engenharia e Gestão da Energia*****2.1. Study Cycle:*****Engineering and Energy Management*****2.2. Grau:*****Mestre*****2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)*****Formação Complementar em Energia Nuclear*****2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)*****Supplementary Training in Nuclear Energy*****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*****N/a***

**2.4. Curricular year/semester/trimester:***N/a***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

| Unidades Curriculares /<br>Curricular Units     | Área Científica /<br>Scientific Area (1) | Duração /<br>Duration (2) | Horas Trabalho /<br>Working Hours (3) | Horas Contacto /<br>Contact Hours (4) | ECTS | Observações /<br>Observations (5)     |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|---------------------------------------|
| Dinâmica Estrutural e Engenharia Sísmica        | MEE                                      | Semestral                 | 126                                   | T-14 TP-28 PL-14                      | 4.5  | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Automação de Processos Industriais              | SDC                                      | Semestral                 | 168                                   | T-42 PL-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Optimização de Sistemas Energéticos             | CAII                                     | Semestral                 | 168                                   | T-28                                  | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Desenvolvimento Sustentável, Energia e Ambiente | AE                                       | Semestral                 | 168                                   | T-28                                  | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Gestão Logística e de Operações                 | EGS                                      | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| <b>(5 Items)</b>                                |                                          |                           |                                       |                                       |      |                                       |

**Anexo III - Harmonização em Energia Nuclear - N/a****2.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia e Gestão da Energia***2.1. Study Cycle:***Engineering and Energy Management***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)***Harmonização em Energia Nuclear***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)***Harmonization in Nuclear Energy***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***N/a***2.4. Curricular year/semester/trimester:***N/a***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

| Unidades Curriculares /<br>Curricular Units | Área Científica /<br>Scientific Area (1) | Duração /<br>Duration (2) | Horas Trabalho /<br>Working Hours (3) | Horas Contacto /<br>Contact Hours (4) | ECTS | Observações /<br>Observations (5)                              |
|---------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|----------------------------------------------------------------|
| Instrumentação e Medidas                    | Electr                                   | Semestral                 | 210                                   | T-42 PL-28                            | 7.5  | Opcional - Escolher até 6 ECTS com o acordo da coordenação     |
| Mecânica dos Fluidos I                      | TTCE                                     | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-14 PL-7                       | 6    | Opcional - Escolher até 6 ECTS com o acordo da coordenação (1) |
| Hidráulica                                  | Hidr                                     | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-21                            | 6    | Opcional - Escolher até 6 ECTS com o acordo da coordenação (1) |
| Sistemas Eléctricos e Electromecânicos      | Energ                                    | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-7 PL-14                       | 6    | Opcional - Escolher até 6 ECTS com o acordo da coordenação     |

|                            |        |           |     |                      |   |                                                                |
|----------------------------|--------|-----------|-----|----------------------|---|----------------------------------------------------------------|
| Transmissão de Calor       | TTCE   | Semestral | 168 | T-42 TP-14 PL-7      | 6 |                                                                |
| Termodinâmica II           | AE     | Semestral | 168 | T-42 TP-14 PL-7      | 6 |                                                                |
| Mecânica dos Fluidos II    | TTCE   | Semestral | 168 | T-42 TP-14 PL-7      | 6 | Opcional - Escolher até 6 ECTS com o acordo da coordenação (1) |
| Hidráulica II              | Hidr   | Semestral | 168 | T-42 TP-21           | 6 | Opcional - Escolher até 6 ECTS com o acordo da coordenação (1) |
| Fundamentos de Electrónica | Electr | Semestral | 168 | T-42 TP-10,5 PL-10,5 | 6 | Opcional - Escolher até 6 ECTS com o acordo da coordenação     |
| Física Quântica da Matéria | FBas   | Semestral | 168 | T-56                 | 6 | Opcional - Escolher até 6 ECTS com o acordo da coordenação     |
| Física Nuclear             | FPaFN  | Semestral | 168 | T-56                 | 6 |                                                                |
| <b>(11 Items)</b>          |        |           |     |                      |   |                                                                |

### Anexo III - Formação Especializada em Energias Renováveis - N/a

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia e Gestão da Energia*

#### 2.1. Study Cycle:

*Engineering and Energy Management*

#### 2.2. Grau:

*Mestre*

#### 2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

*Formação Especializada em Energias Renováveis*

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

*Specialized Training in Renewable Energies*

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

*N/a*

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

*N/a*

#### 2.5. Plano de Estudos / Study plan

| Unidades Curriculares /<br>Curricular Units       | Área Científica /<br>Scientific Area (1) | Duração /<br>Duration (2) | Horas Trabalho /<br>Working Hours (3) | Horas Contacto /<br>Contact Hours (4) | ECTS | Observações /<br>Observations (5)     |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|---------------------------------------|
| Energias Renováveis                               | TTCE                                     | Semestral                 | 126                                   | T-28 TP-21                            | 4.5  | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Energias Renováveis e<br>Produção Descentralizada | Energ                                    | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Biocombustíveis                                   | Bioeng                                   | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-21                            | 6    |                                       |
| Máquinas Eléctricas                               | Energ                                    | Semestral                 | 168                                   | T-42 PL-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Análise de Redes                                  | Energ                                    | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-70 PL-21                      | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Turbomáquinas                                     | TTCE                                     | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-14 PL-7                       | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Electroquímica e Energia                          | CEQ                                      | Semestral                 | 168                                   | T-56                                  | 6    |                                       |
| Estruturas e Aproveitamentos<br>Hidráulicos       | Hidr                                     | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-21                            | 6    |                                       |

|                                                      |      |           |     |      |   |                                          |
|------------------------------------------------------|------|-----------|-----|------|---|------------------------------------------|
| Sistemas Elevatórios<br>Hidroeléctricos<br>(9 Items) | Hidr | Semestral | 168 | T-42 | 6 | Opcional - Escolher<br>entre 6 e 18 ECTS |
|------------------------------------------------------|------|-----------|-----|------|---|------------------------------------------|

### Anexo III - Formação Complementar em Energias Renováveis - N/a

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia e Gestão da Energia*

#### 2.1. Study Cycle:

*Engineering and Energy Management*

#### 2.2. Grau:

*Mestre*

#### 2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)

*Formação Complementar em Energias Renováveis*

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

*Supplementary Training in Renewable Energy*

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

*N/a*

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

*N/a*

#### 2.5. Plano de Estudos / Study plan

| Unidades Curriculares /<br>Curricular Units     | Área Científica /<br>Scientific Area (1) | Duração /<br>Duration (2) | Horas Trabalho /<br>Working Hours (3) | Horas Contacto /<br>Contact Hours (4) | ECTS | Observações /<br>Observations (5)     |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|---------------------------------------|
| Produção e Consumo de Energia                   | Energ                                    | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Conversores Comutados para Energias Renováveis  | Energ                                    | Semestral                 | 168                                   | T-42 PL-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Automação de Processos Industriais              | SDC                                      | Semestral                 | 168                                   | T-42 PL-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Recursos Energéticos Renováveis                 | TTCE                                     | Semestral                 | 168                                   | T-28                                  | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Valorização Energética de Resíduos              | CEQ                                      | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-14 PL-7                       | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Optimização de Sistemas Energéticos             | CAII                                     | Semestral                 | 168                                   | T-28                                  | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Desenvolvimento Sustentável, Energia e Ambiente | AE                                       | Semestral                 | 168                                   | T-28                                  | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |
| Gestão Logística e de Operações                 | EGS                                      | Semestral                 | 168                                   | T-42 TP-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 6 e 18 ECTS |

(8 Items)

### Anexo III - Harmonização em Energias Renováveis - N/a

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia e Gestão da Energia*

#### 2.1. Study Cycle:

**Engineering and Energy Management**

**2.2. Grau:**  
**Mestre**

**2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)**  
**Harmonização em Energias Renováveis**

**2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)**  
**Harmonization in Renewable Energy**

**2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
**N/a**

**2.4. Curricular year/semester/trimester:**  
**N/a**

**2.5. Plano de Estudos / Study plan**

| Unidades Curriculares /<br>Curricular Units | Área Científica /<br>Scientific Area<br>(1) | Duração /<br>Duration (2) | Horas Trabalho /<br>Working Hours<br>(3) | Horas Contacto /<br>Contact Hours (4) | ECTS | Observações / Observations (5)                                         |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------|
| Instrumentação e Medidas                    | Electr                                      | Semestral                 | 210                                      | T-42 PL-28                            | 7.5  | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação     |
| Mecânica dos Fluidos I                      | TTCE                                        | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-14 PL-7                       | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação (1) |
| Hidráulica I                                | Hidr                                        | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação (1) |
| Transmissão de Calor                        | TTCE                                        | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-14 PL-7                       | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação     |
| Sistemas Eléctricos e Electromecânicos      | Energ                                       | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-7 PL-14                       | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação     |
| Combustão                                   | TTCE                                        | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-14 PL-7                       | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação     |
| Redes e Instalações Eléctricas              | Energ                                       | Semestral                 | 210                                      | T-42 TP-28                            | 7.5  | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação     |
| Fundamentos de Electrónica                  | Electr                                      | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-10,5 PL-10,5                  | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação     |
| Sistemas de Conversão Comutada              | Energ                                       | Semestral                 | 168                                      | T-42 TP-21                            | 6    | Opcional - Escolher entre 18 e 24 ECTS com o acordo da coordenação     |
| <b>(9 Items)</b>                            |                                             |                           |                                          |                                       |      |                                                                        |

**3. Descrição e fundamentação dos objectivos****3.1. Dos objectivos do ciclo de estudos****3.1.1. Objectivos gerais do ciclo de estudos.**

*O principal objectivo do curso de Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia é oferecer formação transversal nesta área do conhecimento, assegurando uma sólida base científica e capacidade de intervenção no tecido económico do país.*

*O modelo e a estrutura adoptados para o Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia assentam nos seguintes princípios:*

- *O Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia confere competências profissionais alicerçadas numa base científica sólida.*
- *As áreas de Especialização constituem áreas de intervenção profissional relevantes;*
- *Todas áreas de Especialização têm natureza multidisciplinar, ou seja conferem competências transversais às tradicionais especialidades da Engenharia;*
- *As áreas de Especialização, no seu conjunto, têm uma abrangência que espelha o largo espectro de competências existente no IST;*

### 3.1.1. Study cycle's generic objectives.

*The main objective of the Master in Engineering and Energy Management is to provide cross training in this area of expertise, ensuring a sound scientific basis and capacity to intervene in the economy of the country.*

*The model and the structure adopted for the Masters in Engineering and Energy Management is based on the following principles:*

- *The Master of Engineering and Energy Management gives professional skills founded on a sound scientific basis.*
- *The areas of expertise are relevant areas of professional intervention;*
- *All areas of specialization are multidisciplinary, ie provide soft skills to traditional engineering specialties;*
- *The areas of specialization as a whole, have a range that reflects the broad spectrum of skills existing in IST;*

### 3.1.2. Objectivos de aprendizagem.

*Estes objectivos estão alinhados com o objectivo fundamental do curso: conferir competências profissionais em domínios especializados, alicerçadas numa base científica sólida.*

*Dado o carácter multidisciplinar da área da Energia, existe o perigo de a procura de formação transversal levar a falta de profundidade nas matérias leccionadas. Tal perigo levou a colocar como objectivo de aprendizagem a harmonização das competências de entrada (adquiridas num 1º ciclo em Engenharia ou Ciências da Engenharia) com a área de especialização escolhida, garantindo ainda uma base de formação comum em Engenharia da Energia.*

*Outro objectivo, estruturante da formação que se pretende ministrar, situa-se na área da Gestão, sendo incluídas UCs de formação comum nas áreas da Economia e Finanças, da Decisão e Informação e outras de aplicação dessas matérias a temas da Energia e do Ambiente.*

*Subjacente aos objectivos de aprendizagem está a preocupação de garantir percursos formativos estruturados e coerentes.*

### 3.1.2. Intended learning outcomes.

*These objectives are aligned with the fundamental objective of the course: to give skills in specialized areas, founded on a sound scientific basis. Given the multidisciplinary nature of the area of Energy, there is the danger of the demand for cross training lead to a lack of depth in the subjects taught. This danger took place as the learning objective the harmonization of entry skills (acquired in a first cycle degree in Engineering or Engineering Science) with the chosen area of expertise, while ensuring a common training base in Energy Engineering. Another objective, structuring of the training is intended to teach, is located in the area of management, and common training PAs included in the areas of Economics and Finance, Decision and Information and other material to the application of these themes Energy and the Environment.*

*Underlying the learning objectives is the concern to ensure consistent and structured training courses.*

### 3.1.3. Coerência dos objectivos definidos com a missão e a estratégia da instituição de ensino.

*Nos termos do n.º 1 do Artigo 3.º dos Estatutos do IST, homologados pelo Despacho n.º 7560/2009 publicado em Diário da Republica de 13 de Março de 2009, “É missão do IST, como instituição que se quer prospectiva no ensino universitário, assegurar a inovação constante e o progresso consistente da sociedade do conhecimento, da cultura, da ciência e da tecnologia, num quadro de valores humanistas.”*

*Nos termos do n.º 2 do mesmo artigo estabelece-se que, no cumprimento da sua missão, o IST: Privilegia a investigação científica, o ensino, com ênfase no ensino pós-graduado, e a formação ao longo da vida, assim como o desenvolvimento tecnológico; Promove a difusão da cultura e a valorização social e económica do conhecimento científico e tecnológico; Procura contribuir para a competitividade da economia nacional através da transferência de tecnologia, da inovação e da promoção do empreendedorismo; Efectiva a responsabilidade social, na prestação de serviços científicos e técnicos à comunidade e no apoio à inserção dos diplomados no mundo do trabalho e à sua formação permanente.*

*A área da Energia é um pilar do desenvolvimento sócio-económico e a necessidade de integração de competências de origem multidisciplinar em Engenharia e Gestão da Energia cresceu muito nas últimas décadas, existindo diversas áreas do tecido empresarial que requerem aos seus profissionais uma capacidade de intervenção multidisciplinar.*

*Por outro lado, diversos Departamentos do Instituto Superior Técnico (IST) apresentam comprovadas competências na área da Energia, reconhecidas tanto a nível nacional como internacional.*

*As áreas de Especialização do Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia constituem áreas de intervenção profissional relevantes e, no seu conjunto, têm uma abrangência que espelha o largo espectro de competências existente no IST. Por outro lado, tendo todas as áreas de Especialização natureza multidisciplinar, cada uma exige a contribuição de vários departamentos do IST, o que permite reforçar a colaboração entre as unidades orgânicas do IST,*



*potenciado a criação e desenvolvimento de novas valências.*

*A oferta do novo ciclo de estudos "Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia" permite dar consistência às competências existentes nesta área científica multidisciplinar e consolidar a posição que o IST detém em diversos ramos da Engenharia que concorrem na área da Energia, ajudando a escola a posicionar-se entre as melhores escolas Europeias neste sector.*

### 3.1.3. Coherence of the defined objectives with the institution's mission and strategy.

*Under paragraph 1 of Article 3 of the IST Statutes, approved by Order No. 7560/2009 published in the Official Gazette of March 13, 2009, "IST is as an institution that wants to prospective university teaching, ensuring constant innovation and consistent progress of the knowledge society, culture, science and technology within a framework of humanist values. "*

*Pursuant to paragraph 2 of the same Article provides that, in fulfilling its mission, the IST: Preforms scientific research, teaching, with emphasis on postgraduate education and training throughout life, as well as technological development, promotes the dissemination of culture and economic and social value of scientific and technological knowledge, seeks to help the competitiveness of the national economy through technology transfer, innovation and promoting entrepreneurship; Effective social responsibility in providing services scientific and technical community and supporting the integration of graduates into the world of work and their ongoing training.*

*The area of Energy is a pillar of socio-economic development and the need for integration of multidisciplinary expertise of origin Engineering and Energy Management has grown in recent decades, there are several areas of the business that require their professional capacity of a multidisciplinary intervention.*

*In addition, various departments of the Instituto Superior Técnico (IST) have proven expertise in the area of Energy, recognized both nationally and internationally.*

*Areas of Specialization of the Master of Engineering and Energy Management are relevant and have a range that reflects the broad spectrum of specialized skills existing in the IST. On the other hand, taking all the multidisciplinary areas of specialization, each requires the contribution of various departments of IST, which allows for the strengthening of the cooperation between units of IST, boosting the creation and development of new areas.*

*The offer of the new course of study "Master of Engineering and Energy Management" will give consistency to the existing powers in this area multidisciplinary scientific and consolidate our position that the STI hold in various branches of engineering that compete in the area of energy, helping the school position itself among the best schools in Europe in this sector.*

## 3.2. Adequação ao Projecto Educativo, Científico e Cultural da Instituição

### 3.2.1. Projecto educativo, científico e cultural da instituição.

*O projecto educativo, científico e cultural do IST enquadra-se nos termos do Artigo 3.º, acima parcialmente transcrito, e do n.º 1 do Artigo 4.º dos Estatutos do IST, que estabelece como atribuições do IST, com vista à realização da sua missão: (1) a realização de actividades de investigação científica e tecnológica, com vista à produção do conhecimento, à inovação, ao apoio ao ensino e à prestação de serviços científicos e técnicos à comunidade; (2) o ensino das matérias necessárias à formação cultural, científica e técnica dos seus estudantes; (3) a organização de cursos de 1º, 2º e 3º ciclos, de especialização, e de formação profissional e aprendizagem ao longo da vida; (4) a concessão ou participação na concessão de graus e títulos académicos, nos termos da lei e dos Estatutos da UTL. Nos últimos anos, tem o IST dedicado particular atenção ao desenvolvimento de actividades na área da Energia, consciente da importância estratégica deste sector para o desenvolvimento sócio-económico de qualquer comunidade, a nível nacional ou mundial.*

*Como iniciativas promotoras do desenvolvimento de actividades na área da Energia, salientam-se a participação do IST no programa MIT Portugal e na KIC Innoenergy (Knowledge and Innovation Community na área da Energia) no âmbito do EIT (European Institute of Innovation and Technology). Como iniciativa estruturante dessas actividades e promotora da criação de sinergias entre as diversas unidades orgânicas do IST, permitindo o desenvolvimento de novas competências e actividades, salienta-se a criação da IST-EI*

*A criação da Plataforma em Energia do IST (IST-EI), estrutura transversal de ensino e investigação (nos termos do n.º 3 do artigo 5º e do artigo 21º dos Estatutos do IST), foi aprovada pelo Conselho de Escola do IST em Maio de 2010, seguindo-se a nomeação da sua Comissão Instaladora, que procedeu à elaboração do respectivo Regulamento (entretanto publicado em Diário da República, 2.ª série — N.º 97 — 19 de Maio de 2011 – Despacho n.º 7490/2011) e Plano Estratégico da IST-EI, os quais foram aprovados pelo Conselho de Escola do IST em Abril de 2011.*

### 3.2.1. Institution's educational, scientific and cultural project.

*The educational, scientific and cultural project and mission of IST is defined in Article 3 of the statutes: (1) to conduct scientific and technological research and development, for the production of knowledge, innovation, education support and provision of scientific and technical services to the community, (2) teaching of matters necessary to the cultural, scientific and technical quality of its students, (3) to organize courses 1, 2 and 3 cycles, specialization and training and long life learning, (4) the granting or participation in the concession degrees and academic titles, under the law and the Statutes of UTL.*

*In recent years, IST has devoted particular attention to development activities in Energy, aware of the strategic importance of this sector to the socio-economic development of any community, nationally or worldwide.*

*As initiatives promoting the development of activities in the area of Energy, show the participation of IST in Portugal and MIT InnoEnergy KIC (Knowledge and Innovation Community in the area of Energy) under the EIT (European Institute of Innovation and Technology). As an initiative of these structuring activities and promoting the creation of synergies between the various units of IST, allowing the development of new skills and activities, emphasizes the creation of the IST ennergy platform. The creation of the Platform in Energy IST (IST-EI), a transversal structure of teaching and research (in accordance with paragraph 3 of Article 5 and Article 21 of the Statute of the IST), was approved by the School Council IST in May 2010, following the appointment of its Installation Commission, which conducted the development of its regulations (though published in the Official Gazette, 2. grade - N.º 97 - May 19, 2011 - Order No. 7490/2011) and STI Strategic Plan-EI, which were approved by the Board of the School of IST in April 2011.*

### 3.2.2. Demonstração de que os objectivos definidos para o ciclo de estudos são compatíveis com o projecto educativo, científico e cultural da instituição.

*No contexto indicado, é manifesto que o curso proposto se enquadra no projecto educativo, científico e cultural do IST dando resposta a uma reconhecida necessidade de formação na área da Energia.*

*Pretende-se oferecer uma formação de excelência a nível de 2º ciclo, formando profissionais capacitados para intervir no tecido económico do país em diversas áreas específicas, essenciais para o seu desenvolvimento. As áreas identificadas correspondem às Especializações oferecidas pelo curso (Combustíveis; Conversão de Energia; Eficiência Energética; Energia Nuclear; Energias Renováveis). A formação de profissionais com competências específicas nestas áreas, alicerçadas numa sólida formação científica, suportarão o desenvolvimento sócio-económico e contribuirão para que o estabelecimento da política energética do país seja devidamente suportado em análises técnico-económicas fundamentadas, sem descurar a análise de sustentabilidade das soluções apontadas. Poderá assim o Instituto Superior Técnico, com a criação do Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia, reforçar o cumprimento da sua missão educativa.*

*Verifica-se que na motivação que presidiu à criação da IST-EI, se reconhece que:*

- “a) A área da energia tem, no IST, recursos humanos e materiais, competências e infraestruturas laboratoriais e tecnológicas alocadas a diversos departamentos e unidades de investigação que, no seu conjunto, constituem um importante acervo de capacidades de I&D, de transferência tecnológica e de formação com longa tradição na Escola;*
- b) Esta é uma área de reconhecida importância estratégica a nível nacional e internacional;*
- c) O necessário desenvolvimento desta área no IST deverá ser efectuado de uma forma estruturada e integrada de modo a permitir: 1) Potenciar recursos humanos, materiais, laboratoriais e tecnológicos, assim como ofertas formativas existentes; 2) Promover o aparecimento de novas linhas de investigação e de novas ofertas de ensino; 3) Promover a ligação ao tecido económico nacional e internacional através de transferência de tecnologia e da prestação de serviços com elevada intensidade tecnológica;*
- d) As áreas científicas e tecnológicas associadas à energia se caracterizam por uma grande transdisciplinaridade e transversalidade,”*

*Notando-se explicitada a necessidade de novas ofertas formativas na área da Energia, fica demonstrado o alinhamento do projecto formativo ora proposto com o Projecto Educativo, Científico e Cultural do IST.*

*Mais se verifica que a criação do Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia está alinhada com o interesse estratégico do IST na participação em ofertas de mestrados internacionais. No momento presente mencionem-se os programas SELECT e RENE, dos quais o IST é parceiro, incluídos na oferta formativa do Instituto Europeu de Ciência e Tecnologia (EIT) na área da Energia, através da KIC Innoenergy e mencione-se o facto de estar previsto o alargamento da participação do IST a outros programas de 2º ciclo, alguns ainda em preparação.*

### 3.2.2. Demonstration that the study cycle's objectives are compatible with the institution's educational, scientific and cultural project.

*In the given context, it is clear that the proposed course fits into the educational, scientific and cultural IST project. It is intended to provide an education of excellence for the second cycle in engineering and energy management, training professionals to intervene in the economy of the country in several specific areas, essential for their development. The areas identified correspond to the specializations offered by the course (Fuels, Energy Conversion, Energy Efficiency, Nuclear Energy, Renewable Energy). The training of professionals with specific expertise in these areas, founded on a solid scientific background, will bear the socio-economic development and contribute to the establishment of the country's energy policy is properly supported on techno-economic analysis based, without jeopardizing the sustainability analysis of solutions sought. So may the Higher Technical Institute, with the creation of the Master in Energy Engineering and Management, enhancing the fulfillment of its educational mission. It appears that the motivation which led to the creation of the IST-EI, it is recognized that:*

- “A) The area of energy is, in IST, human and material resources, expertise and laboratory infrastructure and technological allocated to various departments and research units that, taken together, constitute an important collection capabilities of R & D, technology transfer and training with a long tradition at the school;*
- b) This is an area of strategic importance recognized nationally and internationally;*
- c) The necessary development of this area in IST should be carried out in a structured and integrated to allow: 1) To foster human resources, materials, and technology laboratory, as well as existing training offers, 2) promote the emergence of new lines new research and education facilities, 3) Promote the connection to the economic fabric by national and international technology transfer and provision of services with high technological intensity;*
- d) The scientific and technological fields related to energy are characterized by a large trans-and cross-cutting, " Explained by noting the need for new training offers in the area of Energy, demonstrates the alignment of the proposed training project with the Project Educational, Scientific and Cultural IST.*

*More is true that the creation of Master of Engineering and Energy Management is aligned with the strategic interest of the IST participation in international offers Masters. At the present moment to mention the programs and SELECT RENE, of which the STI is a partner, included in the training offered by the European Science and Technology (EIT) in the area of Energy, through KIC InnoEnergy and mention is the fact that it planned to extend the participation of the STI to other programs in the 2nd cycle, some still in preparation.*

### 3.3. Unidades Curriculares

#### Anexo IV - Estruturas e Aproveitamentos Hidráulicos

##### 3.3.1. Unidade curricular:

*Estruturas e Aproveitamentos Hidráulicos*

##### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*António Alberto do Nascimento Pinheiro*

##### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

##### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Proporcionar formação no domínio dos aproveitamentos hidráulicos fluviais, incluindo os aspectos relativos à concepção, benefícios sócio-económicos e condicionamentos ambientais e de segurança. Proporcionar formação para a concepção e projecto de estruturas e instalações hidráulicas relacionadas com aproveitamentos hidráulicos fluviais, tais como barragens e respectivos órgãos hidráulicos de segurança e exploração, condutas, canais, instalações hidroeléctricas e instalações de bombagem. Introdução aos equipamentos hidromecânicos mais utilizados nos aproveitamentos hidráulicos fluviais.*

##### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*Provide knowledge of fluvial storage and diversion schemes, including the aspects related to the design, social and economic benefits and environmental and safety constraints. Provide the skills necessary to the design of hydraulic structures and facilities concerned with fluvial hydraulic schemes, such as dams and the respective safety and operation hydraulic structures, channels, pipes and hydroelectric and pumping schemes.*

##### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Aproveitamentos hidráulicos fluviais: conceitos gerais e finalidades. Benefícios sócio-económicos. Condicionamentos físicos e ambientais. Segurança e risco nos vales a jusante. Barragens e centrais hidroeléctricas. Principais tipos, condicionamentos, constituição e disposição geral. Dimensionamento hidráulico e implantação de órgãos hidráulicos de barragens (descarregadores de cheias, descargas de fundo e tomadas de água) e canais de adução (obras de derivação e de dissipação energia). Desvio provisório de cursos de água: dimensionamento hidráulico e interacção com as obras definitivas. Centrais hidroeléctricas, instalações de bombagem e centrais reversíveis: conceitos fundamentais; principais componentes e obras; regimes de operação; selecção e posicionamento de turbinas e de bombas. Análise do comportamento hidráulico de sistemas em pressão: equações básicas; modelação numérica; critérios de dimensionamento; dispositivos de protecção contra o golpe de ariete.*

##### 3.3.5. Syllabus:

*Fluvial storage and diversion schemes: basic concepts and purposes; social and economic benefits; physical and environmental constraints; safety and risk in the downstream valleys. Hydraulic design and layout of the of dams appurtenant structures (spillways, bottom outlets and intakes), diversion channels (diversion works and energy dissipators). Temporary diversion of water streams. Hydraulic design and interaction with the definitive hydraulic works. Hydroelectric schemes, pumping stations and pumped storage schemes: basic concepts, main components, turbine and pump selection and operation criteria. Transient analysis; governing equations; numerical modeling; design criteria; water hammer control devices.*

##### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos da hidráulica de estruturas e das instalações hidroeléctricas e elevatórias, permitindo ao aluno adquirir conhecimentos que poderão ser úteis na sua vida*

*profissional, a nível da actividade como consultor ou num serviço da administração central ou local, bem como servindo de base para desenvolver conhecimentos na área da hidráulica de estruturas nos caso em que o aluno se sinta atraído para as actividades de investigação. Neste contexto, são apresentadas quer as bases teóricas, quer exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo dos conceitos complementado com a resolução de exercícios de aplicação.*

*Os tópicos que se apresentam abrangem os principais tipos de obras hidráulicas associadas às construções de barragens e açudes e estruturas associadas e abordam as questões de índole hidráulica relacionadas mais directamente ligadas com instalações hidroeléctricas e elevatórias.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The program covers the main topics of hydraulic structures and hydropower plants and pumping stations, allowing students to acquire knowledge that may be useful in their professional lives. It is also important for their activity as a consultant or service from administrative central or local services, as well as serving base to develop expertise in hydraulic structures in the event that students feel attracted to the research activities. In this context, both the theoretical and application examples are presented, asking students to the study of concepts complemented with the resolution of exercises.*

*The topics that are presented cover the main types of hydraulic works associated with construction of dams and reservoirs and associated structures and address the issues related to hydraulic nature more directly related to hydropower and pumping stations.*

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

*A avaliação compreende: -Exame final. -Dois trabalhos realizados em grupo, com dois ou três elementos por grupo. A classificação atenderá à qualidade do trabalho, à participação nas aulas práticas e à discussão final. Podem ser atribuídas diferentes classificações aos elementos de um grupo. -A nota final é obtida pela média da nota do exame com a média das notas nos trabalhos de grupo, devendo qualquer delas ser superior ou igual a 9,5 valores, numa classificação de 0 a 20 valores.*

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

*A final exam and two group works.*

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

*A experiência adquirida no ensino destas matérias no Mestrado em Hidráulica e Recursos Hídricos (Pré-Bolonha) e no Curso para Obtenção do Diploma de Formação Avançada em Concepção e Dimensionamento de Obras Hidráulicas Fluviais e Marítimas, leccionados no IST, mostra que o tipo de aulas que se propõe, juntamente com a visita de estudo e o esquema de avaliação preconizado, é adequado para assegurar a aprendizagem destas matérias por alunos com a formação exigida para acesso ao curso.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*Experience in teaching these subjects in MSc in Hydraulics and Water Resources (Pre-Bologna) and in the course to obtain a certificate for Advanced Training in Design and Design of Maritime and River Water Works, taught at IST, shows that the type of classes it is proposed, along with the visit study schedule and the recommended evaluation, it is appropriate to ensure these learning materials by students with the training required to access the course.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Estruturas Hidráulicas. Folhas, Pinheiro, António N., s.d., IST  
Design of Small Dams, U.S. Bureau of Reclamation, 1987, s.r.  
Design of Small Canal Structures, U.S. Bureau of Reclamation, 1987, s.r.  
Barrages Mobiles et Ouvrages de Dérivation à partir de Rivières Transp, Bouvard, M., 1984, Ed. Eyrolles  
Guidelines for design of small hydropower plants, Helena Ramos, 2000, North Ireland  
Hydraulic Engineering, Roberson, J.A., Cassidy, J.J. and Chaudhry, M.H., 1988, Houghton Mifflin Company  
The hydraulic design of pumps sumps and intakes, M. J. Proser, s.d., BHRA*

## Anexo IV - Recursos Hidrominerais e Geotérmicos

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Recursos Hidrominerais e Geotérmicos*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*José Manuel Vaz Velho Barbosa Marques*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*No final da unidade curricular o aluno deverá ser capaz de conhecer e saber utilizar as ferramentas necessárias para, integrado em equipas pluri-diciplinares, determinar a localização e/ou desenvolvimento de determinado recurso hidromineral e/ou geotérmico e assegurar a sua exploração de forma sustentável.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*At the end of the Curricular Unit the student should be able to use the necessary tools in order to determine the localization and/or development of a given hydromineral and/or geothermal resource and to assure its sustainable exploration, when integrated in pluridisciplinary teams.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Origem e modos de ocorrência de recursos hidrominerais e geotérmicos. Obstáculos ao desenvolvimento do aproveitamento deste tipo de georrecursos. Hidrogeoquímica vs origem dos recursos hidrominerais e geotérmicos. Evolução da composição química das águas minerais e geotérmicas. O papel da geologia e hidrogeologia na prospecção de recursos hidrominerais e geotérmicos. Selecção de determinada região para reconhecimento. Selecção de potenciais áreas para prospecção. Selecção dos locais de perfuração. Perfuração e ensaios nos furos. Utilização dos recursos hidrominerais e geotérmicos, na produção de energia eléctrica, no aquecimento urbano, na indústria e agricultura, na balneoterapia. Aspectos ambientais associados a este tipo de georrecursos: impactos resultantes da exploração. Casos de estudo. Recursos hidrominerais e geotérmicos em Portugal. Águas minerais e geotérmicas. Enquadramento geológico-estrutural. Projectos de I&D em curso.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Origin and ways of occurrence of hydromineral and geothermal resources. Obstacles to the development of the exploitation of this type of georesources. Hydrogeochemistry vs the origin of hydromineral and geothermal resources. Evolution of the chemical composition of mineral and geothermal waters. The paper of geology and hydrogeology in the exploration of hydromineral and geothermal resources. Selection of determined region for recognition. Selection of potential areas for exploration. Selection of drilling sites. Drilling and well testing. Use of hydromineral and geothermal resources, in electric production, in urban heating, in the industry and agriculture, in the balneotherapy. Environmental aspects associated to this type of georrecursos: environmental impacts ascribed to the exploration. Case studies. Hydromineral and geothermal resources in Portugal. Mineral and geothermal waters. Geologic-structural framing. Examples of R&D Projects currently running.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*O programa proposto para a Unidade Curricular "Recursos Hidrominerais e Geotérmicos" foi estruturado, admitindo que um semestre lectivo corresponde a catorze semanas de aulas. No entanto, à partida consideram-se apenas treze semanas para leccionamento de matérias, deixando a última semana para a possível participação dos alunos em eventos relacionados com esta Unidade Curricular (ex. trabalho de campo), e, eventualmente para a realização de visitas de estudo. Esta última semana de aulas poderá ser igualmente utilizada para revisão da matéria dada ou para focar algum assunto que não tinha sido abordado ao longo do semestre e para o qual seja manifestado o interesse por parte dos alunos. Deste modo, no final desta Unidade Curricular o aluno deverá ser capaz de conhecer e saber utilizar as ferramentas necessárias para, integrado em equipas pluridisciplinares, determinar a localização e/ou desenvolvimento de determinado recurso hidromineral e/ou geotérmico e assegurar a sua exploração de forma sustentável.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The proposed program for the Course "Hydromineral and Geothermal Resources" was structured assuming that one semester corresponds to fourteen weeks of classes. However, the last week will be for possible student participation in events related to this course (e.g. field work), and eventually to conduct study trips. This last week of classes may also be used to review a given subject or to focus on a subject that had not been discussed during the semester and for which the students have expressed their interest. Thus, at the end of this course the student should be able to know and use the tools they need to, integrated into multi-disciplinary teams, determine the location and / or the development of a given hydromineral and / or geothermal resource and ensure their sustainable exploitation.*

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

*A avaliação desta disciplina pode ser feita de duas maneiras: ou pela realização de dois testes teórico-práticos ao longo do ano ou por exame final escrito teórico - prático.*

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

*The evaluation of this course can be done in two ways: either by performing two theoretical-practical tests throughout the year or by a final theoretical-practical exam*

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

*Trata-se de uma Unidade Curricular de carácter essencialmente teórico-prático, se bem que alguns dos seus capítulos suponham uma forte componente prática, complementada, sempre que possível, com trabalhos de campo (inseridos no âmbito de Projectos de I&D em curso no Centro de Petrologia e Geoquímica do IST - CEPGIST) e visitas de estudo a regiões com forte tradição no termalismo/geotermia em Portugal continental. As Aulas Teóricas destinam-se essencialmente à apresentação das temáticas que constituem o conteúdo programático focando-se, principalmente, os conceitos teóricos que permitem o tratamento e desenvolvimento das diferentes matérias. Sendo as aulas basicamente de carácter expositivo procura-se, sempre que possível, acompanhar a exposição com exemplos de casos de estudo. Sempre que o assunto o permita, principalmente no estabelecimento da interligação com os temas mais práticos, são colocadas questões aos alunos, estimulando a sua intervenção na aula, favorecendo a discussão, de uma forma construtiva. Os assuntos a tratar nas aulas teórico – práticas estão divididos por três capítulos. Sempre que necessário, no início de cada tema, poderá ser efectuada uma muito breve revisão dos fundamentos teóricos necessários à execução dos trabalhos práticos.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*It is mainly a theoretical-practical Course, although some of its chapters assume a strong practical component, complemented, where possible, with field work (within the scope of the R&D underway in Centre of Petrology and Geochemistry of the IST - CEPGIST) and visits to regions with a strong tradition in hydrotherapy / geothermal energy in the Portuguese mainland. The theoretical lectures are intended to present the themes that constitute the curriculum mainly focused on theoretical concepts that allow the development of different subjects. Wherever possible, the theoretical lectures will be accompanied by the exhibition of examples of case studies. Whenever the subject permits, mainly in the establishment of interconnection with the more practical subjects, will be asked questions to the students, encouraging discussion, in the classroom in a constructive way. The topics to be addressed in theoretical – practical lectures are divided into three chapters. Where necessary, in the beginning of each topic, a very brief review of the theoretical background needed to carry out practical work can be made.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*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. An*

**Anexo IV - Espaços Construídos e Impactes Ambientais****3.3.1. Unidade curricular:**

*Espaços Construídos e Impactes Ambientais*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Manuel Duarte Pinheiro*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*O objectivo geral da disciplina é fornecer instrumentos aos discentes para compreensão da dimensão ambiental dos espaços construídos, incluindo as formas de evitar ou minimizar os seus impactes, com vista à sustentabilidade dos espaços construídos.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*The main purpose is to address the tools that will enable understanding the environmental dimension and impacts of built environment as a base to identify and choose environmental solutions to increase built environment sustainability.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Evolução da perspectiva e problemática ambiental espaços construídos: perda de biodiversidade, alterações climáticas, desertificação, qualidade do ar e da água. Pressão/impactes dos Espaços Construídos. Fluxos e balanços de materiais, energia, "Pegada" ecológica das zonas construídas, emissões.*
2. *Introdução à avaliação estratégica de planos, programas e avaliação de impactes ambientais de projectos.*
3. *Desenvolvimento sustentável e Construção Sustentável, Agenda 21 Local e Agenda 21 Construção Sustentável. Indicadores e critérios de sustentabilidade ambiental para ambiente urbano.*
4. *Sustentabilidade dos Edifícios/ Empreendimentos: Projecto e Sistemas apoio ao Projecto e de reconhecimento de boas práticas ambientais (LEED, BREEAM e LiderA).*
5. *Sustentabilidade e Selecção dos materiais: Avaliação do ciclo de vida e desenho para o ambiente.*
6. *Gestão Ambiental dos Processos em zonas construídas: Sistemas de gestão ambiental (ISO 14001 e afins).*
7. *Tendências e perspectivas da sustentabilidade.*

### 3.3.5. Syllabus:

1. *The evolution of key environment problems: biodiversity loss, climate change, desertification, air and water quality. Built environment pressures and impacts. Energy and material flows, ecological footprint and emissions.*
2. *Introduction to Strategic Environment Assessment and Environmental Impact Assessment. Scope, baseline, impact assessment and environment measures applied to the built environment.*
3. *Sustainable development (local agenda 21), sustainable construction (agenda 21 for sustainable construction). Built environmental indicators and sustainable criteria.*
4. *Sustainable buildings. Environmental project areas and environmental certification systems (LEED, BREEAM e LiderA)*
5. *Construction materials selection and sustainability. Life cycle analysis and design with the environment.*
6. *Environmental Management Systems (ISO 14001) and built environment.*
7. *Sustainable trends and perspectives.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos precisam os objectivos havendo por isso uma estreita relação de coerência entre os mesmos*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The syllabus show coherence before the objectives, therefore there is a close relation between them.*

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

*Teste individual Realização de projecto em grupo, onde se desenvolve a identificação dos aspectos ambientais e procura de soluções ambientais que contribuam para a sustentabilidade do ambiente construído.*

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

*Work in group and individual exam.*

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

*As metodologias seguem a apresentação da abordagem teórica, casos e exemplos, discussão e os trabalhos concretizam os conhecimentos dados na aplicação ao caso de projecto, assegurando a coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The methodologies follow the presentation of the theoretical approach, case studies and examples, discussion and work embody the knowledge data in the application to the case of the project, ensuring consistency in teaching methods with the objectives of the course.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Ambiente e Construção Sustentável, Pinheiro, M. D. (Conselho Científico: Correia, F. N., Branco, F., Guedes M. C.), 2006, Instituto do Ambiente*  
*Cities for small planet , Rogers, Richard, 1997, Faber Limited, London*  
*Sustainable architecture and urbanism , Gauzin-Muller, Dominique, 2002, Birkhauser, Basel, Switzerland*  
*Green Vitruvius: Princípios e práticas de projecto para uma Arquitectura Sustentável , ACE; ERG; Universidade Dublin, OA, 2001, Ordem dos Arquitectos, Thermie European Commission, Directorate General XVII for Energy*  
*Fundamentos de Avaliação de Impacte Ambiental , Partidário M.R. e Jesus, J., 2003, Univ Aberta, Lisboa*  
*Guia para Avaliação Estratégica de Impactes em Ordenamento do Território , Partidário, M.R., 2003, DGOTDU, Lisboa*

## Anexo IV - Gestão da Mobilidade Urbana

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Gestão da Mobilidade Urbana*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Maria do Rosário Maurício Ribeiro Macário*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*A partir da consciencialização sobre as evoluções rápidas que vêm ocorrendo no modo de vida urbano, pretende-se dotar os alunos dos conhecimentos sobre os factores dominantes dos requisitos da mobilidade urbana e sobre as soluções técnicas existentes para os atender, e das competências para compreender os mecanismos de decisão dos cidadãos e as soluções organizadas pelo lado da oferta, e para formular a abordagem a problemas concretos, e configurar instrumentos de intervenção para a gestão da mobilidade.*

### 3.3.4. Intended 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 organized offered solutions, and also to enable them to correctly formulate problems and instruments for intervention on urban mobility management.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1.Complexidade e elementos do sistema da mobilidade urbana (MU)*
- 2.Características da MU e factores da procura.*
- 3.Contributos dos vários modos face aos objectivos e restrições sociais*
- 4-5.Características técnicas e funcionais dos vários modos*
- 6.Custos na produção e modelos organizativos nos Transporte Públicos (TP)*
- 7.Intermodalidade e interfaces*
- 8.Soluções técnicas e organizacionais Emergentes. Situações de utilização preferencial de cada modo ou combinação de modos*
- 9.O papel das autoridades. Formas de contratação dos serviços*
- 10.Factores de qualidade e modelos para a sua monitorização. Sistemas de informação para gestão*
- 11.Os Sistemas Inteligentes de Transportes como instrumentos de maior eficiência e qualidade. Frentes de desenvolvimento e modelos de negócio associados*
- 12-13. O papel dos sistemas de preços na MU.Soluções existentes e emergentes.Financiamento das redes de TP e do sistema de MU em geral.*
- 14.Organização, desenho institucional e gestão do sistema de MU*

### 3.3.5. Syllabus:

- 1. Complexity and elements of the Urban Mobility System (UMS)*
- 2. Characteristics of UM and main factors of demand.*
- 3. Contributions of the various modes regarding social objectives and constraints*
- 4-5. Technical and functional characteristics of the various modes*
- 6. Production costs and organization models in Public Transport (PT)*
- 7. Intermodality and interchanges*
- 8. Emerging technical and organization solutions. Situations of preferential use of each mode or their combination*
- 9. The role of authorities. Service contracting regimes*
- 10. Quality factors and models for its monitoring. Information systems for management*
- 11. Intelligent Transport Systems as tools for higher efficiency and quality. Development fronts and business models*
- 12-13.The role of prices in UM, existing and emerging solutions. Financing of public transport networks and UMS in general.Possible sources and justification of their engagement.*
- 14. Organization, institutional design and management of the UMS*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*A mobilidade urbana é um dos importantes sub-sistemas da cidade, reconhecido em todo o mundo. O espaço é limitado, e todos os indivíduos têm por objectivo atingir um nível de qualidade e conforto na mobilidade que só é mais facilmente alcançada através de soluções motorizadas, e largamente individuais, as quais têm um efeito prejudicial sobre o ambiente urbano, diminuindo a sua qualidade e por*



*consequência também a competitividade da cidade, nomeadamente através de elevados níveis de congestionamento, geração de poluição, desperdícios energéticos, etc.*

*Uma análise cuidadosa aos sistemas de mobilidade urbana em todo o mundo revela que para resolver os conflitos que decorrem desta optimização individual da mobilidade são necessárias diversas políticas e acções de planeamento consistentes e eficazes, as quais só podem ser definidas e implementadas com sucesso se os vários componentes do sistema de mobilidade (transporte individual, transporte colectivo, motorizado e não motorizado, etc) e suas inter-relações forem devidamente consideradas.*

*A definição do Sistema de Mobilidade Urbana (SMU) vai assim muito além da prestação de transporte público e deve envolver todos os serviços de infra-estrutura e tráfego, e demais serviços de apoio a montante e jusante do transporte propriamente dito, para permitir aos cidadãos satisfazer os seus exigentes requisitos sobre o sistema de mobilidade.*

*Em GMU a mobilidade urbana é abordada como um sistema integrado e ao serviço do desenvolvimento da própria cidade, razão pela qual o programa se estende desde o entendimento da complexidade do próprio sistema até às características tecnológicas dos seus diversos componentes.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*Urban mobility is an world wide recognized important sub-system of the city. Space is limited and all citizens aim to achieve a certain level of quality and confort in mobility that is only achieved in an easy way through motorized solutions, largely individualized, which end up by jeopardizing the urban environment and, consequently, the competitiveness of the city, namely through high levels of congestion, pollution, energetical waist, etc*

*A careful analysis of urban mobility systems across the world reveals that conflicts accruing from individual optimizations can only be solved with recourse to several policies and effective planning actions. For these to be implemented with success the different components of the system have to be taken into consideration*

*The definition of the urban mobility system is much beyond the provision of public transport services and it must engage all services infrastructure, traffic, and other support services upstream and downstream of transport itself, so that citizens demands are duly satisfied. In this course Urban Mobility is addressed as an integrated system at the service of city development. With this purpose the course developd from the understanding of complexity down to the technical characteristics of each mode.*

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

*A avaliação será feita através de dois elementos: um exame escrito (E) e apresentação de resolução de problemas em seminários (S) tendo por base trabalhos em grupos, constituídos por dois a três alunos. A resolução de problemas tem que ser apresentada e discutida (D) em seminário. Após a discussão os alunos entregam um relatório de síntese (R). A avaliação final é dada por  $AF = 0,4E + 0,6S$ , sendo  $S = 0,75R + 0,25D$*

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

*Students evaluation is based in two elements : written exam (E) and presentation of problem based in work of groups of students (2-3). The resolution of problems is presented and discussed (D) in a seminar. After discussion students deliver a synthesis report (R). Final evaluation is given by  $AF = 0,4E + 0,6S$ , being  $S = 0,75R + 0,25D$*

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

*Esta UC segue uma abordagem multi-metodológica. Pretende-se induzir o aluno(a) a recuperar e articular elementos de aprendizagem que lhe foram sendo ministrados ao longo do curso de forma mais ou menos isolada, a essa altura com o propósito de facilitar o seu entendimento, domínio e frequentemente agilidade de manuseamento de técnicas. Em final de curso o objectivo deve ser preparar o aluno para enfrentar e resolver problemas no âmbito profissional, fazendo uso do conhecimento que acumulou.*

*Nesta abordagem multi-metodológica pretende assim atingir uma conciliação entre os modelos pedagógicos tradicionais, centrados no professor, e expressos através de palestras magistrais, com modelos de pedagogia activa centrados no aluno e privilegiando seminários, debate e a orientação tutorial, tendo em consideração os objectivos dos ciclos de estudos visados, que privilegiam a aquisição e aprofundamento de competências, conforme é sabido.*

*Em síntese, com a abordagem multi-metodológica, pretende-se:*

- Contextualizar os problemas e entender as condicionantes que o próprio contexto coloca às opções de resolução do problema, por via da dimensão sistémica da mobilidade urbana e da própria cidade;*
- Confrontar o aluno com a diversidade e complexidade dos problemas do mundo real, por via da dimensão multidisciplinar;*
- Desenvolver a capacidade de explicar e montar argumentos lógicos e robustos, por via do método do caso de estudo;*
- Desenvolver as capacidades de organização e de liderança, por via do trabalho de grupo;*
- Desenvolver a capacidade de comunicar resultados técnicos de forma clara e concisa, por via dos seminários.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*This course follows a multi-methodological approach. The purpose is to induce the student to use and articulate all*

*knowledge received along the previous 5 years, in a fragmented way, with the purpose of enabling her to learn all techniques and to enhance its proficiency using it. Now, reaching the end of the course the student should be mastered to face and solve professional problems, making use of that accumulated knowledge.*

*In this multi-methodological approach we aim to conciliate the traditional pedagogical models, centred in the professor, through magistral lectures, with and evolution towards models of active pedagogy, centred in the student. In this methodological approach we aim to:*

- *Contextualize the problems and understand the limitations imposed by context in the alternative solutions of problems, through the systemic dimension of urban mobility and the city itself.;*
- *Face the student with diversity and complexity of real world problems, through the multi-disciplinary approach;*
- *Develop the capacity to explain and articulate sound arguments through case study approach;*
- *Develop organization and leadership capacity through group work.*
- *Develop capacity to communicate technical work, through seminars*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Macário R., 2011, "Managing urban mobility systems: an integrated approach", Emerald Publishing, MACÁRIO R., 2011, "Managing Urban Mobility Systems", Emerald Group Publishing Limited, ISBN 9780857246110  
Vuchan Vuchic, 2005, Urban Transit - Operations Planning and Economics , ISBN - 0-471-63265-1 ;  
Ortuzar J de D., Willumsen L.G., 2001, "Modelling Transport", John Wiley and Sons Inc, England*

## Anexo IV - Sistemas Elevatórios e Hidroelétricos

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Sistemas Elevatórios e Hidroelétricos*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Helena Margarida Machado da Silva Ramos Ferreira*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Garantir que um sistema hidráulico é capaz de desempenhar adequadamente as suas funções exige a correcta modelação e a análise da sua eficiência hidrodinâmica e energética.*

*A modelação e a análise da eficiência hidrodinâmica e energética são aspectos que preocupam tanto os projectistas, em termos de segurança e concepção, como as entidades gestoras, em termos de regras de operação e manutenção. Nos sistemas elevatórios e hidroelétricos uma das maiores dificuldades consiste no cálculo das condições de funcionamento dinâmico e respectivo controlo.*

*São apresentados critérios de projecto associados à segurança e fiabilidade dos sistemas, assim como fornecidas competências sobre o dimensionamento, a análise da eficiência hidráulica e energética, o controlo e a protecção dos sistemas.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*Enabling hydraulic systems to adequately perform their operation requires proper modeling and analysis of hydrodynamic and energy efficiency.*

*The modeling and analysis of the hydrodynamic and energy efficiency are issues that concern both design engineers, in terms of safety and design, as utility managers, in terms of operation and maintenance. In pumping and hydropower systems, one of the main challenges is the calculation of dynamic operating conditions and their control.*

*The course includes design criteria associated with safety and reliability of these systems, as well as expertise on hydraulic and energy efficiency and system's control and protection.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*1.Apresentação dos fundamentos: finalidades, características gerais, conceitos básicos e soluções.*

*2.Principais componentes dos sistemas: estruturas e instalações hidráulicas e equipamento hidromecânico. Bombas e turbinas hidráulicas. Válvulas de controlo automático (e.g., controlo de caudal, redutoras de pressão, de seccionamento, de sobrevelocidade, de alívio).*

*3.Condicionamentos gerais ao projecto: técnicos, económicos, ambientais e sociais.*

*4.Complementos de hidráulica dos sistemas em pressão: perdas de eficiência hidráulica e energética, características dos equipamentos, modelação de sistemas hidráulicos e análise do comportamento.*

*5.Projecto hidráulico: critérios gerais de segurança e de fiabilidade. Critérios de dimensionamento e de selecção de equipamentos.*

- 6. Dispositivos de protecção: dimensionamento e comportamento hidráulico.
- 7. Análise de regimes de escoamento: dimensionamento, simulação e controlo.
- 8. Casos de estudo – sistemas elevatórios e/ou hidroeléctricos.

### 3.3.5. Syllabus:

- 1. Main principles: general purposes, characteristics, basic concepts and solutions.
- 2. Main system components:  
*Hydraulic components and equipments. Pumps and hydraulic turbines. Valves of discharge and pressure control.*
- 3. General project constraints:  
*technical, economic, environmental and social.*
- 4. Hydraulics of pressurized systems: Water and energy efficiencies, characteristics of equipments (efficiency and cavitation), modeling of hydraulic systems and analysis of the behaviour.
- 5. Hydraulic design:  
*general safety and reliability criteria for design operation.*
- 6. Criteria of sizing and selection of equipment:
- 7. Analysis hydraulic regimes: system protection (modeling, simulation and sizing).
- 8. Case Studies – pumping or/and hydro systems.

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos dos sistemas elevatórios e hidroeléctricos permitindo ao aluno adquirir conhecimentos que são úteis na sua vida profissional, a nível da actividade como consultor ou num serviço da administração central ou local, bem como servindo de base para desenvolver conhecimentos na área das instalações de abastecimento por bombagem e dos circuitos hidroeléctricos e em actividades de investigação. Neste contexto, são apresentadas quer as bases teóricas, quer exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo avançado quer de condições em regime permanente quer em regime transitório, assim como os conceitos da avaliação da eficiência energética e hidráulica em sistemas reais.*

*Os tópicos que se apresentam abrangem os principais tipos de sistemas hidráulicos em pressão com bombagem, hidroeléctricos e reversíveis assim como soluções híbridas de energia.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The program covers the main topics of hydro and pumping systems allowing students to acquire skills that are useful in their professional lives, as well as the level of activity as a consultant or from central or local administrative services, or serving as a base to develop expertise in the area of supply facilities and pumped hydro circuits and research activities. In this context, this program presents both the theoretical and application examples, asking students to advanced study either in steady state conditions either in the transient regimes, as well as evaluating the concepts of energy efficiency and water in real systems.*

*The topics that are presented cover the main types of hydraulic systems in pressure pumping and hydro or in reversible or even in hybrid power solutions.*

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

*A avaliação é constituída por: Módulo 1 - tema a desenvolver que inclua análise detalhada de estudos específicos e identificação dos avanços conseguidos, com apresentação escrita e oral; Módulo 2 - análise do funcionamento em regime permanente de um sistema de adução, que inclua reservatórios de regularização e equipamentos hidromecânicos; Módulo 3 – Modelação e análise do regime transitório para condições de funcionamento pré-definidas; Módulo 4 – Avaliação da eficiência hidráulica e energética e medidas correctivas a implementar.*

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

*The evaluation includes: Module 1 – subject to be developed that includes detailed analysis of specific studies and identification of the latest advances, with written and oral presentation; Module 2 - analysis of a typical water conveyance system operation under steady state conditions, including storage tanks, pumps and / or turbines; Module 3 - modeling and analysis of transient operating conditions for pre-defined maneuvers; Module 4 - assessment of hydraulic and energy efficiency and corrective measures to improve the system behaviour.*

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

*A experiência adquirida no ensino destas matérias em Mestrados anteriores, leccionados no IST, mostra que o tipo de aulas que se propõe, juntamente com uma componente laboratorial e/ou de visita de estudo a um sistema real, assim com o esquema de avaliação preconizado, é adequado para assegurar a aprendizagem destas matérias por alunos com a formação exigida para acesso ao curso.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*Experience in teaching these subjects in previous Masters, taught at IST, shows that the type of classes that is*

*proposed, along with a laboratory component and / or field visit to a real system, with the recommended evaluation scheme, is appropriate to ensure these learning materials by students with the training required to access the course.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Título: Sistemas elevatórios e hidroeléctricos*

*\* Autor(es): RAMOS, H.M.*

*\* Ano: 2003*

*\* Referência: Folhas de apoio à disciplina de SEH do Mestrado em Hidráulica e Recursos Hídricos. IST, DECivil.*

*\* Título: Guidelines for Design of Small Hydropower Plants*

*\* Autor(es): H. Ramos, A.B. Almeida, M. Portela, H. Almeida*

*\* Ano: 2000*

*\* Referência: Ed. Helena Ramos*

*\* Título: Fluid Transients in Pipe Networks*

*\* Autor(es): Almeida, A.B. & Koelle, E.*

*\* Ano: 1993*

*\* Referência: Computational Mechanics Publications, Elsevier Applied Science*

*\* Título: Controlo Hidráulico-Operacional de Sistemas Adutores*

*\* Autor(es): Almeida, A.B. & Martins, S.C.*

*\* Ano:*

*\* Referência: Ed. EPAL*

## Anexo IV - Transportes, Território, Energia e Ambiente

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Transportes, Território, Energia e Ambiente*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Filipe Manuel Mercier Vilaça e Moura*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Nesta unidade curricular são analisadas as relações entre o sistema de transportes e os usos de solo, além das suas consequências e impactes em termos ambientais e energéticos.*

*Os objectivos são:*

*1-Transmitir uma visão sistémica que integre as duas componentes dos problemas de mobilidade:os transportes, enquanto meios de deslocação, e os usos do solo,enquanto causas das necessidades de deslocação e responsáveis pela sua intensidade.*

*2-São também analisados os impactes que as diferentes opções de utilização do sistema de transportes têm sobre o consumo energético e o ambiente.*

*3-Os impactes são abordados tanto a uma escala global como local e caracterizados em termos de consequências para a saúde humana e na interacção do sistemas de transportes com o território.*

*4-Os principais procedimentos de avaliação de impacte ambiental são apresentados.*

*5-As políticas, planos e programas de transportes e ambiente são apresentando-se casos que traduzem experiências de sucesso neste domínio.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*The aim is to deliver a systemic vision to integrate the two components of mobility problems - transport as a means of travel, and land uses as generators of the need to travel and responsible for its intensity - with impacts that the different options for use of the transport system and combination of uses and intensities of land use have on energy consumption and the environment.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*CP1 - A dimensão do problema dos impactes dos transportes sobre o ambiente e consumo energético: conceitos base.*

*CP2 - Transportes, energia, ambiente e difusão tecnológica: conceitos e métodos quantitativos*

*CP3 - Avaliação de impactes ambientais.*

**CP4 - Externalidades ambientais nos transportes: conceitos e métodos quantitativos.**

**CP5 - Acessibilidade, mobilidade e usos do solo: principais interrelações, modelos e análise de casos de estudo.**

### 3.3.5. Syllabus:

**CP1 - The dimension of the problem of the impacts of transport on the environment and energy: basic concepts.**

**CP2 - Transport, energy, environment and technological diffusion: concepts and quantitative methods**

**CP3 - Environmental impacts assessment: methodologies, legislation, policies and recommendation.**

**CP4 - Environmental externalities in transport: concepts and quantitative methods.**

**CP5 - Accessibility, mobility and land use: main relationships between these dimensions, modeling approaches, and analysis of cases studies.**

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

**O objectivo 1 será atingido sobretudo através dos conteúdos programáticos (CP) 1 e 5**

**O objectivo 2 será atingido através do CP 2**

**O objectivo 3 será atingido através dos CP 2 e 5**

**O objectivo 4 será atingido através do CP 3**

**O objectivo 5 será atingido através dos CP 3 e 4**

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

**The first objective will be achieved mainly through the syllabus item CP 1 and 5**

**The second objective will be achieved through CP 2**

**The third objective will be achieved through CP 2 and 5**

**The fourth objective will be achieved through CP 3**

**The fifth aim will be achieved through CP 3 and 4**

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

**As aulas são teórico-práticas (apresentação de conceitos teóricos seguidos de discussão de casos de estudo ou resolução de exercícios práticos) e baseadas em slides e bibliografia específica da matéria leccionada.**

**Os alunos têm de prestar as seguintes provas para obter aprovação à disciplina:**

**- Resolução de Problemas em grupo: 45% da nota final (NF)**

**- Exame escrito individual: 50% da NF**

**- 5% da NF corresponde à participação dos alunos durante as aulas.**

**Trabalho prático : Resolução de dois exercícios e apresentação de um relatório final conjunto:**

**- 1º: modelação da evolução tecnológica de uma frota de automóveis**

**- 2º: cálculo de custos energéticos e externalidades ambientais**

**Testes/Exame : A avaliação individual da disciplina tem duas vias: 2 testes ao longo do semestre ou Exame final.**

**Todos os elementos são avaliados numa escala de 0 a 20 pontos com nota mínima de 10 valores em todas as avaliações.**

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

**Application exercises and written final exam.**

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

**Qualquer dos objectivos da unidade curricular inclui uma componente teórica em são apresentados conceitos através dos quais se pretende que os alunos incorporem os conhecimentos de base suficientes para poderem elaborar sobre os problemas que virão a encontrar na vida profissional ou académica. Por isso serão abordados e estudados no início das aulas, que relembramos, são eminentemente teórico-práticas. Não podemos esquecer que se reserva sempre tempo para a discussão na aula com os alunos sobre casos práticos relacionados com os conceitos apresentados.**

**Da mesma forma, existe sempre uma componente mais prática nas aulas. Em alguns casos, os alunos são confrontados com exercícios quantitativos (CP 2, 4 e 5) outros mais qualitativos (CP 3). Existe sempre a apresentação das metodologias na perspectiva mais teórica no início das respectivas aulas. No entanto, serão praticados sobretudo nas aulas práticas através da execução de exercícios concretos.**

**Finalmente, o sistema de avaliação é coerente no sentido em que se valoriza a nota final do aluno: quer no exame final teórico (50%) onde se pretende avaliar os níveis de conhecimentos individuais do aluno (sobretudo na vertente teórica); quer na participação nas aulas (5%) onde se pretende estimular o aluno à aprendizagem contínua ao longo das aulas e do ano; quer através do trabalho prático em grupo (45%) onde se pretende que os alunos apliquem os conceitos e metodologias que aprendem na vertente teórica.**

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*Any of the objectives of the course includes a theoretical component where concepts are presented and through which students are expected to learn the grounds to solve practical problems that they might face in their professional or academic life. Therefore those theoretical concepts shall be addressed in the beginning of lectures followed by a discussion with the students participation. Likewise, there is always a more practical component where students are called to develop quantitative methods for consolidation of theoretical knowledge (CP 2, 4 and 5) and in some cases more qualitative discussions (CP 3).*

*The evaluation system is consistent in the sense that all components are included in the student's final grade:*

*-Theoretical final exam (50%): assessment of individual knowledge (theoretical and practical).*

*-In class discussion participation (5%): stimulate the participation of students in the learning process*

*- Practical work (45%): assessment of the students' skills in using the right concepts and methodologies to solve practical exercises*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Handbook of Transport and the Environment , Hensher, David e Button, Kenneth (eds.), 2003, Elsevier, Amsterdam.*

*Our Common Future , World Commission on Environment and Development, 1991, Oxford University Press, Oxford.*

*Transit-Oriented Development in the United States: Experience, Challenges, and Prospects , Robert Cervero, et al, 2004, Transit Cooperative Research Program, Transportation Research Board.*

*Land Use and Transport Planning , Banister, D. and S. Marshall (eds.), 2007, European Perspectives on Integrated Policies. London: Elsevier.*

*Unsustainable Transport: City Transport in the 21st Century , Banister, D., 2005, London: Routledge .*

*Travel by Design: The Influence of Urban Form on Travel (Spatial Information Systems) , Boarnet, Marlon e Crane, Randall, 2001, Oxford University Press, USA.*

*The Geography of Transport Systems , Rodrigue, Jean-Paul, Claude Comtois and Brian Slack, 2006, Routledge, New York.*

**Anexo IV - Hidráulica II****3.3.1. Unidade curricular:**

*Hidráulica II*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*António Alberto do Nascimento Pinheiro*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*O aluno deverá ficar a conhecer os fundamentos dos escoamentos permanentes, unidimensionais, em superfície livre, em canais em canais com leito fixo ou móvel, bem como através de orifícios e descarregadores ou em através de meios porosos. Deverão ser capazes de resolver os problemas que se colocam em canais de perfil longitudinal complexo, com caudal constante ou variado ao longo do percurso. Deverá ainda adquirir as noções básicas relativas ao funcionamento e utilização de turbomáquinas hidráulicas (turbinas e bombas).*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*It is intended that the students understand the fundamentals of the 1-D free surface steady flows, over rigid or erodible bed, flows through orifices and weirs or through porous media. They shall be able to solve the free surface problems that appear in channels with complex longitudinal profile, with a constant discharge or with the discharge varying along the channel. They also should be able to understand the basic concepts about the performance and use of hydraulic machinery (turbines and pumps).*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*ESCOAMENTOS COM SUPERFÍCIE LIVRE: Regime uniforme: distribuições de velocidades; resistência ao escoamento; secções compostas e mistas. Teorema de Bernoulli e energia específica. Quantidade de movimento total. Número de Froude e controlo do escoamento. Regolho com caudal variável ao longo do percurso. Escoamentos permanentes rapidamente variados (incluindo o ressalto hidráulico). ESCOAMENTOS POR ORIFÍCIOS E DESCARREGADORES. TURBOMÁQUINAS HIDRÁULICAS: Introdução e classificação. Teoria elementar. Diagramas em colina e leis de semelhança. Bombas mistas e axiais. Número específico de rotações. Curvas características de bombas e de instalações. Altura de aspiração de bombas. Escolha de bombas. Turbinas de reacção: número específico de rotações.*

**Turbinas de acção. ESCOAMENTOS EM CANAIS DE LEITO MÓVEL: dimensionamento de canais estáveis. Configurações de fundo e resistência ao escoamento. Transporte sólido: caudal sólido por arrastamento e em suspensão.**

### 3.3.5. Syllabus:

**OPEN-CHANNEL FLOW: Uniform flow: shear stress distribution; velocity profiles; resistance to flow; stage-discharge curves for mixed and compound channels. Bernoulli theorem and specific energy. Total momentum. Froude Number and flow control. Backwater curves with constant and space variable discharge. Steady rapidly varied flows (including the hydraulic jump). Unsteady open-channel flows. ORIFICES AND WEIRS. TURBOMACHINERY: Introduction and classification. The centrifugal pump: elementary pump theory. Pump performance curves and similarity rules. Mixed- and axial-flow pumps: the specific speed. Matching pumps to systems characteristics. Net Positive Suction Head. Choice of pumps. Turbines: reaction turbines; idealized radial turbine theory; the specific speed; impulse turbines. Hydraulic measures. OPEN-CHANNEL FLOW ON MOBILE BED: Beginning of motion and stable mobile bed channels. Bed-forms and flow resistance. Sediment transport: bed load; suspended load.**

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos abrangem os principais aspectos básicos dos escoamentos em superfície livre, permitindo ao aluno adquirir sólidos conhecimentos que servirão de base para o prosseguimento dos estudos no domínio da hidráulica e para o exercício da sua vida profissional. Em paralelo com a apresentação das bases teóricas, os alunos são incentivados a resolver exemplos de aplicação, no decurso de aulas práticas, de modo a que desenvolvam a sua capacidade de análise de problemas com escoamento em superfície livre e com máquinas hidráulicas.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The program of the discipline covers the main basic aspects of the free surface flows, so that the student may acquire a solid knowledge which will be essential to continue with more advanced studies of hydraulics and for the their professional life. Together with the theoretical concepts presentation, the discipline includes practical classes where the students are encouraged to solve a set of examples, which intend to give them the ability to analyze and solve problems within 1D steady flows and pumps and turbines.*

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

*A matéria a leccionar na disciplina de Hidráulica II será apresentada recorrendo essencialmente ao quadro negro e ainda o retroprojector. As apresentações poderão incluir ainda a apresentação de fotografias e a projecção de filmes adequados à matéria exposta.*

*A avaliação contará com duas épocas, contando a melhor das notas obtidas.*

*1ª ÉPOCA: 2 testes e 2 trabalhos ou 1º exame e 2 trabalhos; nota: ponderação da média dos testes ou do 1º exame (0,85) com a média dos trabalhos (0,15); nota mínima de 9,50 na média dos testes ou no 1º exame; nota mínima de 7,50 em cada teste.*

*2ª ÉPOCA: só 2º exame; nota mínima de 9,50 no exame. Alunos que obtenham nota superior a 16,00 e pretendam defendê-la realizarão uma prova oral.*

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

*The topics to be presented in this discipline shall be presented essentially in the blackboard, and, less often, using the overhead projector. Some lessons may also include computer and video presentations.*

*There are two assessment schemes; the best grade prevails.*

*First scheme: 2 tests and 2 homework or 1 exam and 2 homework; grade: weighted average of the tests' average or 1st exam (0.85) with the average of the homework (0.15); minimum grade of 9.50 in the tests average or in the exam; minimum of 7.50 in each test.*

*Second schemes: only 2nd exam; minimum of 9.50 in the exam. Students wanting to keep grades higher than 16 must apply for an oral exam.*

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

*As metodologias de ensino utilizadas na Hidráulica II foram sendo desenvolvidas ao longo dos muitos anos em que a disciplina tem funcionado no IST, tendo posteriormente sido adaptados ao processo de Bolonha.*

*A distribuição das horas lectivas por aulas teóricas e práticas encontra-se consolidada e adaptada ao conteúdo actualmente ministrado, de modo a evitar desencontros entre a matéria teórica e os problemas em resolução. Os métodos de ensino adoptados têm garantido uma aprendizagem de qualidade para um número significativo de alunos, o que é comprovável pelas taxas de sucesso que se têm verificado nos últimos anos.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The teaching methods used in Hydraulics II were developed along a significant number of years, and were more*

*recently adapted to the Bologna process.*

*The contact hours distribution between theory and problems solving is adapted to the program so that no discontinuities between theoretical lessons and problem solving classes arise. The teaching methods have shown that a significant number of students achieve the discipline objectives, what can be assessed by the reasonably high approval rate that the discipline has had in the past few years.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Hidráulica Geral*, Manzanares, A. A., 1980, Volume II, AEIST

*Hidráulica*, Quintela, A. C., 1998, Fundação Calouste Gulbenkian, 6ª ed.

*Enunciados dos problemas das aulas práticas*, Secção de Hidráulica e Recursos Hídricos e Ambientais, 2004, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal

*Hidráulica Geral - Manual dos Trabalhos de Laboratório*, Cardoso, A. H., Covas, D., 2004, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal (versão electrónica)

## Anexo IV - Ambientes Inteligentes

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Ambientes Inteligentes*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Renato Jorge Caleira Nunes*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Fornecer uma visão abrangente das tecnologias utilizadas para uma interacção e monitorização do meio que nos rodeia, e estudo dos problemas relacionados com o desenvolvimento dos sistemas embebidos que as suportam*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*Give a comprehensive overview of the technologies available for interacting with and monitoring of the surrounding environment. Study the issues related to the development of embedded systems that give support to ambient intelligence*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Motivação: visão das interfaces do futuro. Problemas principais que se colocam: consumo de energia, comunicação, segurança, fiabilidade. Arquitectura típica: sensores/actuadores; processador; memória; redes de comunicação com fios e rádio.*

*Domótica: Objectivos e benefícios. Áreas de aplicação e funções. Protocolos e meios de comunicação mais comuns. Estudo das tecnologias X10, EIB/KNX, CEBus, LonWorks, DomoBus. Mecanismos de interoperação.*

*Sistemas Inteligentes de Mobilidade: Impacto no ambiente, na segurança e no conforto. Detecção, localização e identificação de objectos. Comunicações móveis e locais. Gestão da informação: informação ao público; gestão da mobilidade. Casos de aplicação.*

*Redes de sensores: Exemplos de aplicação: detecção de incêndios florestais; monitorização de solos e águas; monitorização de animais e pessoas. Problemas: consumo e produção de energia; protocolos de comunicação; sincronização. Estimação e agregação de dados.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Motivation: vision of future interfaces. Main problems: energy consumption, communication, security, reliability.*

*Typical architecture: sensors/actuators; processor; memory; communication networks wired and wireless.*

*Home automation: objectives and benefits. Application areas and functions. Protocols and communication mediums.*

*Study of the technologies: X10, EIB/KNX, CEBus, LonWorks, DomoBus. Interoperation mechanisms.*

*Intelligent mobility systems: Impact in environment, security and comfort. Detection, location and object identification.*

*Mobile and local communications. Data management: public information; mobility management. Application cases.*

*Sensor networks: Application cases: detection of forest fires; environment monitoring; monitoring of people and animals. Issues: energy consumption and energy harvesting; communication protocols; synchronization. Estimation and data aggregation.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.



*A unidade curricular tem como objectivos fundamentais dar uma visão abrangente das tecnologias usadas para uma interacção e monitorização do meio que nos rodeia e estudar os principais problemas e desafios que se colocam no desenvolvimento dos sistemas embebidos associados a essas tecnologias. Para satisfazer estes objectivos foram seleccionadas três áreas aplicacionais para estudo: i) domótica / automação de edifícios; ii) sistemas inteligentes de mobilidade e iii) redes de sensores e actuadores sem fios.*

*A área da domótica e da gestão técnica de edifícios é muito relevante pelos benefícios que permite e de que se destacam: um maior conforto e segurança, a capacidade de gerir de forma automática os consumos energéticos e outros recursos como, por exemplo, os gastos de água potável. A vertente da monitorização de consumos e gestão racional da energia assume um papel da maior relevância, pelo impacto económico que possui e que tenderá a intensificar-se no futuro, sendo também relevante a coordenação desses aspectos com a eventual capacidade de produção de energia local e interacção com a rede eléctrica inteligente. Outra vertente muito importante da domótica corresponde à capacidade de apoiar e permitir uma maior autonomia e segurança a pessoas idosas ou com limitações físicas, permitindo que essas pessoas possam manter-se nas suas habitações até idades mais avançadas, com grandes benefícios sociais e económicos. Na UC serão estudadas várias tecnologias domóticas, suas potencialidades e limitações, e serão analisadas múltiplas funcionalidades e serviços possíveis.*

*A segunda área de estudo corresponde aos sistemas inteligentes de mobilidade envolvendo meios privados e públicos de transporte, de pessoas e objectos. Serão estudadas diversas tecnologias de comunicação (local e móvel), monitorização e localização de veículos e objectos. Serão abordados mecanismos de suporte de gestão de tráfego e de frotas, e novos padrões de mobilidade nas cidades.*

*A terceira área de estudo corresponde às redes de sensores e actuadores sem fios. Serão estudados diversos domínios de aplicação, as principais tecnologias disponíveis e os desafios fundamentais que se colocam nesta área de que se destacam a gestão do consumo de energia, os protocolos de comunicação (que necessitam ser fiáveis e permitir a reorganização da rede em caso de falha na comunicação ou nos nós), as principais plataformas disponíveis e ambientes de desenvolvimento.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*This unit has as main objectives give a comprehensive overview of the technologies available for interacting with and monitoring the surrounding environment, and study the issues related to the development of embedded systems that support ambient intelligence. To fulfill these objectives three application areas will be studied: i) domotics / building automation; Intelligent mobility systems and iii) wireless sensor and actuator networks.*

*Domotics and building management systems are very relevant due the benefits they can offer, mainly regarding increased comfort and safety, the ability to manage and optimize energy consumption and other resources such as potable water. The monitoring and rational use of energy has an important economical role, which will increase in the future. It is also relevant the capability to manage local energy production and interaction with the smart grid. Other important area of domotics is the ability to offer greater autonomy and safety to elder people or people with disabilities, allowing aging in place, with the corresponding social and economical benefits. Several technologies will be studied and their features and limitations will be analyzed.*

*The second study area regards intelligent mobility systems, which involves private and public transportation means. Different local and mobile communication technologies will be studied and also monitoring and location technologies for objects and vehicles. We address the support to traffic and fleet management.*

*The third study area regards wireless sensor and actuator networks. We will study different application domains, main technologies and development tools available, and key issues such as energy consumption and communication protocols.*

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

*Projecto (80%) + artigo (20%)*

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

*Project (80%) + article (20%)*

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

*A metodologia de ensino baseia-se na leccionação de aulas teóricas e de aulas de laboratório. Nas aulas teóricas é leccionada matéria de forma organizada e sistematizada cobrindo o programa definido. As aulas de laboratório servem fundamentalmente para dar apoio e acompanhar o desenvolvimento do projecto que constitui 80% da componente de avaliação. Através da realização do projecto os alunos têm a possibilidade de aprofundar um tema em concreto, tomar contacto com detalhes que apenas a prática torna possível e explorar a sua capacidade criativa no desenvolvimento de novas soluções e abordagens. A avaliação do projecto engloba a realização de um relatório e apresentação pública. Adicionalmente ao projecto, o aluno deverá realizar um artigo de síntese que será apresentado em seminário. Este artigo incide sobre uma área aplicacional distinta do projecto, permitindo uma complementaridade do processo de avaliação que se torna assim mais abrangente.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The teaching methodology is based on the lecturing of theory classes and laboratory classes. In theory classes*

*subjects are taught in a structured and systematized way covering the unit program. The laboratory classes are used essentially to support and follow the project's development which accounts for 80% of the unit assessment. The project's development allow the students to investigate a specific theme and put into practice their creativity in developing new solutions and approaches. The project's assessment includes a written report and a public presentation.*

*Additionally to the project, each student is required to produce a synthesis paper that will be presented in a public seminar. The scope of the paper is in a different area of the project and complements the evaluation process making it more comprehensive.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Ambient Intelligence , W. Weber, J. Rabaey, E. Aarts, 2005, Springer*

## Anexo IV - Análise e Síntese de Algoritmos

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Análise e Síntese de Algoritmos*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Vasco Miguel Gomes Nunes Manquinho*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Formação de nível intermédio em algoritmia e complexidade, familiarizando os alunos com técnicas de análise e síntese de algoritmos e estruturas de dados. Conhecimento dos fundamentos da análise e síntese de algoritmos. Análise da realização prática de algoritmos e estruturas de dados. Perspectiva abrangente das aplicações dos algoritmos em Engenharia Informática*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*Intermediate knowledge in algorithmics and complexity, preparing the students with techniques for the analysis and synthesis of algorithms and data structures. Knowledge of the fundamentals of the design and analysis of algorithms. Analyze the implementation of algorithms and data structures. Practical overview of applications of algorithms in Electrical and Computer Engineering.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Introdução à análise e síntese de algoritmos;  
Fundamentos matemáticos para análise de algoritmos;  
Revisão de algoritmos de ordenação: Mergesort; Heapsort; Quicksort; algoritmos de ordenação não baseados em comparação;  
Revisão de estruturas de dados: Listas; Pilhas; Filas; Tabelas de dispersão; Árvores de procura binária; Árvores equilibradas;  
Análise amortizada. Exemplos de aplicação: Amontoados Binomiais;  
Introdução à Geometria Computacional. Algoritmos em grafos: Algoritmos elementares; Árvores abrangentes de menor custo; Caminhos mais curtos; Fluxos máximos;  
Introdução à Programação Linear: Algoritmo Simplex;  
Técnicas de síntese de algoritmos: Programação dinâmica; Algoritmos gananciosos;  
Algoritmos para emparelhamentos máximos;  
Introdução à complexidade: Classes P e NP; Problemas NP-completos; Teorema de Cook; Estudo de alguns problemas NP-completos; Algoritmos de aproximação para problemas NP-difíceis;*

### 3.3.5. Syllabus:

*Introduction to the analysis and design of algorithms;  
Mathematical foundations for the analysis of algorithms;  
Review of sorting algorithms: mergesort, heapsort, quicksort. Sorting algorithms not based on comparisons;  
Review of data structures: lists, stacks, queues, hash tables, binary search trees, balanced trees;  
Amortized analysis. Application examples: binomial heaps, file compression, data structures for disjoint sets;  
Introduction to computational geometry. Graph algorithms: elementary algorithms, minimum spanning trees, shortest paths, maximum flows and maximum bipartite matching;  
Introduction to Linear Programming: Simplex algorithm;*

*Dynamic programming. Greedy algorithms;*

*Algorithms for string matching;*

*Introduction to computational complexity: the classes P and NP. Cook theorem. NP-complete problems. Proofs of NP-complete problems. Approximation algorithms for NP-hard problems;*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os alunos começam por rever os conceitos básicos de algoritmia e complexidade. Para tal são usados os algoritmos de ordenação. As técnicas de análise de algoritmos são então consolidadas usando os algoritmos em grafos. Novas estruturas de dados são introduzidas e analisadas. A perspectiva da realização prática de algoritmos e resolução de problemas é consolidada com os tópicos finais da disciplina.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*Students start by reviewing the basic concepts of algorithms and complexity. For that, sorting algorithms are used. Next, techniques for analysis of algorithms are further developed using algorithms in graphs. New data structures are introduced and analyzed. The perspective for practical implementation of algorithms and problem solving are developed at the end of the semester.*

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

*A avaliação é constituída pela componente teórica (80%) e componente prática (20%).*

*- Componente prática (2 mini-projectos, realizados individualmente):*

*Os projectos deverão ser realizados em C ou C++ e são avaliados automaticamente.*

*Só haverá discussões de projectos em casos pontuais.*

*Não há nota mínima na componente prática.*

*- Componente teoria (2 testes):*

*É possível fazer melhoria de nota de um dos testes na repescagem.*

*A nota mínima da componente teórica é 7,5 valores.*

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

*Assessment has two components, theoretical (80%) and practical (20%).*

*- Practical component (2 individual mini-projects):*

*The projects must be implemented in C or C++ and will be evaluated automatically.*

*Oral presentations will only be required in special cases.*

*There is no minimum for the practical component.*

*- Theoretical component (2 quizzes):*

*The best grade between the recovery quiz and the 1st/2nd quiz will be used.*

*The minimum pass grade for the theoretical part is 7,5.*

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

*As aulas são divididas entre teóricas e práticas. As aulas teóricas são aulas de exposição onde a matéria é introduzida, sendo as aulas práticas usadas para resolução de exercícios. A componente teórica é avaliada nos testes, e a capacidade de realização prática de algoritmos e resolução de problemas avaliada nos projectos.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*Classes are divided into theoretical and practical classes. The course subjects are first introduced in theoretical classes and practical classes are interactive with focus on solving exercises. The theoretical component of the course is evaluated in two quizzes, while the ability for implementing algorithms and problem solving are evaluated in projects.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Introduction to Algorithms , Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest e Clifford St, 2001, MIT Press*

*Introduction to Algorithms, Second Edition , Thomas H. Cormen, CharlesE. Leiserson, Ronald L. Rivest e Clifford Stein, 2001,, 2011, MIT Press - ISBN: 0-262-03293-7*

*Introduction to Algorithms, Second Edition , Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest e Clifford Stein, 2001, MIT Press - ISBN: 0-262-03293-7*

## Anexo IV - Empreendedorismo de Base Tecnológica

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Empreendedorismo de Base Tecnológica*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

**Rui Miguel Loureiro Nobre Baptista**

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

**<sem resposta>**

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

***Desenvolvimento nos alunos de uma atitude empreendedora através da compreensão dos objectivos e comportamentos empresariais.***

***Compreensão e estruturação do processo de detecção e análise de oportunidades de negócio.***

***Definição de critérios para avaliação do potencial de um novo negócio e dos recursos necessários para o desenvolver e implementar.***

***Desenvolvimento dos instrumentos de análise financeira necessários para analisar um novo negócio.***

***Identificação de fontes de financiamento para novos negócios.***

***Reconhecimento dos procedimentos necessários à protecção da propriedade intelectual da ideia, design, produto ou tecnologia que suportam a ideia de negócio.***

***Compreensão do papel dos elementos da equipa de projeto no planeamento e lançamento de um novo negócio.***

***Integração de todos os procedimentos preliminares na criação de um Plano de Negócios que materialize o esforço de preparação e análise realizado.***

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

***To develop a better understanding of entrepreneurial aptitudes, behaviors and goals. To understand the process of opportunity recognition and analysis. To understand the criteria used in evaluating opportunities and to develop venture screening criteria. To understand the basic financial tools necessary for analyzing financial requirements and forecasting the profitability of new businesses. To identify the various sources of financing for ventures. To understand the role of teams in the entrepreneurial process and the type of team partners that entrepreneurs must seek. To understand the types of venture partners and alliances that might be beneficial for venture success. To realize how these preliminary steps lay the ground work for the creation of an effective business plan.***

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

***Capítulo I: Introdução: Inovação e Empreendedorismo***

***Capítulo II: Ideias Tecnológicas e Oportunidades de Negócio***

***Capítulo III: Universidades e Formas de Comercialização de Tecnologia***

***Capítulo IV: O Processo de Criação de Novos Negócios***

***Capítulo V: Mercado, Concorrência e Vantagem Competitiva***

***Capítulo VI: Metodologias de Análise de Oportunidades de Negócio***

***Capítulo VII: Protecção da Propriedade Intelectual***

***Capítulo VIII: Planeamento Financeiro de Novos Negócios***

***Capítulo XIX: Fontes de Financiamento de Novos Negócios***

***Capítulo X: A Equipa Empresarial e o Modelo Organizacional***

***Capítulo XI: O Plano de Negócios***

**3.3.5. Syllabus:**

***The Entrepreneurship Process and the Entrepreneurial Mindset***

***Technological Innovation, Venture Ideas and Opportunity Recognition***

***Universities and Technology Commercialization***

***Entrepreneurial Goals, strategy delineation and implementation***

***The Structural Analysis of Industries: Ideas, Resources and Competitive Advantage***

***Analyzing and Evaluating Business Opportunities***

***Intellectual Property Issues in Technology-based Entrepreneurship***

***Financial Issues and Operations in New Venture Development***

***Basic Issues and Concepts in Financing New Businesses.***

***Financial Resources for New Venture Development***

***The Role of Teams in the Entrepreneurship Process***

***Business Planning***

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

***Os conteúdos programáticos incluem as competências fundamentais para a realização dos objectivos da unidade curricular: critérios para a detecção e análise de oportunidades de negócio e definição do potencial de mercado e modelos de negócio associados a uma tecnologia; processos de planeamento dos recursos financeiros e humanos necessários para a exploração da oportunidade; metodologias de protecção de propriedade intelectual.***

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The syllabus includes fundamental skills for the achievement of the course unit objectives: criteria for the detection and analysis of business opportunities and definition of the market potential and business models associated with a specific technology; planning processes of financial and human resources to take profit from the opportunity; intellectual property protection methodologies.*

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

*Os alunos deverão formar equipas de 3-4 elementos. Cada equipa deverá desenvolver uma Análise de Oportunidade de Negócio (Relatório de Progresso) ? a apresentar na sétima semana de aulas ? e um Plano de Implementação do Negócio (Relatório Final), a apresentar na 13ª e 14ª semanas de aulas. A participação de outros alunos que não os elementos das equipas de projecto na discussão de Relatórios é também valorizada. Assim, a avaliação dos alunos terá como base as seguintes componentes: - Análise de Oportunidade de Negócio (Relatório de Progresso): 30% da Nota Final. - Plano de Implementação do Negócio (Relatório Final): 50% da Nota Final. - Participação Oral Individual: 15% da Nota Final.*

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

*Students should form team consisting of 3-4 elements. Each team should develop a Business Opportunity Analysis (Progress Report) to submit on the 7th week during the academic year and a Business Implementation Plan (Final Report), to be submitted on the 13th and 14th week. The participation of other students other than those that participate in the project teams in the discussion of Reports is also valued. Thus, student assessment will be based on the following components: - Business Opportunity Analysis (Progress Report): 30% of the Final Grade. - Business Implementation Plan (Final Report): 50% of the Final Grade. - Individual Oral Participation: 15% of the Final Grade.*

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

*As metodologias de ensino adoptadas são baseadas na experiência, por parte dos alunos, do processo de identificação, avaliação, planeamento e implementação de uma oportunidade de negócio, acompanhada por uma componente teórica que pretende estabelecer as bases necessárias para uma aprendizagem baseada no processo.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The learning methodologies are based on the process of identification, evaluation, planning and implementation of a business opportunity, together with a theoretical component which aims at establishing the necessary bases for a learning based on the process.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Technology Ventures: From Idea to Enterprise, 2nd Ed. , Richard C. Dorf, Thomas H. Byers, , 2007/2008, McGraw-Hill Education 2007  
Diapositivos de Apoio às Aulas Teóricas , Rui Baptista, 2007/2008, A disponibilizar na página da disciplina 2007  
Colectânea de Textos e Casos a adquirir de acordo com indicação do docente , Vários autores, 2007/2008, IST-Reprografia 2007  
Diapositivos de Apoio às Aulas Teóricas, Rui Baptista, 2007, A disponibilizar no website da disciplina  
Colectânea de Textos e Casos a adquirir de acordo com indicação do docente, Vários autores, 2007, IST-Reprografia*

**Anexo IV - Fundamentos de Investigação Operacional****3.3.1. Unidade curricular:**

*Fundamentos de Investigação Operacional*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*João Carlos da Cruz Lourenço*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*O objectivo essencial, da disciplina de Fundamentos de Investigação Operacional, é o de preparar, quem a frequente, para abordar a resolução de problemas complexos da vida real, identificando componentes que possam ser formulados como modelos ou associações de modelos, de entre o vasto repertório de ferramentas que integram o domínio da investigação operacional.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*The main objective in this course on Fundamentals of Operations Research is to prepare the students for dealing with complex real-world problems, by identifying the main components that can be modeled through formal models from a wide range of techniques that belong to the domain of the Operations Research.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

- 1-Introdução à Investigação Operacional (IO). Perspectiva histórica. Potencialidades e limitações da IO. Metodologia da IO.
- 2-O Modelo de Programação Linear (PL)
- 3-Formulação de problemas
- 4-Resolução gráfica de problemas de PL.
- 5-Interpretação e fundamentação do Método Simplex.
- 6-Método simplex revisto
- 7-Técnicas das duas fases e m-grande.
- 8-Dualidade e análise de sensibilidade em PL.
- 9-Casos especiais de PL: os problemas de transportes, transexpedição e de afectação.
- 10-Previsão.
- 11- Simulação.

**3.3.5. Syllabus:**

- 1-Introduction to Operations Research (OR). History, strengths and limitations, methodologies.
- 2-The linear programming (LP) model.
- 3-Modelling in OR.
- 4-Graphical resolution of an LP model.
- 5-The foundations of the simplex method.
- 6-The revised simplex method.
- 7-Two-phase and big-M methods.
- 8-Duality and sensitivity analysis.
- 9-Particular cases of LP models: Transportation, transshipment, and assignment problems.
- 10-Forecasting.
- 11-Simulation.

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*O programa desta unidade curricular centra-se em três importantes tópicos da Investigação Operacional: programação linear, previsão e simulação.*

*O tipo de aplicação mais comum da programação linear consiste em determinar a melhor forma possível (i.e. ótima) de afectação de recursos escassos a actividades que disputam esses recursos entre si. Nesta unidade curricular dá-se uma atenção particular à programação linear, tanto em termos de formulação de problemas como aos métodos de resolução de problemas, análises de sensibilidade e tratamento dos seus casos especiais.*

*Previsão é uma necessidade básica de todas as actividades que exijam alguma forma de planeamento. Os modelos de previsão leccionados nesta unidade curricular permitem antecipar o que poderá acontecer no futuro (por exemplo, volumes de vendas, necessidades de materiais, necessidades de mão-de-obra) tendo por base os acontecimentos ocorridos no passado, recorrendo a métodos quantitativos.*

*A simulação envolve tipicamente a utilização de um computador para representar a operação de um processo ou de um sistema completo. Durante a simulação o computador gera e regista acontecimentos aleatórios para as diversas componentes do processo ou do sistema. Devido à velocidade do computador podem simular-se extensos períodos de tempo de operação (que podem ir até anos) de um determinado processo ou sistema em poucos segundos, o que permite analisar configurações alternativas desse processo ou sistema e seleccionar aquela que melhores resultados obteve.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The syllabus of this course unit is based on three important Operational Research topics: linear programming, forecasting and simulation.*

*The most common type of application of linear programming consists in determining the best possible way (i.e. the optimum approach) to allocate scarce resources to activities that compete for those resources. This course unit gives particular attention to linear programming, both in terms of problem formulation and problem solving, sensitivity analyses and treatment of special cases.*

*Forecasting is a basic need of all activities that require some sort of planning. The forecasting models taught in this course unit allows for anticipating what may happen in the future (for example, sales volume, material needs, workforce needs) on the basis of past events by making use of quantitative methods.*

*Simulation typically encompasses the use of a computer to represent the operation of a process or a complete system. During the simulation, the computer generates at-random events for the different components of the process or system. Due to the computer speed, long periods of time may be simulated (for periods up to several years) of a specific process or system in a few seconds, which allows analysis of alternative arrangements of that process or*

*system and select the one with the best outcomes.*

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

*Dois testes com exame de repescagem. A nota final é calculada efectuando a média das melhores notas obtidas no 1.º teste/1.ª parte do exame e do 2.º teste/2.ª parte do exame. A nota mínima para obter aprovação em cada prova escrita (testes ou exame) é de 10 valores.*

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

*Two partial quizzes with examination. The final grade is determined through an average of the best grades in 1st quiz/1st part of the examination and 2nd quiz/2nd part of the examination. The minimal grade in each of the partial quizzes/parts of the examination is 10.*

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

*Nesta unidade curricular o conhecimento teórico ministrado é complementado com a resolução de exercícios de índole prática baseados em problemas reais das organizações. É dada uma especial importância ao desenvolvimento da capacidade de formulação/modelização de problemas pelos alunos. É promovida a utilização de meios computacionais para a resolução de problemas.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*In this course unit, theoretical knowledge is taught in tandem with practical exercises based on real problems of organizations. Particular attention is given to the development of the students' formulation/modelling problem skill. The use of computational tools is encouraged in problem solving.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Pesquisa Operacional (7.th Ed.), Hillier, F.S., e G.J. Lieberman , 2006, McGraw-Hill*

## Anexo IV - Avaliação de Projectos

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Avaliação de Projectos*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*João Agostinho de Oliveira Soares*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Esta disciplina visa familiarizar os alunos com as técnicas de análise financeira utilizadas na avaliação de projectos de investimento, e em particular de projectos de engenharia. Complementarmente, são introduzidas matérias de análise estratégica, de mercado e de risco consideradas relevantes para aquela avaliação. No final do semestre os alunos deverão dominar as técnicas e metodologias inerentes à avaliação económico-financeira de projectos de investimento, sendo capazes de elaborar o dossier de estudo de um projecto de investimento.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*This course aims to introduce the financial analysis techniques used in the appraisal of capital investment projects, particularly in the appraisal of engineering projects. In addition, the course includes other topics considered to be relevant to this appraisal, covering strategic diagnosis, demand forecasting and risk analysis. After one semester, students should be able to select the appropriate techniques to support investment decisions and generate project assessment reports.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*1. Âmbito da Análise de Projectos de Investimento*

*2. Plano Geral de um Estudo de Investimento:*

*3. Análise Estratégica e do Mercado*

*4. Critérios de Análise da Rendibilidade*

*5. Cálculo dos Cash Flows e da Taxa de Actualização*

*6. Interação entre as Decisões de Investimento e Financiamento: Análise de Rendibilidade Pós-Decisão de*

**Financiamento, na óptica do capital próprio****7. Análise do Risco e da Incerteza****8. Selecção de Investimentos: Comparação Entre Alternativas de Investimento Sob Circunstâncias Específicas****3.3.5. Syllabus:**

- 1. Scope of Investment Analysis**
- 2. Global overview of project analysis**
- 3. Strategic and Market Analysis**
- 4. Investment Criteria**
- 5. How to calculate the cash flows and the discount rate**
- 6. Interactions of Investment and Financing Decisions**
- 7. Risk and Uncertainty Analysis**
- 8. Project interactions: investment selection under specific circumstances**

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*O programa começa por introduzir os conceitos gerais de análise económica, financeira e estratégica que permitirão na segunda fase (caps. 5 a 8) a aplicação a casos concretos de análise de projetos de investimento.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The program begins by introducing the general concepts of economic, financial and strategic analysis that will allow the resolution of specific cases of investment appraisal, to be analysed in the second part of the course (mainly chapters 5 - 8).*

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

*1º época - Trabalho de grupo (30%) + 1º teste de 45', a realizar durante as aulas (20%) + 2º teste final escrito de 1h 30', a realizar em data de 1ª época (50%); 2ª Época (de recurso, para repescagem ou melhoria) - Os alunos podem repetir um dos testes à escolha, mantendo as restantes notas, ou fazerem exame final de 2h (100%) . Notas acima de 18 obrigam a prova oral.*

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

*1st date - Team Homework with oral presentation (30%) + 1st test (duration: 45' - 20%) + 2nd test (duration: 1h30' - 50%); 2nd date (during the examination period) - Students can repeat just one of the tests, keeping the other grades, or attend a final exam (duration: 2h - 100%). Grades greater than 18 imply a complementary oral examination.*

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

*O método de avaliação adoptado visa conjugar duas componentes. Por um lado avaliar em testes escritos individuais os principais conceitos e metodologias constituintes do programa; por outro lado, promover a capacidade de trabalho em grupo aplicando os conteúdos ensinados.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The evaluation method adopted seeks to combine two components. On the one hand individual written tests assess the key concepts and methodologies constituting the program, on the other hand, the group work promotes group interaction applying the content taught.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Avaliação de Projectos de Investimento na Óptica Empresarial, , Soares, J., Fernandes, A., Março, A. e Marques, J., 2006, 2ª edição, Edições Sílabo  
Folhas da disciplina , João Soares, 2009,  
Princípios de Finanças Empresariais , Brealey R., Myers S., Allen F., 2007, 8ª Edição, McGraw-Hill de Portugal*

**Anexo IV - Avaliação e Gestão do Risco em Projecto****3.3.1. Unidade curricular:**

*Avaliação e Gestão do Risco em Projecto*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Mónica Duarte Correia de Oliveira*



**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

<sem resposta>

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Quase todas as actividades que exercemos no mundo actual envolvem algum tipo de risco: perigos físicos aparecem em múltiplos contextos, assumimos riscos especulativos quando investimos em acções, factores fora do nosso controlo podem criar atrasos num projecto, as preferências dos consumidores mudam diariamente, novos produtos aparecem e alteram equilíbrios de mercado. Neste contexto, existe uma necessidade de uso de um tratamento ordenado e formal do risco na análise de decisão. A análise formal de risco e a gestão de risco podem ajudar os decisores a avaliar riscos e a tomar decisões informadas, assim como podem ajudar a definir estratégias para controlo do risco tendo em conta o binómio custo-eficácia. Este curso tem como objectivo transmitir aos alunos os instrumentos de base para desenvolver uma análise formal de risco e as metodologias adequadas para gerir riscos.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*Almost everything we do in today's world involves a risk of some kind: physical hazards appear in multiple settings, we overtake speculative risk when buy some stocks, factors outside our control can delay a project, customer habits change, new products appear. Within this context, the demand for a more orderly and formal treatment of risk is great. Formal risk analysis and risk management can help individuals to assess those risks and to make well informed decisions, as well as helps to decide whether strategies can be used to control risk in a cost-effective manner. This course aims at providing students with tools to perform a formal analysis of risk, as well as with proper methodologies for managing risks.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:****I. CONCEITOS CHAVE EM ANÁLISE DE RISCO E EM GESTÃO DE RISCO**

1. Definição de Incerteza e Risco
2. Elementos de Incerteza e de Risco na Estruturação de Decisões e em Projectos
3. A natureza e as Fontes de Incerteza
4. Incerteza e (o papel da) Análise de Sensibilidade
5. Incerteza e (o papel de) Gestão de Risco

**II. ANÁLISE DE RISCO: Modelização de Risco e Incerteza**

1. Revisão Básica de Probabilidades
2. Probabilidades Subjectivas
3. Modelos Teóricos de Probabilidade
4. Modelos de Probabilidade baseados em Dados
5. Simulação
6. Valor da Informação
7. Modelização da Atitude de Risco

**III. GESTÃO DE RISCO: Conceitos chave**

1. Motivos para o uso de Processos Formais de Gestão de Risco
2. Processos de Gestão de Risco e a sua Base Informacional
3. Gestão de Risco iniciada em Diferentes Estágios do Ciclo de Vida do Projecto
4. Eficaz e Eficiente Gestão de Risco
5. Gestão de Risco na Perspectiva dos Contratos
6. Organização para a Gestão de Risco

**3.3.5. Syllabus:****I. KEY CONCEPTS IN RISK ANALYSIS AND IN RISK MANAGEMENT**

1. Definition of Uncertainty and Risk (several sources)
2. Uncertain Elements and Risk in Structuring Decisions and in Projects
3. The Nature and Sources of Uncertainty
4. Uncertainty and (the Role of) Sensitivity Analysis
5. Uncertainty and (the Role of) Risk Management

**II. RISK ANALYSIS: Modeling Risk and Uncertainty**

1. Basic Probability Review
2. Expert Judgment
3. Theoretical Probability Models
4. Data-based Probability Models
5. Simulation
6. Value of Information
7. Modeling Risk Attitude

**III. RISK MANAGEMENT: Key concepts**

1. *Motives for Formal Risk Management Processes*
2. *Risk Management Processes and their use of Information*
3. *Risk Management initiated at Different Stages of the Project Life Cycle*
4. *Effective and Efficient Risk Management*
5. *Risk Management in the Contractors? Perspective*
6. *Organizing for Risk Management*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*A unidade curricular apresenta conceitos e metodologias básicas necessárias à análise, avaliação e gestão de riscos em projectos, de forma a dotar os alunos com instrumentos para apoiarem os decisores na análise e avaliação de riscos e na tomada de decisões em contextos de gestão de projectos e empresariais.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The course unit presents basic concepts and methodologies that are needed for project risk analysis, assessment and management in order to prepare students with tools to support decision-makers in risk analysis and assessment and in project and business decision-making.*

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

*Trabalho de grupo obrigatório (30%) e um exame final (70%).*

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

*One compulsory group work (30%) and a final exam (70%).*

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

*Pretendendo a unidade curricular preparar os alunos sobre a forma de melhor gerir o risco em projectos, existe a preocupação de ligar os conceitos teóricos com a sua aplicação prática em contexto de projectos e empresarial. Deste modo, a unidade curricular alia um conjunto de aulas de matéria expositiva com: o ensino de um conjunto de sistemas de apoio à decisão que permitem aplicar as metodologias estudadas a exemplos práticos; e com a apresentação de trabalhos elaborados pelos alunos em grupo. Nestes trabalhos os alunos terão a oportunidade de integrar conhecimentos adquiridos nas aulas com uma análise crítica e construtiva sobre casos práticos de análise e gestão de risco.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*As the aim of this course unit is to prepare students on the best way to manage project risk, there is a concern to link theoretical concepts to their practical application in project and business contexts. Thus, the course unit brings together a set of theory lectures by teaching an array of decision-support systems that allow the application of studied methodologies to practical examples and the presentation of assignments through team work. In these assignments, the students will have the opportunity to integrate acquired knowledge in class with a critical and constructive analysis on practical cases of risk analysis and management.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Making Hard Decisions With Decision Tools Suite Update 2004 , Clemen, R. T. and T. Reilly, 2003, Duxbury.  
Project Risk Management, Chapman, C. and S. Ward, 2004, Chichester, John Wiley.*

**Anexo IV - Economia**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Economia*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Maria Margarida Martelo Catalão Lopes de Oliveira Pires Pina*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A disciplina de Economia visa introduzir os alunos nos conceitos básicos da Microeconomia e da Macroeconomia, de*

*forma a proporcionar um melhor entendimento do enquadramento económico em que se desenvolverá a sua actividade profissional. Após a frequência desta disciplina os estudantes deverão ser capazes de compreender os fenómenos económicos e o seu impacto nos consumidores e empresas.*

#### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*Introduce students to the basic principles of Microeconomics and Macroeconomics, allowing a better understanding of the economic environment in which their professional activity will take place. Students are expected to be able to understand economic phenomena and their impact on consumers and firms.*

#### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

##### **0. Introdução**

##### **I. Microeconomia**

##### **1. Modelo da procura e oferta**

##### **2. Procura, excedente do consumidor e elasticidades**

##### **3. Oferta, decisões de curto e de longo prazo**

##### **4. Custos da empresa, economias de escala, de gama, de experiência e de rede**

##### **5. Estruturas de mercado**

##### **5.1 Mercados concorrenciais**

##### **5.2 Poder de mercado**

##### **5.2.1 Políticas de preços e aplicações**

##### **5.2.2 Monopólios naturais**

##### **5.2.3 Conluio e carteis**

##### **5.3 Estruturas intermédias (oligopólio e concorrência monopolística)**

##### **6. Organização interna da empresa, incluindo integração vertical e horizontal (fusões)**

##### **7. Mercados com assimetria de informação: banca seguros e outros**

##### **8. Papel do Estado, incluindo regulação e política de concorrência**

##### **II. Macroeconomia**

##### **9. Principais indicadores macroeconómicos e sua interpretação**

##### **10. Consumo e investimento. Ciclos económicos e procura agregada**

##### **11. O mercado monetário e financeiro**

##### **12. Actuações de política**

##### **13. Comércio internacional e globalização económica**

##### **14. Crescimento e desenvolvimento económico**

#### 3.3.5. Syllabus:

##### **0 Introduction**

##### **I. Microeconomics**

##### **1 The demand and supply model**

##### **2 Demand, consumer surplus and elasticities**

##### **3 Supply in the short and in the long-run**

##### **4 Firm costs, scale, scope, experience and network economies**

##### **5 Market structures**

##### **5.1 Competitive markets**

##### **5.2 Market power**

##### **5.2.1 Price policies and applications**

##### **5.2.2 Natural monopolies**

##### **5.2.3 Collusion and cartels**

##### **5.3 Intermediate structures (oligopoly and monopolistic competition)**

##### **6 Internal organization of the firm, including vertical and horizontal integration (mergers)**

##### **7 Markets with asymmetric information: banking, insurance, and other**

##### **8 The Government's role, including regulation and competition policy**

##### **II. Macroeconomics**

##### **9 Main macroeconomic indicators and their interpretation**

##### **10 Consumption and investment. Economic cycles and aggregate demand**

##### **11 Monetary and financial markets**

##### **12 Fiscal (and monetary) policies**

##### **13 International trade and economic globalization**

##### **14 Economic growth and economic development**

#### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos cobrem os principais temas de Microeconomia e de Macroeconomia, de forma introdutória. Com eles, os alunos ficarão dotados de ferramentas base para interpretação das decisões empresariais,*

*das decisões de consumo e das actuações de política económica e suas consequências, atingindo-se, pois, assim, os objectivos pretendidos.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The topics addressed in this course cover the basics of Microeconomics and Macroeconomics, endowing students with important tools. These will allow them to interpret firm behavior, consumers' choices and Government policies, together with their effects, thus accomplishing the course objectives.*

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

*Apresentação da matéria acompanhada de exemplos reais e actuais, preferencialmente (mas não unicamente) ligados à economia portuguesa. A nota final será a combinação da classificação obtida em exame (80%, sendo a nota mínima de 8 valores) com a classificação resultante de um trabalho e da participação (20%). Trabalho: em grupos de 2 ou 3 elementos, versando vários capítulos do programa, à escolha dos alunos. O grupo deverá escolher um tema recente que se prenda com a matéria dada e comentá-lo. Cada trabalho deverá também ser apresentado na aula.*

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

*Exposition will be complemented by current examples, concerning the Portuguese economy or others. Final grade = exam (80%, with a minimum of 8) + team work and class participation (20%). Team work: groups of 2 to 3 students; applying several chapters to a current economic problem, according to students' interest. To be presented in class.*

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

*A ligação dos exemplos dados em aula e dos temas escolhidos pelos alunos para o trabalho de grupo à realidade, com problemas económicos concretos e actuais, permite atingir os objectivos da unidade curricular, nomeadamente no que diz respeito a um melhor entendimento do enquadramento económico em que se desenvolverá a sua actividade profissional*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The fact that examples in class are drawn from real world economies, and that the team work will be an application to a current economic problem, will allow students to better understand economic phenomena and their impact on consumers and firms.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Economia , Samuelson, Paul e Nordhaus, William , 2005, McGraw-Hill, 18ª edição  
Economia da Empresa , Mata, José , 2005, 3ª ed., Fundação Calouste Gulbenkian*

**Anexo IV - Engenharia Económica**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Engenharia Económica*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*João Agostinho de Oliveira Soares*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A disciplina de Engenharia Económica visa 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.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*This course aims to introduce the financial analysis techniques used in the appraisal of capital investment projects, particularly in the appraisal of engineering projects. After one semester, students should be able to select the appropriate techniques to support investment decisions and generate project assessment reports.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Introdução**
- 2. Princípios de Cálculo Financeiro:**
- 3. Planeamento e a Análise Financeira**
- 4. Critérios de Análise da Rendibilidade de Projectos de Investimento**
- 5. Selecção entre Investimentos Alternativos**

**3.3.5. Syllabus:**

- 1. Introduction**
- 2. Principles of financial calculus**
- 3. Planning and Financial Analysis**
- 4. Investment Criteria**
- 5. Investment selection**

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*O programa começa por introduzir nos capítulos 1 a 3 os conceitos gerais de cálculo financeiro e análise contabilística e financeira, que permitirão na segunda fase (caps. 4 e 5) a aplicação a casos concretos de análise de engenharia económica.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The program begins by introducing in chapters 1-3 the general concepts of financial calculus and accounting and financial analysis. This will allow the application of these concepts to the resolution of specific cases of economic engineering in the second part of the course (chs. 4 and 5).*

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

*1º época - Trabalho de grupo (25%) + 1º teste de 45', a realizar durante as aulas (25%) + 2º teste final escrito de 1h 30', a realizar em data de 1ª época (50%); 2ª Época (de recurso, para repescagem ou melhoria) - Os alunos podem repetir um dos testes à escolha, mantendo as restantes notas, ou fazerem exame final de 2h (100%) . Notas acima de 18 obrigam a prova oral.*

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

*1st date - Team Homework with oral presentation (25%) + 1st test (duration: 45' - 25%) + 2nd test (duration: 1h30' - 50%); 2nd date (during the examination period) - Students can repeat just one of the tests, keeping the other grades, or attend a final exam (duration: 2h - 100%). Grades greater than 18 imply a complementary oral examination*

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

*O método de avaliação adoptado visa conjugar duas componentes. Por um lado avaliar em testes escritos individuais os principais conceitos e metodologias constituintes do programa; por outro lado, promover a capacidade de trabalho em grupo aplicando os conteúdos ensinados.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The evaluation method adopted seeks to combine two components. On the one hand individual written tests assess the key concepts and methodologies constituting the program, on the other*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Avaliação de Projectos de Investimento na Óptica Empresarial. Soares J.O., Fernandes A., Março A., Marques J. , Edições Sílabo, 2ª edição, 2006.*

*Princípios de Finanças Empresariais. Brealey R., Myers S., Allen F., McGraw-Hill de Portugal, 8ª Edição, 2007.*

*Principles of Corporate Finance – Concise Edition. Brealey R., Myers S., Allen F., McGraw-Hill International Edition, 2nd. Edition, 2011.*

*Engineering Economics. Blank L.T., Tarquin A.J., , McGraw-Hill International Edition, 6th Edition, 2005.*

*Evaluating Software Projects: A Scenario Analysis. Soares J.O., Fernandes A. V., Proceedings of the Applied Business Research Conference, pp. 1-9, Rothenburg, Germany, 2002.*

## **Anexo IV - Gestão de Marketing**

### **3.3.1. Unidade curricular: *Gestão de Marketing***

### **3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo): *Carlos Manuel Ferreira Monteiro***

### **3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular: *<sem resposta>***

### **3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Esta disciplina visa transmitir aos alunos os conceitos e metodologias fundamentais de marketing e desenvolver as suas capacidades de aplicarem estas matérias a situações práticas.*

### **3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*The aim of this discipline is to give students the fundamental concepts and methodologies of marketing and to develop their capacities of applying this knowledge to real life situations.*

### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução ao marketing, gestão estratégica e planeamento de marketing, a envolvente de marketing, sistemas de informação de marketing e marketing research, criação de valor, satisfação e lealdade dos clientes, comportamento de compra do consumidor final e organizacional, segmentação, targeting e posicionamento, branding, decisões relativas ao produto, preço, canais de distribuição e comunicação, marketing de serviços, desenvolvimento de novos produtos, e-marketing, planeamento de marketing, implementação e controlo.*

### **3.3.5. Syllabus:**

*Defining marketing, strategic planning and marketing planning, the marketing environment, marketing information systems and marketing research, creating customer value, satisfaction and loyalty, consumer and organisational buyer behaviour, market segmentation, targeting and positioning, branding, decisions concerning the product, pricing, distribution channels, and integrated communications, the marketing of services, new-product development, e-marketing, marketing implementation, evaluation and control.*

### **3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Os conteúdos programáticos incluem precisamente os principais conceitos e metodologias de marketing, cujo domínio e capacidade aplicação a situações reais por parte dos alunos é aperfeiçoado através da resolução de exercícios e da elaboração de um Projecto de Marketing/ Plano de Marketing relativo a uma empresa real.*

### **3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The syllabus includes precisely the main concepts and methodologies of marketing, whose domain and application capacity to real situations on the part of students is developed through the resolution of exercises and the building of a Marketing Project/ Marketing Plan based on a real firm.*

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

*Teste individual (50% da Nota Final) e Trabalho de Grupo (50% da Nota Final), que consiste na elaboração de um Projecto de Marketing - um Plano de Marketing relativo a uma empresa que o grupo de alunos contacta e interage, ou outro projecto a acordar com o docente, e respectiva apresentação oral.*

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

*One individual Test (50% of the Final Grade) and a Group Marketing Project (50% of the Final Grade), where the group of students have to craft a Marketing Plan for a firm with which the group interacts, or other project to be agreed with the lecturer, and present it orally.*

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

*Os conceitos e metodologias fundamentais são transmitidos nas aulas teóricas, sendo também resolvidos exercícios nas aulas de problemas. O Projecto de Marketing/ Plano de Marketing, realizado por um grupo de alunos, permite a aplicação dos conteúdos programáticos a uma situação real, em que os alunos contactam e interagem com a gestão de*

*topo de uma empresa que seleccionam. A evolução do Projecto de Marketing é acompanhada nas aulas de problemas.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*The fundamental concepts and methodologies are transmitted in the theoretical classes; exercises are also solved in the practical classes. The Marketing Project/ Marketing Plan, performed by a group of students, allows the application of the syllabus to a real life situation, in which students contact and interact with the top management of a company that they select. The evolution of Marketing Project is accompanied in the practical classes.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**  
*Marketing Management , Kotler, P. and Keller,K., 2009, 13ª Ed., Pearson/Prentice Hall*

#### **Anexo IV - Gestão de Projetos de Engenharia**

**3.3.1. Unidade curricular:**  
*Gestão de Projetos de Engenharia*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**  
*José Manuel Costa Dias de Figueiredo*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**  
*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Desenvolver a capacidade de interiorizar os fundamentos da Gestão de Projecto numa abordagem contextualizada pela escassez de recursos, risco, e influência dos stakeholders. Os alunos devem ficar a saber como se repara um plano de projecto, a calendarização, a alocação de recursos, e a monitorização e controlo de forma a poderem explorar situações de boa gestão de projecto. Queremos também que durante o curso os alunos desenvolvam uma certa cultura de gestão de projecto e à vontade na exploração de uma das ferramentas de gestão integrada mais significativa, o Microsoft Project.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**  
*We intend to facilitate a process in which students gain the fundamentals of Project Management in a contextual view (resource scarcity, risk, stakeholders). Student should learn how to prepare a project plan, scheduling, resource allocation, monitor and control in way that enables them to develop skills that allow a better management of projects. We also intend that all students by the end of the semester have an enlarged culture on Project Management and some expertise on the use of Project Management integrated tools, namely Microsoft Project.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**  
*Contexto organizacional, tecnológico, processo de Engenharia, áreas de conhecimento da Gestão de Projectos, processos de Gestão e de Engenharia.*  
*Actividades, processos, tarefas.*  
*Ciclo de vida do projecto: origem, início, planeamento, execução, monitorização e controlo e fecho.*  
*Avaliação do desempenho e aprendizagem.*  
*Grupos, escolha da equipa, desenvolvimento do grupo, comunicação no grupo, liderança, mobilização, processualização do trabalho, divisão do trabalho, delegação, alinhamento, eficiência e eficácia, trabalho colaborativo, Agile e gestão de conflito.*  
*Competências de comunicação, comunicação organizacional (informal, formal, interna, externa, oral, escrita e mista).*  
*WBS, work breakdown structure e OBS organizational breakdown structure e RAM*  
*Planeamento com PERT e GANT.*  
*Alocação de recursos*  
*Custo, estimativas e controlo.*  
*Gestão do Risco.*  
*Decisão, Árvores de decisão.*  
*Earned Value Management*  
*Critical Chain e Buffers*  
*Gestão da mudança.*

**3.3.5. Syllabus:**  
*Organizational and technological context.*

*Activities, processes, tasks.*

*Project phases (life cycle): origin, start, planning, execution, control and closing.*

*Performance evaluation, learning cycle, team learning.*

*Organizational communication (informal, formal, oral and written).*

*Project scope.*

*WBS Work Breakdown structure, OBS organizational breakdown structure, and RAM*

*Planning with PERT and GANT, critical path. Time management*

*Resource allocation, Costs and estimates, cost control*

*Risk management. Decision trees, decision tables, expected value, utility functions*

*Earned Value Management.*

*Critical Chain and Buffers.*

*Managing change.*

*Contracting, Procurement, Negotiation*

*Conclusion (closing) and learning (Lessons learned)*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*O programa da disciplina foi concebido a partir dos objectivos de aprendizagem e das competências que se pretende que sejam adquiridas, dessa forma o alinhamento que existe é estrutural.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*We started the design of this subject by defining the objectives and the competences to be acquired, so the alignment between program and objectives is very strong.*

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

*Aulas teóricas participadas com perguntas em aberto. Aulas práticas de apresentação (em grupo) e discussão, com avaliação da participação individual. Realização de projecto, numa abordagem “aprender fazendo” com utilização da ferramenta – Microsoft Project, com entrega de relatório, apresentação e discussão em grupo perante um júri..*

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

*Theoretical sessions promote the student's participation. Practical classes explore group presentations and class discussion, with assessment to individual participation. Parallel to the class session's, students manage a project where they experience decision dilemmas and learn how to use an integrated project management tool – Microsoft Project. The group delivers a report, and performs a presentation with discussion with the jury.*

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

*A gestão de projectos é regulada por boas práticas, com recurso ao desempenho, planeamento e controlo de processos encadeados. A metodologia de ensino pretende apresentar e explicar boas práticas (PMBOK), apresentar uma perspectiva crítica face às mesmas (Critical Chain, Agile) e discutir situações concretas abordadas em artigos científicos sobre gestão de projectos. A terceira faceta explorada nesta disciplina é a realização de um projecto numa perspectiva de aprenda fazendo.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*Project management is regulated by good practices in planning, executing and controlling processes that are related and tangled. The learning methodology intends to present and explain good practices (PMBOK), visit some critical alternative approaches (Critical Chain, Agile) and discuss real situations presented in scientific papers in the subject. The third aspect we intend to explore is the making of a project, exploring the learning by doing approach.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*PMBOK Guide, 2004, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, PMI*

*Critical Chain, 1997, North River Press, Eliyahu M. Goldratt*

*Basic management skills, Gerard M. Blair*

## Anexo IV - Gestão Estratégica e Comercial

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Gestão Estratégica e Comercial*



**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

***Maria Teresa Romeiras de Lemos***

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

***<sem resposta>***

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

***Desenvolver nos alunos a capacidade de pensar estrategicamente sobre uma empresa, nomeadamente sobre o seu posicionamento competitivo, sobre como é que podem ser conseguidas vantagens competitivas sustentáveis que permitam captar a preferência dos consumidores alvo, e sobre como é que a estratégia escolhida pode ser implementada e executada com sucesso; e desenvolver nos alunos a capacidade de aplicarem análise e escolha estratégica numa grande variedade de indústrias e situações competitivas.***

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

***To develop the student's capacity to think strategically about a firm, namely about its competitive position, how to obtain sustainable competitive advantages that will allow the firm to capture the preference of its target markets, and how the chosen strategy can be successfully implemented and executed; and to develop the student's skills in applying strategic analysis and choice in a variety of industries and competitive situations.***

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

***a) Gestão estratégica. 1.Introdução à gestão estratégica: conceito de estratégia, a gestão estratégica como um processo, e um modelo de gestão estratégica; 2.Visão estratégica, missão do negócio, e estabelecimento de objectivos; 3.Análise da indústria e da envolvente competitiva; 4.Análise interna; 5.Geração alternativas estratégicas; 6.Implementação da estratégia.***  
***b) Marketing.1.Conceitos básicos de marketing; 2.Comportamento de compra do consumidor; 3.STP; 4.O marketing-mix: (produto, preço, distribuição, e comunicação)***

**3.3.5. Syllabus:**

***a) Strategic Management. 1.Introduction to strategic management; 2.Strategic vision, business mission, and goals setting; 3.Analysis of the industry and competitive environment; 4.Internal analysis; 5.Generation of strategic alternatives; 6.The implementation of the strategy.***  
***b) Marketing 1.Basic marketing concepts; 2.Consumer buyer behaviour; 3.STP; 4.Marketing - mix (product, price, distribution, promotion).***

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

***Para se desenvolver nos alunos a capacidade de pensar estrategicamente sobre uma empresa, nomeadamente sobre o seu posicionamento competitivo, sobre como é que podem ser conseguidas vantagens competitivas sustentáveis que permitam captar a preferência dos consumidores alvo, e sobre como é que a estratégia escolhida pode ser implementada e executada com sucesso são apresentados nas aulas teóricas e aplicadas nas práticas os principais conceitos e modelos da área da gestão estratégica e marketing (vide programa)***

***Para se desenvolver nos alunos a capacidade de aplicarem análise e escolha estratégica numa grande variedade de indústrias e situações competitivas são apresentados para resolução escrita e apresentação Casos de Estudo sobre diversas áreas de actividade.***

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

***To provide students with the capacity to think strategically on a company, namely on its competitive positioning, on how sustainable competitive advantages may be achieved, making it possible to attract target-consumers' preferences, and on how the strategy chosen may be implemented and carried out successfully, the main concepts and models in the area of strategic management and marketing (see programme) are presented in theory and practical classes.***

***In order to develop students' skills to apply strategic and analysis and choice in a wide variety of industries and competitive situations, Case Studies on different areas of activity are presented for written resolution and presentation.***

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

***Mini Projecto (35%) + 2 Casos Escritos em grupo (2\* 15%) + Teste Individual (30%) com consulta + 5% Assiduidade (Apresentação Mini Projectos e Seminários)***

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

***4 written group cases (4\* 15%-the best four out of five) + Individual test (35%) with consultation + 5% attendance in classes (presentation of classes in seminars)***

**Group 3-4 students. Each group makes 2 presentations**

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*Os alunos têm de desenvolver trabalhos em grupo e individuais o que lhes permite simultaneamente desenvolver as capacidades de análise e de decisão estratégica. A resolução de casos em grupo também lhes permite trabalhar numa simulação de um ambiente de uma empresa/organização e desenvolver as capacidades de relações interpessoais e de formação de consensos.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*Students should do group and individual work allowing them simultaneously to develop their analysis and strategic simulation skills. The resolution of group cases also allows them to work on the simulation of a company/organization environment and develop their skills in terms of interpersonal relationships and consensus building.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Crafting and Executing Strategy: The Quest for Competitive Advantage: Concepts and Cases , Thompson & Strickland & John Gamble, 2010, McGraw Hill; www.mhhe.com/thompson  
 Marketing Management, Kotler, P., Keller, K.  
 Pearson -Prentice Hall, 2006*

**Anexo IV - Gestão Logística e de Operações**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Gestão Logística e de Operações*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Ana Paula Ferreira Dias Barbosa Póvoa*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*O objectivo da disciplina fornecer aos alunos os conhecimentos sobre os fundamentos gerais da Gestão Logística e das Operações (GLO). Estudam-se os métodos e técnicas mais usados pelas organizações no âmbito da área da Gestão Logística e das Operações procurando fornecer aos alunos a capacidade de análise, crítica e resolução de problemas nas áreas.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*The objective of the subject is to provide the knowledge on the fundamentals of logistics management and operations management. The most important methods and techniques used in the area are studied. This will provide the students with the capacity to identify, analyse and solve problems within the area.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*A Gestão Logística e as Operações: conceitos fundamentais. A logística externa e a logística interna.  
 O projecto da cadeia Logística e a estratégia logística. A logística e a Distribuição. A coordenação da cadeia logística e das Operações.  
 O processo de planeamento: planeamento agregado, plano director de produção, escalonamento. Gestão de capacidade e de Inventário.  
 A melhoria contínua da gestão da cadeia logística e das operações.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Logistics Management and Operations: fundamental concepts. External and internal logistics. Logistics Chain Design and logistics strategy. . Logistics and Distribution. Logistics Chain and Operations Coordination. The planning process: aggregated plan, master production scheduling, scheduling. Capacity management and Inventory management. Continuous improvements of the supply chain and operations.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*A unidade curricular apresenta a cadeia logística e a sua ligação às operações explorando a interligação entre ambas*

**as actividades. Privilegia os processos de planeamento, gestão de capacidade e de inventário apresentando os conceitos fundamentais e o que na área se tem desenvolvido mais recentemente e se utiliza nas empresas e suas cadeias logísticas**

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*This course unit presents the logistic chain and how it relates to operations by exploring the synergies of both activities. It favours the planning processes, capacity and inventory management by presenting the fundamental concepts and recent developments and processes in use in companies and their logistic chains.*

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

**Trabalho realizado em grupo - 30 % (relatório, apresentação e discussão em aula do trabalho); Teste - 70%**

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

**Group work - 30% ; final exam - 70%**

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

*Sendo a unidade curricular uma unidade que pretende dar a conhecer aos alunos a forma de melhor gerir a cadeia logística e as operações de uma organização há a preocupação de ligar os conceitos teóricos à realidade empresarial. Assim, a unidade curricular alia um conjunto de aulas de matéria expositiva com a apresentação de trabalhos elaborados pelos alunos em grupo. Estes trabalhos exploram diferentes tópicos do programa e envolvem o estudo de um caso real de uma organização. Consegue-se assim fazer a integração de conhecimentos adquiridos na exposição de matéria feita pelo docente e a análise crítica e construtiva dos alunos sobre temas do programa que envolvem casos reais.*

**Ambas as componentes estão sujeitas a avaliação.**

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*This course unit aims at teaching students the best way to manage an organization's logistic chain and operations. Therefore, there is the interest of connecting theoretical concepts to the business reality. Thus, it brings together a set of theory classes and the presentation of assignments carried out by the students. These assignments explore different programme topics and encompass the study of a real case within an organization. Therefore, one can manage to integrate knowledge given in theory classes by teachers and the critical and constructive analysis of students on themes that involve real cases.*

**Both components are subject to assessment.**

**3.3.9. Bibliografia principal:**

***Production and Operations for Competitive Advantage* , R. B. Chase, F. R. Jacobs e N. J. Aquilano, McGrawHill/Irwin, 11ª edição, 2006;**

***Designing and managing the Supply Chain : Concepts, Strategies and Case Studies* , David Simchi-Levi, Philip Kaminsky e Edith Simchi-Levi , McGrawHill/Irwin, 3ª edição, 2008.**

**Anexo IV - Modelos de Apoio à Decisão**

**3.3.1. Unidade curricular:**

***Modelos de Apoio à Decisão***

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

***Carlos António Bana e Costa***

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

***<sem resposta>***

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

***A capacidade de tomar decisões é apontada pela maioria dos executivos de topo nas organizações como o atributo mais importante para uma gestão bem sucedida. O objectivo da disciplina de Modelos de Apoio à Decisão é ensinar, com apoio em casos e software, métodos para ajudar a melhorar a tomada de decisões nas organizações públicas e privadas, na indústria e nos serviços, em problemas complexos de contextos diversos: de incerteza, de risco, de múltiplos objectivos, de avaliação de estratégias alternativas, de alocação de recursos, de decisão em grupo, e de negociação.***

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*Top executives indicate that the ability to make decisions is a key skill for a successful management of every organization. The Decision Support Models course aims at teaching decision expertise to students, through the study of methodologies (with support of case studies and software) to help a better decision taking in public and private organizations, in production and services, in complex problems of different contexts: uncertainty, risk, multiple objectives, and validation of alternative strategies, resource allocation, group decision and negotiation.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*A problemática da tomada de decisão: Definição de (problema de) decisão. Importância na engenharia e gestão. Características do contexto de decisão.*

*Estratégias de tomada de decisão: intuitiva, analítica e consultiva. Incerteza e complexidade. Valor e risco.*

*O que é a Análise de Decisão (AD)? Objectivo da AD. Os sete passos fundamentais da AD. Escolas de AD e fundamentos teóricos. A problemática da ajuda à decisão, e a distinção entre tomada de decisão e ajuda à decisão.*

*Estratégias de intervenção: Do paradigma da optimização ao paradigma da aprendizagem. Análise de valor e utilidade. Decisão em Processo de Conferência.*

*Modelos, técnicas e software para apoio à decisão:*

*1. Árvores de decisão e diagramas de influência (DATA).*

*2. Redes bayesianas (NETICA).*

*3. Análise de Risco (@Risk).*

*4. Mapeamento Cognitivo (Decision Explorer).*

*5. Avaliação multicritério (MACBETH).*

*6. Alocação de recursos e negociação (EQUITY).*

*Apresentação e discussão de casos reais.*

**3.3.5. Syllabus:**

*The decision making problematic: Definition of the decision problem. Importance of decision making in engineering and management. Characteristics of the decision context.*

*Decision making strategies: intuitive process, analytic and facilitated. Uncertainty and complexity. Value and risk.*

*What is Decision Analysis (DA)? DA objectives. The seven fundamental steps of DA. DA schools of thought and DA theoretical foundations. The problem of decision aiding. Distinction between decision making and decision aiding.*

*Intervention strategies: From optimization to the learning paradigm. Value and utility analysis. Decision Conference and facilitation. Models, techniques and software for decision support:*

*1. Decision trees and influence diagrams (DATA).*

*2. Bayesian networks (NETICA).*

*3. Risk Analysis (@Risk).*

*4. Cognitive Mapping (Decision Explorer).*

*5. Multiple criteria evaluation models (MACBETH).*

*6. Resource allocation and negotiation (EQUITY).*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*A unidade curricular de Modelos de Apoio à Decisão ensina, com apoio em casos e software, métodos para ajudar a melhorar a tomada de decisões nas organizações públicas e privadas, na indústria e nos serviços, em problemas complexos de contextos diversos: de incerteza, de risco, de múltiplos objectivos, de avaliação de estratégias alternativas, de alocação de recursos, de decisão em grupo, e de negociação. Os modelos, técnicas e software leccionados na disciplina permitem apoiar o decisor em todos estes contextos de decisão.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*Based on cases and software, this course unit teaches methods to help improve the decision-making process in public and private organizations, in industry and services, in complex problems of different contexts: uncertainty, risk, multiple-objective, alternative strategy assessment, resource allocation, group decision and negotiation. The models, techniques and software models support the decision-making agent in all these decision contexts.*

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

*Exame individual (50%), um trabalho de grupo em análise de risco (15%) e um trabalho de grupo em análise multicritério de decisão (35%).*

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

*Individual exam (50%), one groupwork on risk analysis (15%) and one groupwork on Multicriteria decision analysis (35%).*

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

*Pretendendo a unidade curricular preparar os alunos sobre como melhorar a tomada de decisão em problemas*

*complexos e em contexto real, existe a preocupação de ligar os conceitos teóricos com a sua aplicação em casos práticos. Deste modo, a unidade curricular alia um conjunto de aulas de matéria expositiva de métodos com a discussão de casos reais e com o ensino de sistemas de apoio à decisão que permitem aplicar os métodos leccionados. A acrescentar, os alunos elaboram dois trabalhos de grupo em que têm que aplicar os métodos leccionados no apoio a decisores reais com problemas complexos.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*As the aim of this course unit is to prepare the students on how to improve the decision-making process in complex problems and real-context situations, there is the concern to link theoretical concepts with their application in practical cases. Thus, this course unit brings together a set of lectures and the discussion of real cases and the teaching of decision support systems that allow the application of the methods taught. In addition, the students should draw up two group works where the methods to support real decision-making agents and complex problems taught in class should be applied.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Making Hard Decisions with Decision Tools, R.T. Clemen & T. Reilly, 2001, Duxbury Press Decision Analysis for Management Judgement, P. Goodwin & G. Wright, 2003, John Wiley and Sons Multiple Criteria Decision Analysis, Belton, V. & T. Stewart, 2002, Kluwer Academic Publishers Smart Choices: A Practical Guide to Making Better Decisions, J.S. Hammond, R.L. Keeney & H. Raiffa, 1998, Harvard Business School Press*

**Anexo IV - Climatização de Edifícios**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Climatização de Edifícios*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*João Luís Toste de Azevedo*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Fornecer os conhecimentos básicos sobre caracterização térmica de edifícios, condições de conforto humano e regulamentação de energia em edifícios. Conhecer métodos para cálculo de cargas térmicas e simulação dinâmica de edifícios. Conhecer os diversos tipos de sistemas de AVAC, as vantagens de utilização de cada e os equipamentos associados.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*To provide students with the basic knowledge on the thermal characterization of buildings, the conditions for human comfort and the regulations of energy in buildings. To know methods to calculate thermal loads and the dynamic simulation of buildings. To know the different HVAC systems, their advantages and the equipments associated.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Caracterização, classificação desempenho sistemas climatização.*

*Importância concepção na escolha do equipamento.*

*Aplicação de programas informáticos.*

*Cuidados a ter execução obra.*

*Gestão técnica de edifícios. Manutenção condução das Instalações.*

*Sistemas frigoríficos de compressão de vapor e de absorção. Unidades de arrefecimento de ar, e produtoras de água refrigerada.*

*Aquecimento/produção de vapor: caldeiras, bombas calor.*

*Sistemas de cogeração e gerador emergência.*

*Sistema condutas e escolha dos ventiladores. Controlo qualidade ar interior.*

*Rede de tubagens e escolha das bombas. Controlo qualidade água.*

*Unidades arrefecimento evaporativo.*

*Unidades tratamento ar: módulos/evoluções associadas.*

*Depósitos acumulação, vasos expansão, sistemas desgaseificação, separadores partículas. Válvulas.*

*Actuadores. Equipamentos controlo, monitorização, gestão.*

*Soluções aquosas: tipos/ utilização.*

**Fluidos frigoríficos: numeração/utilização. Reconv. Instalações.  
Disposições técnicas aplicáveis AVAC**

### 3.3.5. Syllabus:

*Regulations applicable to buildings.  
Thermal comfort by the Fanger method.  
Solar radiation. Calculation of shadow effects and incident energy in panels.  
Solar panel systems and domestic hot water (DHW)  
Properties of building envelope. Thermal resistances and thermal bridges.  
Properties of glazing and calculation of associated thermal loads.  
Effects of thermal inertia and methodologies of equivalent temperatures.  
Balance method to calculate energy transfer and other methods for opaque surfaces.  
Application of RCCTE calculation methodology and annual energy consumption.  
Dynamic simulation programs and use for RSECE.  
Methods of natural ventilation and passive air conditioning solutions.  
System components and calculation of mechanical ventilation networks.  
Description of HVAC systems and analysis of comparative advantages.  
Air handling units. Changes in humidity chart.  
Thermal components. Chillers and boilers. Use of cogeneration and trigeneration.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos fornecem os conteúdos básicos para a formação do aluno na área de climatização, incluindo a análise das condições que condicionam as especificações de projectos. O conteúdo inclui ainda vários métodos de dimensionamento de componentes de sistemas para os quais se pretende que o aluno obtenha uma formação de forma a poder vir a desempenhar funções como engenheiro na sua vida profissional. A introdução de regulamentação para o processo de certificação de edifícios é por um lado um dos motivos da procura pelos alunos da disciplina e implica que na disciplina sejam introduzidos alguns elementos sobre os regulamentos. Nesta perspectiva a realização do trabalho em grupo sobre a aplicação dos métodos usados na certificação de edifícios são essenciais para os alunos abordarem essa aprendizagem.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The syllabus provides the basic content in the subject of HVAC, including the analysis of the conditions which determine the specifications of projects. The content also includes various methods of sizing system components for which the student intends to get an education. The introduction of regulations for the certification process of buildings is one of the motifs of the selection of the subject by the students. Therefore the subject introduces some elements that are introduced on the regulations. In this perspective the project work is essential where the students perform the calculations related to a project of certification of a building.*

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

*Duas aulas semanais de exposição com 1,5 h cada utilizando diapositivos e uma aula semanal de prática onde são efectuados cálculos ilustrativos. Nas aulas de exposição no final do semestre são convidados fornecedores de equipamentos ou engenheiros de gabinetes que efectuem projectos e instalações ou que efectuem processos de auditorias energéticas e certificação. A avaliação é efectuada com base num exame final e um trabalho de grupo em que os alunos efectuem a aplicação de um dos regulamentos RCCTE ou RSECE a um edifício de habitação ou de serviços. No caso do trabalho RCCTE os alunos efectuem o cálculo de um sistema de AQS utilizando painéis solares térmicos.*

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

*Two classes per week with slide exposition each 1.5 h and a weekly class 1.5 h where practical illustrative calculations are made. At the end of the semester some equipment suppliers or engineers from companies involved in the project, installation and operation of HVAC systems or individuals involved in the certification of buildings are invited to present seminars. The assessment is made based on a final exam and a group project in which students perform the application of the regulations RCCTE or RSECE respectively for a house or a services building. In the case of RCCTE, students perform the calculation of a DHW system using solar panels.*

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

*A metodologia de ensino foi seleccionada de forma a permitir uma exposição da teoria básica subjacente ao tema de climatização de edifícios. Apesar dos alunos já serem detentores de bases de termodinâmica, mecânica dos fluidos e transferência de calor, em geral, não integram previamente os conhecimentos o que é efectuado nesta disciplina. A*

*disciplina inclui assim aspectos importantes sobre as metodologias aplicadas ao cálculo do desempenho térmico de edifícios. A realização de um projecto de aplicação dos regulamentos permite aos alunos uma aprendizagem das exigências e condições de trabalho no mercado de trabalho onde eventualmente se virão a envolver.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*The teaching methodology was selected to allow the presentation of the basic theory underlying the topic of air conditioning in buildings. Although the students are already in possession of bases of thermodynamics, fluid mechanics and heat transfer, they do not in general integrate the different subjects in the same subject. The course includes important aspects and methodologies used to calculate the thermal performance of buildings. Doing a project about regulations, allows the students to learn the demands in the market where they eventually will be working after finishing their graduation.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Climatização – Conceção, instalação e condução de sistemas, L. Roriz, Edições Orion, 2007.*  
*Térmica de edifícios, A.M. Rodrigues, A.C. Piedade e A.M. Braga, Edições Orion, 2009.*  
*Energia solar em edifícios, L. Roriz, J. Rosendo, F. Lourenço e K. Calhau, Edições Orion, 2010.*

*Fundamentals of HVAC systems, R. McDowall, Elsevier, 2007*  
*Handbook of air conditioning, S. Wang, McGraw Hill, 2000*  
*Air conditioning engineering, W.P. Jones, Butterworth, 2001*  
*Handbook - HVAC systems and equipment. , ASHRAE , 2008, ASHRAE*  
*Handbook - HVAC applications,, ASHRAE , 2007, ASHRAE*  
*Handbook - Fundamentals, ASHRAE , 2009, ASHRAE*

**Anexo IV - Combustão**

**3.3.1. Unidade curricular:**

**Combustão**

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

**José Miguel Carrusca Mendes Lopes**

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

**<sem resposta>**

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Objectivos Gerais - Integrar num assunto específico os conhecimentos adquiridos em disciplinas a montante. Preparar os alunos para entender e analisar os múltiplos processos e equipamentos directa ou indirectamente ligados a combustão (a intencional e a indesejada). Entender o papel da combustão sob os pontos de vista energético e ambiental. Adquirir a linguagem típica de Combustão e os conhecimentos que permitam manter-se actualizado.*  
*Objectivos específicos - Transmitir os conceitos básicos de cinética química relevantes em combustão. Aplicar balanços de massa e energia a problemas de combustão. Descrever os principais combustíveis e as suas propriedades. 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 modelos simples de queima de combustíveis líquidos e sólidos. Identificar os principais poluentes, mecanismos de formação e métodos de redução de emissões.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*General Objectives - To integrate in a specific course knowledge acquired in previous courses. To prepare the students for understanding and analyzing the processes and equipments directly or indirectly linked to combustion (intentional or unwanted). To understand the role of combustion both on energy and environmental grounds. To acquire the language used in the Combustion field, as well as the knowledge necessary to keep updated.*

*Specific Objectives - To teach the basic concepts of chemical kinetics relevant to combustion studies. To apply mass, momentum, and energy balances to combustion studies. To describe the main fuels and their properties. To describe the principles ignition, stabilization and extinction of flames, and the structure of pre-mixed and diffusion flames in laminar and turbulent regimes. To formulate simple models to describe the combustion of liquid and solid fuels. To identify the main pollutants, their formation mechanisms and methods of reducing their emissions.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

**1 Introdução - Balanços.**

**2 Cinética química - Taxa de reacção. Reacções elementares. Mecanismos de reacção.**

- 3 Chamas de pré-mistura - Velocidade de propagação. Limites de inflamabilidade. Quenching. Estabilização. Ignição.
- 4 Chamas de difusão - Chamas de jactos gasosos. Evaporação e combustão de líquidos. Combustão da partícula de coque.
- 5 Combustões indesejáveis –Atmosferas inertizadas e explosivas. Curva de incêndio. Detecção e extinção de incêndios. Classes de fogos.
- 6 Reactor de mistura perfeita e estabilização de chama em recirculações - Modelos físico e matemático.
- 7 Combustíveis -Carvão. Madeira. Derivados do petróleo. Álcoois. Combustíveis gasosos. Aplicações.
- 8 Equipamentos de queima - Sistemas de alimentação, de exaustão e de remoção de cinzas. Queimadores. Câmaras de combustão. Queima em grelha e em leito fluidizado.
- 9 Impacte ambiental - Efeitos dos poluentes. Influência do combustível, do equipamento e seu funcionamento. Controlo e redução da poluição. Legislação.

### 3.3.5. Syllabus:

- 1 Introduction - Transport phenomena.
- 2 Chemical Kinetics - Rate of reaction. Elementary reactions. Reaction mechanisms.
- 3 Premixed Flames - Flame speed. Flammability limits. Quenching. Stabilization. Ignition.
- 4 Diffusion Flames - Gaseous fuel jets. Evaporation and combustion of liquids. Combustion of coke.
- 5 Unwanted Combustion - Inert and explosive atmospheres. Flash over curve. Detection and extinction systems. Classes of fires.
- 6 Well-stirred Reactor and Flame Stabilization in Recirculation Zones - Physical and mathematical models.
- 7 Fuels - Coal. Wood. Petroleum products. Alcohols. Gaseous fuels. Applications.
- 8 Combustion Equipment – Feeding, exhaust and ashes removal systems. Burners. Combustion chambers. Grid and fluidized bed combustion.
- 9 Environmental Combustion Considerations - Effects of pollutants. Influence of fuel, type of equipment and its operation in the formation of pollutants. Monitoring and reduction of pollution. Legislation.

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Os aspectos de termodinâmica aplicada mais relevantes para (e na perspectiva da) combustão são apresentados e discutidos. Seguidamente são analisadas e discutidas as equações de transporte (continuidade, quantidade de movimento, e energia) e casos típicos de escalares conservados em combustão. Segue-se uma introdução à cinética química, desenvolvendo os aspectos que são essenciais para a abordagem dos assuntos a jusante. Depois são analisados os casos específicos de chamas de pré-mistura, de difusão, e reactor de mistura perfeita. Esta primeira parte da disciplina é essencialmente formativa, sendo a ênfase colocada na interpretação e compreensão dos fenómenos físicos (e químicos, sempre que necessários) da combustão. Esta parte prepara os alunos para entenderem e analisarem os múltiplos processos e equipamentos directa ou indirectamente ligados a combustão, quer a combustão intencional, quer a indesejada. Seguidamente são apresentados aspectos práticos e aplicados relativos a combustão, incluindo os combustíveis, a combustão indesejada (complementada com uma visita de estudo ao Departamento de Limitação de Avarias da Escola de Tecnologias Navais da Armada), e os equipamentos mais relevantes. Finalmente é analisada e discutida o impacto ambiental da combustão e o modo de o controlar e minorar. Esta segunda parte permite aos alunos ganharem sensibilidade para os fenómenos de combustão, valores típicos, situações desejáveis e indesejáveis, etc. A linguagem utilizada, quer nos conceitos teóricos, quer na parte prática (e visita de estudo), é a mais usual no campo da combustão. A ênfase posta na compreensão dos fundamentos de combustão e na interligação entre esses fundamentos e os casos práticos dá uma bagagem aos alunos que lhes permite analisar novas situações e manterem-se actualizados em anos futuros.

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

The most relevant points of applied thermodynamics to (and from the point of view of) combustion are presented and discussed. Transport equations (continuity, momentum and energy) are analyzed and discussed, as well as typical conserved scalars in the combustion phenomena. An introduction to chemical kinetics is presented, developing the aspects that are essential for addressing the issues studied afterwards. Specific cases of premixed flames, diffusion flames, and well stirred reactor are presented. This first part of this course is essentially formative, with the emphasis on interpretation and understanding of physical (and chemical, when necessary) phenomena of combustion. This part prepares the students to understand and analyze the multiple processes and equipments directly or indirectly linked to combustion, both for intentional or unwanted combustion. Then practical aspects are presented concerning combustion, including fuels, unwanted combustion (complemented by a study visit to the fire department of the School of Naval Technologies from the Portuguese Navy), and the most relevant equipment. Finally the environmental impact of combustion is analyzed. This second part allows students to gain a feeling for the phenomena of combustion, for typical values, for desirable and undesirable situations, etc..



*The language used both in theoretical concepts and in the practice (and the study visit), is the most common in the field of combustion.*

*The emphasis on understanding the fundamentals of combustion and the interconnection between these and the case studies gives the students a background that allows them to analyze new situations and keep themselves updated in future years.*

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

- 1 - *Exame final (3) e trabalho laboratorial e respectivo relatório (4). Avaliação contínua em cada uma das aulas teóricas (2).*
- 2 - *Em cada uma das aulas teóricas são distribuídas 3 perguntas de resposta fechada. Conforme as percentagens de respostas entregues e de respostas correctas, assim se adicionará 1,0 ou 0,5 valores à nota do exame final.*
- 3 - *O exame final consta de uma prova escrita. A classificação na prova escrita é a soma das cotações obtidas e do valor referido em (2). Oral para classificações superiores a 15,5 valores.*
- 4 - *Ensaio laboratorial e respectivo relatório obrigatório. Oral prévia, seguida do ensaio. Peso da oral de 1/3 na classificação do trabalho laboratorial.*
- 5 - *O ensaio laboratorial e relatório para grupos de três alunos.*
- 6 - *Peso do exame: 75%. Peso do ensaio: 25%. Se houver prova oral a classificação final é decidida nesta.*

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

- 1 - *Final Exam (3) and laboratory work and its report (4). Continuous assessment in each theoretical lecture (2).*
- 2 - *In each theoretical lecture three closed-ended questions are distributed. According to the percentage of lectures attended and correct answers, so if 1.0 or 0.5 will be added to the final exam mark.*
- 3 - *The final exam consists of a written test. The classification in the written test is the sum of the marks obtained and the mark referred to in (2). Oral for ratings a mark greater than 15.5.*
- 4 - *Mandatory laboratory test and report. Oral prior to the test. Weight of the oral: 1/3 in the classification of laboratory work.*
- 5 - *The laboratory testing and report for groups of three students.*
- 6 - *Weight of the exam: 75%. Weight of test: 25%. If there is an oral examination, the final classification is set in the oral.*

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

*O exame escrito consta de duas partes.*

*A primeira não permite consulta, incidindo principalmente nos conceitos básicos da combustão, mas também nas suas diversas aplicações. Coloca ao aluno um conjunto de temas ou situações, cerca de um quarto com respostas fechadas e três quartos com respostas abertas. Nestas o aluno tem que analisar, explicar, e emitir opiniões. Num dos temas o aluno tem necessariamente que responder com desenhos, esquemas, diagramas, e um dos outros temas é colocado ao aluno com base em elementos gráficos (esquemas, fotografias, gráficos, ...).*

*A segunda parte permite consulta. O aluno tem que resolver dois problemas.*

*O foco do exame está, assim, colocado quer na compreensão dos conceitos relativos à combustão e na interpretação dos factos que lhe são apresentados, quer na quantificação/dimensionamento/... de situações onde a combustão tem um papel relevante.*

*O exame segue claramente toda a filosofia de exposição (e discussão) da disciplina.*

*O ensaio laboratorial coloca o aluno perante o caso concreto do comportamento da combustão em diversas situações (estabilização de chamas, gamas de inflamabilidade, propagação de chama, etc), facilitando-lhe a apreensão da matéria. Por outro lado, leva o aluno a ter uma percepção sensorial (visual, auditiva, olfactiva, térmica, ...) de fenómenos de combustão.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The written exam consists of two parts.*

*In the first students cannot use books nor notes. It mainly focuses on the basics of combustion, but also in its various applications. The student is faced with a set of themes or situations (about one quarter with closed answers and three quarters with open answers. The students have to analyze, explain, and make options. In one of the subjects the student must necessarily respond with drawings, sketches, diagrams, and another subject is presented to the student based on graphics, drawings, photographs, ...).*

*In the second part books and notes are allowed. The student has to solve two problems.*

*The focus of the exam is both in the understanding of concepts related to combustion and interpretation of facts presented to the student, and in the quantification / design / ... of situations and equipment where combustion plays an important role.*

*The examination follows clearly the whole philosophy of the presentation and discussion of the subjects during the course.*

*In the laboratory testing student is presented with combustion behaviour in various situations (stabilization of flame, ranges of flammability, flame propagation, etc.), thus helping the student to consolidate knowledge. On the other hand, it helps the student to have a sensory perception (visual, auditory, olfactory, thermal, ...) of combustion phenomena.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Combustão, Coelho, P. e Costa, M., 2007, Ed. Orion*

*Combustion*, Glassman, I., 1996, Academic Press, 3ª Edição  
*An Introduction to Combustion ? Concepts and Applications*, Turns, S.R., 2000, McGraw-Hill, 2ª Edição

#### **Anexo IV - Desenvolvimento Sustentável, Energia e Ambiente**

##### **3.3.1. Unidade curricular:**

*Desenvolvimento Sustentável, Energia e Ambiente*

##### **3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Paulo Manuel Cadete Ferrão*

##### **3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

##### **3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A disciplina tem por objectivo analisar os impactes ambientais dos sistemas energéticos. A análise será fundamentada na metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), a qual será utilizada para calcular e comparar os impactes ambientais associados a diferentes fontes de energia, em função das tecnologias de conversão utilizadas. Esta análise será contextualizada no panorama actual da procura e oferta de energia.*

##### **3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*The main objective consists on analyzing the environmental impacts of energy systems. The analysis will be based on an environmental analysis methodology, LCA-Life Cycle Assessment, which will be used to assess and compare the environmental impacts associated to different energy sources, based on different conversion technologies. This analysis will be made under the current framework of energy supply and demand.*

##### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Análise dos recursos energéticos.  
Análise da procura e utilização de energia.  
Conversão de energia e tecnologias limpas.  
Avaliação do ciclo de vida: princípios e métodos.  
Avaliação do ciclo de vida de processos e sistemas energéticos.  
Implicações ambientais dos sistemas energéticos.  
Tecnologias energética e ambientalmente eficientes.  
Concepção de sistemas energéticos sustentáveis: casos de estudo*

##### **3.3.5. Syllabus:**

*Overall energy resource assessment. Overview of energy use. Sustainability, Energy and clean technologies in context. International efforts and its response issues. LCA principles and tools. Analysis of LCA conducted for different energy conversion technologies. LCA of energy systems, environmental implications of systems integration. Energy supply and use. Energy efficient technologies. Design of sample sustainable energy systems.*

##### **3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*A disciplina leciona as ferramentas que constituem o estado da arte na conjugação a avaliação ambiental de sistemas energéticos os quais são explanados com o apoio de casos de estudo que os alunos sistematizam e depois desenvolvem autonomamente, o que está de acordo com os objetivos da disciplina.*

##### **3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The course delivers state of the tools that are art in environmental assessment of energy systems, which are explained making use of case studies that students systematize and then develop autonomously, which is consistent with the goals of discipline.*

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

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

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

*Through projects*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*A avaliação é por trabalhos que exploram casos de estudo para dotar o aluno da capacidade de desenvolver casos que sejam do seu interesse e que possam fazer ponte com trabalhos desenvolvidos em outras disciplinas, focando-se aqui na análise de sustentabilidade energética e ambiental.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*The assessment is based on projects that explore case studies to develop the student's ability to analyse cases that may be relevant to them and eventually bridge with work developed in other disciplines, focusing here on the analysis of energy and environmental sustainability.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Sustainable Energy - Choosing Among Options*, Tester, J. W., Drake, E. M., Golay, M. W., Driscoll, M. J. and Peters, A., 2005, Cambridge, MA: MIT Press, 2005. ISBN: 0262201534

*Introdução à gestão ambiental: A avaliação do ciclo de vida de produtos*, Ferrão, P., 1998, Colecção Ensino da Ciência e Tecnologia. Editado pela IST PRESS (219 páginas, 1500 exemplares). ISBN: 972-8469-05-05

*Paulo Ferrão (2009) "Ecologia Industrial: princípios e ferramentas" Colecção Ensino da Ciência e Tecnologia. IST-PRESS (422 páginas, 2000 exemplares). ISBN 978-972-8469-75-5*

**Anexo IV - Energia nos Transportes**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Energia nos Transportes*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*José Maria Campos da Silva André*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Objectivo de ordem geral: tratando-se de uma cadeira de opção é pretendido que o aluno adquira novos conhecimentos na área dos transportes com especial ênfase para as áreas da energia (consumos) e ambiente (emissão de poluentes para a atmosfera).*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*General objective: the students of this optional course will learn the relation between the different technologies used in transportation their energy consumption and ecological impact (namely, the emission of atmospheric pollutants).*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*1. O peso dos transportes no consumo energético e nas emissões de poluentes para a atmosfera. 2. Sistemas de propulsão e de combustíveis utilizados nos transportes rodoviários. 3. Processo de formação de poluentes em sistemas de transporte equipados com motores de combustão interna. 4. Normas ambientais para veículos. 5. Processo de redução de poluentes e de optimização de consumo de veículos equipados com motores de combustão interna. 6. Modelos de cálculo de consumos e emissões em transportes. 7. Sistemas de propulsão e de combustíveis utilizados nos transportes ferroviários. 8. Sistemas de propulsão e de combustíveis utilizados nos transportes marítimos. 9. Sistemas de propulsão e de combustíveis utilizados nos transportes aéreos. 10. Tecnologias alternativas no ramo dos transportes: (a) evoluções nos motores de combustão interna; (b) combustíveis alternativos; (c) veículos híbridos: série e paralelo; (d) veículos eléctricos com baterias; (e) pilhas de combustível.*

**3.3.5. Syllabus:**

*1. The importance of transportation in the total consumption of energy and contribution to the atmospheric pollution. 2. The problems of transportation, both of passengers and goods. Comparisons between means of transport. 3. Models for estimating the energy consumption and emission in transportation. Evaluation of externalities 4. Propulsion and fuels for road vehicles. The process of formation of pollutants in internal combustion motors. Means of reducing the pollution and optimizing the consumption. Ambiental regulations applied to vehicles. 5. Propulsion and fuels used in railway's transportation. 6. Propulsion and fuels used in maritime transportation. 7. Propulsion and fuels used by airplanes. 8. Some alternative technologies in transportation: (a) evolution of internal combustion motors; (b)*

*alternative fuels; (c) hybrid vehicles: series and parallel; (d) electrical vehicles with batteries; (e) fuel cells.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Esta cadeira tem o objectivo de integrar os conhecimentos aprendidos ao longo dos cinco anos de licenciatura e mestrado, aplicando-os à área dos transportes. Essa aplicação dos conhecimentos adquiridos envolve alguma aprendizagem de noções novas, no entanto, não se trata de estudar uma nova Física dos veículos ou uma nova Física das infra-estruturas de transporte, mas de compreender como todos os saberes gerais da Engenharia configuram os vários meios de transporte, quais as alternativas tecnológicas possíveis, as tendências de evolução, as repercussões económicas, sociais e ambientais do Transporte. É este carácter aplicado e interdisciplinar que guia a exposição da matéria e não uma intenção meramente descritiva. Os tópicos indicados (e alguns outros que não constam explicitamente do sumário de conteúdos programáticos apresentado acima) são formas de estabelecer a relação entre o mundo das aplicações e aquilo que os alunos foram aprendendo ao longo do curso. Estes tópicos pretendem abrir a porta a aprofundamentos ulteriores, que se consideram uma parte importante da formação proporcionada por esta cadeira.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The purpose of this course is to help the students integrate the knowledge they have learned over the past five years, during the undergraduate studies and the master, applying them to the field of transportation. This practical use of previous knowledge implies the acquisition of some new concepts, however, the idea is not to study a new kind of branch of physics, specific to vehicles or transport infrastructures. The intention is to understand how the whole body of engineering knowledge gives rise to the characteristics of the various means of transport, what are the technologies alternatives, the trends, the economic, social and environmental impacts of transportation. The lectures are not merely descriptive but try to be both applied exercises and interdisciplinary, as food for thought. The topics listed in the programme (and some others not explicitly listed in that summary above) are intended to extend the bridge between the world of applications and what students have been learning till now. These topics aim at opening the path to further personal research and that personal engagement is considered in itself an important component of the training provided.*

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

*A avaliação baseia-se no exame final, na realização de um trabalho de grupo (3 alunos) e respectivo relatório (ambos obrigatórios) e numa oral. O exame final consta de uma prova escrita sem consulta (menos de 9,0 valores implica reprovação na disciplina). O exame escrito tem um peso de 75% e o trabalho de grupo de 25% para a classificação antes da oral. Os alunos poderão ser dispensados da prova oral.*

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

*Final exam, 1 group work (3 students group) and an oral exam.*

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

*Ao longo dos anos, o trabalho tem vindo a adquirir um peso crescente na avaliação. Cada ano, o tema geral dos trabalhos é o mesmo para todos os alunos, de modo que a pesquisa é feita em regime de competição. Dentro do tema geral, cada grupo escolhe os assuntos que quer abordar e muitos caminhos diferentes são possíveis. Os alunos são estimulados a fazerem propostas originais e até mesmo ousadas, com liberdade. A regra fundamental é que só interessa aquilo que for dimensionado e quantificado. Uma proposta de tipo estético ou semelhante a um programa político não tem lugar nesta disciplina, porque só interessam exercícios de Engenharia, aplicações quantificadas: qual a energia gasta poupada por essa solução? Qual a melhoria da qualidade do serviço? Qual o impacto ambiental?*

*Em 2009 o tema geral foi «Uma proposta para melhorar o transporte de passageiros na cidade de Lisboa». Em 2010 o tema foi «Uma proposta para o sistema de metropolitano da cidade de Lisboa». Em 2011 o tema será «Uma proposta para melhorar o transporte de mercadorias em Portugal».*

*Como exemplo, em 2010 um grupo modelou numericamente a dinâmica dos «bogies» do actual metropolitano e propôs soluções para evitar a vibração e o ruído nas curvas, mantendo a estabilidade e a segurança da operação. No mesmo ano, outro grupo estudou o impacto de estender a rede de metropolitano a novas áreas da cidade, quantificando a captação de passageiros, a variação nos tempos de viagem dos lisboetas, a diferença de custo e de consumo energético. Outro grupo propôs soluções para as interfaces com o transporte suburbano, que teriam grande impacto na circulação dentro da cidade. E outros grupos abordaram assuntos diferentes. Nesta disciplina estimula-se muito o contributo original e a iniciativa dos alunos na recolha e tratamento da informação e no desenvolvimento de modelos matemáticos ou físicos.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The memoir presented by the students has acquired a growing importance over the years. Each year, the broad theme is the same for everybody, so that the investigation is carried out in a regime of competition. Within the general theme, each group chooses the topics they want to address. Many different subjects are possible.*

*Students are encouraged to make original proposals, even daring ones. The fundamental rule is that only quantitative evaluations matter. A proposal based on an aesthetic or political ground would have no place in this course. We are only interested in engineering exercises, like: what is the energy saved by a given solution? How much would the quality of service improve? What is the environmental impact of a given measure?*

*In 2009 the overall theme was "A proposal to improve the passenger transport in the city of Lisbon." In 2010 the theme was "A proposal for the metro system in Lisbon." In 2011 the theme will be "A proposal to improve the freight transportation in Portugal."*

*For example, in 2010 a group numerically modelled the dynamics of the "bogie" of the current subway coaches and proposed solutions to prevent vibration and squeezing noise during cornering, while maintaining the stability and security of the operation of the train sets. In the same year, another group studied the impact of extending the subway network to new areas of the city, quantifying the travel times between thousands of places in Lisbon according to the transport system used, the change in market share if some particular new lines were built, the difference in cost and overall energy consumption in Lisbon. Another group proposed solutions for the metro interfaces with transport from outside Lisbon which could have a great impact on the traffic within the city. And other groups addressed different issues. In this course, students are encouraged to produce original contributions and have initiative in collecting and processing information, in the development of mathematical or physical models and so far.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Folhas de Apoio à Disciplina de Energia e Ambiente nos Transportes , Tiago Farias, 2004, Secção de Folhas da AEIST, 2004.*

*Handbook of Transport and Environment. , D. Henscher, K.Button, 2003, Elsevier, 2003.*

## Anexo IV - Energias Renováveis

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Energias Renováveis*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Luis Manuel de Carvalho Gato*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Introdução à problemática do desenvolvimento sustentável e sua relação com a utilização e conversão de energia, e estudo introdutório das tecnologias associadas aos vários tipos de energias renováveis.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*To introduce the students to the sustainable energy problems the world has to face, and to the study the various types of renewable energy technologies.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*1. Consumo de energia no Mundo e em Portugal. Combustíveis fósseis e alterações climáticas. Energias renováveis e desenvolvimento sustentável. 2. Aproveitamentos hidroeléctricos. Turbinas hidráulicas e sua aplicação. 3. Energia eólica e sua caracterização. Turbinas. A cadeia de conversão de energia. Aproveitamentos eólicos offshore. 4. Energias dos oceanos: marés; correntes marítimas; diferencial térmico; ondas. Energia das ondas: recurso energético e tipos de sistemas para o seu aproveitamento. Modelação elementar de um sistema de corpo oscilante. 5. Energia solar e sua caracterização. O movimento relativo da Terra e do Sol. 6. Energia solar térmica. Aplicações de baixa, média e alta temperatura; concentradores. 7. Conversão fotovoltaica. 8. Energia geotérmica. Produção de energia eléctrica. 9. Biomassa. A biomassa como combustível. Fontes de biomassa: culturas e resíduos. Produção de combustíveis gasosos e líquidos. 10. As políticas de energias renováveis em Portugal e na Europa.*

### 3.3.5. Syllabus:

*1. Introduction. 2. Hydro-electric plants. 3. Wind energy. 4. Ocean energy (tidal, marine currents, waves). 5. Solar thermal energy. 6. Photovoltaics. 7. Biomass. 8. Geothermal energy.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*O programa da disciplina aborda o papel que as energias renováveis podem desempenhar no futuro, tendo em atenção as questões da sustentabilidade, alterações climáticas, economias emergentes e segurança de abastecimento, e a sua*

*relação com as políticas energéticas nacional e europeias. São analisadas as diversas formas de aproveitamento de energia renovável com ênfase nos aspectos tecnológicos, do recurso e da utilização.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The course studies the development of renewable energy in the world, taking into consideration sustainability, climate change, emerging economies, security of supply, and its relation energy policies. Characteristics of different renewable energies are studied. Close attention is paid to technological aspects and resource assessment.*

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

*O ensino inclui aulas teóricas, aulas práticas e o acompanhamento de um trabalho realizado pelo aluno fora das aulas. A avaliação de conhecimentos é constituída por dois tipos de provas: a) Avaliação de conhecimentos ditos "teóricos" (testes e/ou exame). (b) Avaliação de conhecimentos correspondente a um trabalho apresentado por escrito (individual ou em grupo de 2 alunos).*

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

*Final exam and group or individual work.*

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

*As aulas práticas incluem a resolução de problemas e a participação dos alunos na discussão de questões observadas nas aulas teóricas. O trabalho individual (ou de grupo) aprofunda um tópico acordado entre o docente e o(s) aluno(s).*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*Lectures include solution of problems and the participation of the students in the discussion of questions raised in the lectures. Homework enables students to explore a specific topic on renewable energy.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Renewable Energy: Power for a Sustainable Future , G. Boyle , 2004, Oxford University Press, 2004 (ISBN 0199261784).*

*Fundamentals of Renewable Energy Processes , Aldo V. da Rosa, 2005, Elsevier, 2005 (ISBN 100120885107).*

*Sustainable Energy: Choosing Among Options , J.W. Tester et al, 2005, MIT Press, 2005 (ISBN 0262201534).*

*Renewable Energy Resources , J. Twidell, T. Weir, 2006, 2nd edition. Taylor & Francis, 2006 (ISBN 041925330).*

*Principles of Solar Engineering , D.Y. Goswami, F. Kreith, J.F. Kreider, 2000, Taylor & Francis, 2000 (ISBN 1560327146).*

## **Anexo IV - Equipamentos Térmicos**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Equipamentos Térmicos*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*João Luís Toste de Azevedo*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Pretende-se que o aluno adquira conhecimentos detalhados sobre permutadores de calor sem mudança de fase e métodos de cálculo do seu desempenho. Aquisição de conhecimentos sobre aplicações de secadores, evaporadores, condensadores e torres de arrefecimento. Tomar conhecimento sobre o uso de fornos e caldeiras na indústria e calcular a sua eficiência. Tomar conhecimento sobre regimes de produção de energia eléctrica e adquirir conhecimentos para a análise energética de sistemas de cogeração e trigeração. Aquisição de conhecimentos sobre sistemas de geração de frio incluindo ciclos de compressão e ciclos de absorção.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*The students acquire a detailed knowledge on heat exchangers without phase change and methods of calculating their performance. To acquire knowledge about applications of dryers, evaporators, condensers and cooling towers. To know the different types of furnaces and boilers used in the industry. Know how to calculate the efficiency of combustion systems. To know the general structure of the electricity market and to know how to analyze the energy performance of cogeneration and trigeneration plants. To acquire knowledge on compression and absorption cycles for cooling.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Diferença média de temperatura em permutadores e eficiência.*

*Associações de permutadores. Método do ponto de estrangulamento*

*Permutadores de corpo e feixe tubular, de placas e permutadores com alhetas. Métodos de cálculo, condições de funcionamento, aplicações, problemas de operação.*

*Permutadores com mudança de fase: Evaporadores para ciclos de refrigeração e em secadores, condensadores.*

*Torres de arrefecimento: Método de Merkel e cálculo de purga. Descrição de fornos de indústrias vidreira, cimento.*

*Caldeiras usadas para fornecimento de vapor de processo ou para a produção de energia eléctrica. Caldeiras de recuperação.*

*Sistemas de cogeração. Turbina a gás com caldeira de recuperação. Motores de combustão interna usados em cogeração. Avaliação de cogeração em edifícios. Trigerção.*

*Métodos de produção de frio. Propriedades de fluidos refrigerantes. Fluidos secundários para distribuição de energia térmica. Ciclos de compressão e de absorção.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Average temperature difference in heat exchangers and efficiency.*

*Heat exchanger associations. Pinch point method.*

*Shell and tube, plate and finned heat exchangers. Calculation methods, operating conditions, applications, operating problems.*

*Exchangers with phase change: Evaporators for refrigeration cycles and dryers, condensers. Cooling towers: Merkel's method and calculation of purge.*

*Description of glass melting furnaces, cement kilns and black liquor recovery boilers.*

*Boilers used to supply process steam or used for the production of electricity.*

*Cogeneration development in Portugal and its contribution to electricity production.*

*Cogeneration systems. Gas turbine with waste heat recovery boiler. Internal combustion engines used in cogeneration.*

*Assessment of cogeneration in buildings.*

*Trigeration. Equipments used for cooling.*

*Properties of refrigerants and secondary fluids for thermal energy distribution.*

*Compression and absorption cycles and calculation methods.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*O programa apresenta as metodologias de análise de vários tipos de equipamentos térmicos. Não sendo exaustivo o programa dá mais atenção aos permutadores de calor que têm um carácter de aplicação mais geral. O resto do programa apresenta um carácter mais descritivo, incluindo no entanto a definição dos índices de desempenho dos vários equipamentos. Inclui-se no programa uma descrição de exemplos concretos de implementação de projectos em Portugal.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The program presents methods to analyze various types of thermal equipment with particular attention to heat exchangers that have a more general application. The rest of the program is more descriptive, including the definition of performance indices for various equipment and including examples of implementation of projects in Portugal.*

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

*Avaliação contínua com base em trabalhos de cálculo usando folhas de cálculo ou programas para cálculo de propriedades de fluidos onde os alunos têm de resolver problemas de situações reais de forma realista. Nesta série de trabalhos inclui-se um laboratorial em grupo. A nota da avaliação contínua tem um peso de 25%, sendo os restantes 75% da nota do exame final da disciplina.*

*A nota mínima em qualquer das provas de avaliação é de 8 valores. Os alunos que tenham obtido uma classificação final superior a 16 valores ficarão com esta nota ou para obterem mais terão de efectuar uma prova oral.*

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

*A continuous evaluation is made based on calculation problems using worksheets or programs including the calculation of properties of fluids, where the students solve problems from real situations in a realistic way. In this series of work a laboratory work is performed. The final mark is weighted with 25% from the continuous evaluation and 75% from the final written examination.*

*The minimum mark in each evaluation is 8/20. The students that obtain an average above 16 stay with that mark unless they make an oral examination.*

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

*A metodologia de ensino recorre à exposição dos modelos de análise de equipamentos e a sua utilização para aplicações desses equipamentos em condições reais. O uso de folhas de cálculo ou programas incluindo funções para*

*o cálculo de propriedades de fluidos permite uma simulação de problemas reais de forma prática a ser considerados pelos futuros engenheiros na sua vida profissional. A realização de um trabalho contínuo sobre os vários tipos de equipamentos permite ao aluno tomar conhecimento com todas as tecnologias abordadas. Pretende-se dar uma visão de equipamento térmico e das suas aplicações na indústria pelo que são abordados equipamentos específicos nomeadamente existentes em Portugal.*

- 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*The exposition of the models for analysis of thermal equipment with the direct application of the methods under realistic conditions is the best way to let the student learn how to use tools, namely worksheets and calculation programs to solve practical real problems. Performing a continuous work on problem solving enables the student to learn about all the topics mentioned in the program. It is intended to give an overview of thermal equipment and its applications in industry that are covered by such specific equipment in Portugal.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Process Heat Transfer, G.F. Hewitt, G.L. Shires, T.R. Bott, 1994, CRC press, Begell House*  
*Permutadores de Calor, João L. Toste Azevedo, 2005, Edição própria*  
*Industrial Refrigeration Handbook, Stoecker, 2004, McGraw Hill.*  
*Handbook of energy systems engineering, Leslie Wilbur, 1985, John Wiley & sons*  
*Cogeneration: Combined Heat and Power, J.H. Horlock, 1987, Pergamon Press*  
*Principles of refrigeration, Gosney W., 1982, Cambridge Univ. Press*  
*Climatização: concepção, instalação e condução de sistemas, Luís Roriz et al, 2007, Ed. Orion*

**Anexo IV - Frio Industrial**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Frio Industrial*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*João Luís Toste de Azevedo*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Pretende-se que o aluno fique a conhecer os princípios da aplicação do frio industrial, comercial e doméstico, os equipamentos e sistemas utilizados e o dimensionamento de entrepostos frigoríficos bem como os aspectos a ter em atenção numa cadeia de frio para os diferentes tipos de produtos perecíveis.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*The student will be acquainted with the basics of domestic, commercial and industrial refrigeration, the systems and equipments used, the dimensioning of cold stores as well as the aspects to be considered in the refrigeration chain of usual perishable products.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Conservação dos produtos perecíveis. Cadeia de frio.*  
*Evoluções no processo de refrigeração e de congelação.*  
*Frio doméstico, comercial e industrial. Transportes frigoríficos.*  
*Sistemas de produção de frio: compressão de vapor e de absorção e outros sistemas.*  
*Fluidos frigoríficos. Propriedades e restrições de uso.*  
*Descrição de equipamentos principais, acessórios e controlo.*  
*Entrepósitos frigoríficos. Movimento e conservação do produto.*  
*Dimensionamento duma instalação frigorífica.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Perishable products conservation. Refrigeration chain.*  
*Evolution of properties in the process of refrigeration and freezing.*  
*Domestic, commercial and industrial refrigeration.*  
*Production of cooling: Vapor compression, absorption and other systems.*  
*Refrigerants. Properties and restrictions of use.*



**Description of main equipment, accessories and control**  
**Cold stores. Product transport and conservation.**  
**Dimensioning of cold stores.**

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*O conteúdo programático inclui todos os elementos para que o aluno adquira as competências que se atingir nos objectivos. Pretende-se que o aluno adquira o conhecimento sobre os equipamentos e que consiga compreender as especificações que possam aparecer para projectos, tendo em conta os aspectos específicos a que estes se destinam, nomeadamente para a conservação de alimentos. Para outras aplicações são também analisadas os condicionalismos de modo a permitir ao aluno efectuar pesquisa sobre essas aplicações.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The curriculum includes all the elements so that the students acquire the skills to achieve the objectives. It is intended that the students acquire knowledge about the equipment as well as the conditions that may be specified in a project, related namely with food preservation. To allow a proper preparation the course includes other applications for which the student may research further details for specific processes.*

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

*O ensino é efectuado com base em aulas de expositivas de 2 horas de duração. Nestas aulas incluem-se seminários de engenheiros de firmas de projecto, instalação e exploração de sistemas frigoríficos. A aprendizagem é complementada por aulas de 1,5 hora por semana na qual se efectuam cálculos de dimensionamento de vários componentes das instalações.*

*A avaliação é efectuada por duas vias, uma contínua e outra concentrada que é uma prova escrita no final da disciplina. A avaliação contínua é realizada através da realização de um projecto em grupos de 2 alunos de dimensionamento de uma câmara de conservação de refrigerados ou congelados. O projecto é discutido com o docente e a avaliação é efectuada, tendo em conta a capacidade de exposição dos alunos, o detalhe considerado e a inovação incluídas no projecto.*

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

*Teaching is based on exposition classes (2h) weekly. These classes include presentations from engineers on project, installation and operation of refrigeration installations. Learning is complemented by 1.5 hour classes where dimensioning calculations are carried out.*

*The assessment is based in a project made in groups of 2 students and a final examination. The project is the sizing of a chamber for the conservation of refrigerated or frozen food. The project is discussed with the teacher and the assessment is based on the exposition capacity of the group, the detail considered and the innovation included in the project.*

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

*A metodologia de ensino foi seleccionada de forma a permitir uma exposição da teoria básica subjacente ao tema de frio industrial, incluindo a análise do produto a conservar, o dimensionamento das câmaras frigoríficas e as instalações de geração de frio. Devido ao carácter de aplicação do tema, inclui-se o recurso a seminários com convidados de forma a tornar a realização do projecto por parte dos alunos mais próximo do mercado de trabalho onde eventualmente se venham a inserir. A consideração de um projecto concreto é um aspecto essencial da aprendizagem, que permite aos alunos realizarem alguma pesquisa de forma autónoma e conducente a uma definição de soluções.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The teaching method was selected to allow the exposition of the Basic theory associated to industrial refrigeration, including the analysis of the products, the sizing methods for the chambers and the installations to generate cooling. As the subject is very close to applications, it is essential that the students get in touch with relevant elements from the market. The realization of a project is also an essential part of the learning process where the students may perform autonomous research to define innovative solutions.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Refrigeration systems and applications, 1st Ed., I. Dinçer, 2003, John Wiley & Sons.*  
*Refrigeration systems and applications, 2nd Ed., I. Dinçer e M. Kanoglu, 2010, John Wiley & Sons.*  
*Introduction to food engineering, R.P. Singh e D.R. Heldman, 2009, Academic Press.*  
*Handbook - Refrigeration, ASHRAE, 2010, ASHRAE*  
*Handbook of Air Conditioning and Refrigeration, Shan K. Wang, 2001, McGraw-Hill*  
*Industrial Refrigeration Handbook, Stoecker, 2004, McGraw Hill.*  
*Climatização: concepção, instalação e condução de sistemas, Roriz L. et al, 2006, Ed. Orion*

## Anexo IV - Gestão de Energia

### 3.3.1. Unidade curricular: *Gestão de Energia*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo): *Paulo Manuel Cadete Ferrão*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular: <sem resposta>

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Dotar o engenheiro mecânico dos meios que lhe permitam compreender e modelar os fluxos energéticos em sistemas industriais, em edifícios ou equipamentos complexos, no sentido de definir ações que lhe permitam racionalizar o uso da energia, quantificando os benefícios económicos e ambientais destas ações.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*To provide the Mechanical Engineer with the knowledge and the tools required to understand and model the energy fluxes in industrial systems, buildings or complex equipments, in order to make him capable of optimizing energy use, as well as quantifying the environmental and economic benefits associated to these actions.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Fontes e preços da energia*
- 2. Procura energia*
- 3. Energia primária e energia final*
- 4. A intensidade energética das economias e dos produtos, consequências ambientais. Mercados de carbono*
- 5. Modelos analíticos para a análise energética de sistemas*
- 6. Aplicação destes modelos em diferentes casos de estudo*
- 7. Metodologia de realização de auditorias energéticas e de planos de racionalização dos consumos energéticos*
- Iluminação*
- Dimensionamento de isolamento térmico. Bombas de calor.*
- 8. A integração de sistemas como medida de utilização racional de energia: cogeração e integração de equipamentos, a utilização de energia em cascata. A utilização do hidrogénio como vector energético, as pilhas de combustível.*

### 3.3.5. Syllabus:

- 1. Primary energy sources and energy prices*
- 2. Energy demand: analysis of the energy demand in different economic sectors*
- 3. Primary energy and final energy*
- 4. Energy intensity and its environmental consequences. The carbon markets.*
- 5. Analytical modeling complex energy systems*
- 6. Implementation of analytical models to different case studies.*
- 7. Methodologies for conducting energy audits and for establishing energy optimization plans. Optimal use of energy in:*  
*Gas, coal, electric and liquid fuels boilers: proper use of steam for energy transfer, steam distribution and maintenance.*  
*Lightning: illumination requirements, recommended levels of light availability, types of light sources.*  
*Thermal insulation design.*  
*Heat pumps.*
- 8. Systems integration for promoting the most rational use of energy: cogeneration and equipment integration. The use of hydro-gen as an energy vector, the fuel cells.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*A disciplina leciona os princípios e as ferramentas que constituem o estado da arte na análise de sistemas energéticos, os quais são explanados com o apoio de casos de estudo que os alunos sistematizam e depois desenvolvem autonomamente, o que está de acordo com os objetivos da disciplina.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The course delivers state of the art principles and tools tools in energy systems management, which are explained making use of case studies that students systematize and then develop autonomously, which is consistent with the goals of discipline.*

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

**Avaliação por testes e/ou exame final.**

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

*Evaluation by tests or final exam.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*Os alunos realizam testes ou exames que focam casos típicos de gestão de energia, para cuja resolução quais têm de demonstrar compreensão dos sistemas em causa e a capacidade analítica de os modelar, quando pertinente.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*Students carry out tests or examinations that focus on typical examples of energy management. In resolving them they must demonstrate understanding of the systems in question and the analytical capacity to model them, where appropriate.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*The Computational Structure of Life Cycle Assessment , Heijungs, R., Suh, S., 2002, Springer, Dordrecht, The Netherlands*

*Handbook of Industrial Energy Analysis , Boustead, I. and Hancock, G., 1979, Ellis Horwood Limited, John Wiley & Sons.*

*Energia em Portugal , , 0, Edições da DGGE.*

*Ecologia Industrial - Princípios e ferramentas, Paulo Ferrão, 2009, IST Press, Colecção Ensino da Ciência e Tecnologia, nº 29*

**Anexo IV - Inovação e Desenvolvimento Sustentável**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Inovação e Desenvolvimento Sustentável*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Paulo Vasconcelos Dias Correia*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Dotar os alunos da capacidade de análise de diferentes contributos da engenharia e, em particular, do seu ensino e das suas práticas, para o desenvolvimento sustentável e a inovação.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*To provide the ability to analyze different contributions from Engineering and, in particular, from engineering practices and education, to sustainable development and innovation.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Desenvolvimento Sustentável: A Ecologia Industrial e o Metabolismo da Economia. A Pegada Ecológica. Tópicos sobre a gestão sustentável de sistemas produtivos. Tópicos sobre a gestão sustentável do território. Tópicos sobre a gestão sustentável do mar.*

*Inovação: Conceitos Fundamentais e Factores de Inovação. Casos Concretos de Inovação: Êxitos e Fracassos.*

*Inovação do Produto. Inovação de Processo/Inovação sem Tecnologia. Inovação Organizacional. Inovação, Arte e Ciência. A Complexidade da Inovação no Quadro da Sociedade do Conhecimento.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Sustainable Development: Industrial ecology and the metabolism of economy. The ecological footprint. Topics on the sustainable management of production systems. Topics on the sustainable management of the territory. Topics on the sustainable management of the sea.*

*Innovation: Fundamental concepts on Innovation. Innovation case-studies. Product innovation. Process innovation. Organizational innovation. Innovation, art and science. The complexity of innovation in the framework of the knowledge society.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*O conjunto de seminários de Inovação e de Desenvolvimento sustentável são seleccionados de modo a manter uma coerência com os objectivos da unidade curricular.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The series of seminars for Innovation and Sustainable Development are selected in order to maintain coherence with the objectives of the course.*

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

*Avaliação por trabalhos.*

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

*Work evaluation.*

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

*Os docentes têm ampla experiência na leccionação de conteúdos que integram os programas das unidades curriculares que constituem o curso. A experiência pedagógica de todo o corpo docente permite garantir antecipadamente a adequabilidade dos métodos de ensino a aplicar aos diferentes conteúdos a leccionar.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*Teachers of this curricular unit have a wide experience on teaching its contents. The pedagogical experience of the staff is a guarantee of the adequateness of the teaching methodologies as regard the intended learning outcomes.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*A ecologia industrial e o automóvel em Portugal? , Paulo Ferrão e José Figueiredo , 2000, Celta Editora.*

*A ecologia industrial e a embalagem de produtos alimentares em Portugal? , Paulo Ferrão, Paulo Ribeiro e Paulo Silva , 2004, Celta Editora*

*"Science and Innovation Policy - Key Challenges and Opportunities" , OECD, 2004, OECD, Paris (PDF, 2.2MB)*

*"Systems of innovation and competence building across diversity: Learning from the Portuguese path in the European context" , Conceição, P. and Heitor, M. , 2003, International Handbook on Innovation, Elsevier Science, pp.945-975 (PDF, 368KB)*

*"Engenharia e mudança tecnológica: as dinâmicas do conhecimento e o desafio da inovação" , Conceição, P. e Heitor, M. , 2002, "Engenho e Obra", Dom Quixote, pp. 107-122 (PDF, 676KB)*

**Anexo IV - Mecânica dos Fluidos I**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Mecânica dos Fluidos I*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*José Alberto Caiado Falcão de Campos*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Introduzir o aluno ao estudo da Mecânica dos Fluidos, enquadrando esse estudo no âmbito mais geral das disciplinas da Mecânica. Desenvolver conhecimentos técnico-científicos relativos ao escoamento de fluidos incompressíveis e compressíveis.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*Introduction to Fluid Mechanics in the framework of Mechanical and Aerospace Engineering. To develop scientific and technical skills in incompressible and compressible fluid flow.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Introdução;*

2. *Equações Fundamentais: Forma Integral e Diferencial;*
3. *Escoamentos Tipo Camada Limite Laminar;*
4. *Simplificação das Equações Fundamentais da Mecânica dos Fluidos para Escoamentos Invíscidos e Irrotacionais;*
5. *Escoamento Compressível Unidimensional Permanente.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Introduction to Fluid Mechanics using fundamental laws of Physics: mass, momentum and energy conservation principles. Derivation of the differential and integral equations of Fluid Mechanics for incompressible and compressible flow. Simplification of the governing equations to boundary layer and potential flow. Integration of the basic equations to cases with analytical solutions.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*O conteúdo programático incide sobre as equações fundamentais da Mecânica dos Fluidos e sua simplificação e aplicação em casos simples de escoamento incompressível e compressível. A abordagem consiste na aplicação dos princípios gerais contidos nas equações fundamentais da Mecânica dos Fluidos à análise de vários problemas simples de importância prática. A análise unidimensional de escoamentos incompressíveis e compressíveis permite a aquisição de conhecimentos e competências técnicas de aplicação prática.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The program content focus on the fundamental equations of Fluid Mechanics, the corresponding simplification and application to simple incompressible and compressible flows. The approach is based on the application of first principles from Fluid Mechanics to the analysis of several practical problems. The one dimensional analysis of incompressible and compressible flows allows the student to acquire knowledge and technical competences for engineering purposes.*

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

*Aulas teóricas, aulas de problemas e aulas laboratoriais de contacto com os alunos. Esclarecimento de dúvidas em horário de contacto suplementar. A avaliação inclui as seguintes modalidades: a) Avaliação escrita por intermédio de testes ou exame final b) Prova oral c) Trabalho laboratorial*

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

*Written evaluation in two tests and/or exam. Oral examination. Laboratory evaluation by a test.*

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

*A natureza e os objectivos da unidade curricular impõem uma metodologia de ensino clássica. Os alunos são expostos às matérias de Mecânica dos Fluidos em aulas de exposição com carácter teórico que terão de complementar com estudo individual. A aprendizagem das matérias é verificada através da realização de problemas, quer em aulas de contacto, quer em estudo individual e sujeita a avaliação escrita. A componente experimental da aprendizagem é realizada em laboratório e sujeita a avaliação escrita.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The nature and objectives of the course require a classical teaching methodology. The students are exposed to the various topics in Fluid Mechanics through theoretical lectures which they should complement with individual study. The proficiency is evaluated by problem solving in contact hours, self-study and subject to written evaluation. The experimental component in learning Fluid Mechanics is carried out in laboratory work and subject to written evaluation.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Fluid Flow: a first course in fluid mechanics , SABERKY, R. H., ACOSTA, A. J., HAUPTMANN, E. G., e GATES, E. M., 1999,  
Fundamentos de Aerodinâmica Incompressível , V. de Brederode, 1997,  
Escoamento de Fluidos Perfeitos , A.F.O. Falcão, 2002, AEIST  
Momentum Transfer in Boundary Layers , T. Cebeci, P. Bradshaw, 1977, Hemisphere*

## Anexo IV - Mecânica dos Fluidos II

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Mecânica dos Fluidos II*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

**António José Nunes de Almeida Sarmento**

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*A disciplina é complementar da de Mecânica dos Fluidos I, e tem por objectivo fornecer aos alunos os conhecimentos básicos que lhes permitam compreender os fenómenos e intervir nos problemas de engenharia na área da Mecânica dos Fluidos. É também objectivo da disciplina desenvolver a capacidade crítica do aluno, a sua maturidade e sua exigência intelectual.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*The course complements Fluid Mechanics I, and aims to enable the students to understand and analyse the phenomena and participate in the solution of engineering problems in the area of fluid mechanics. It is also an objective of the course to develop the critical analysis of the student, as well as his intellectual maturity and exigency.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. ESCOAMENTO TURBULENTO, CAMADA LIMITE E ESCOAMENTOS EXTERIORES
2. ESCOAMENTO DE FLUIDOS PERFEITOS
3. TURBOMÁQUINAS

### 3.3.5. Syllabus:

1. TURBULENT FLOWS, BOUNDARY LAYERS AND EXTERNAL FLOWS
2. PERFECT-FLUID FLOWS.
3. TURBOMACHINES.

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos abordam aspectos fundamentais para a compreensão da física da mecânica dos fluidos, nomeadamente os efeitos associados à acção viscosa (desenvolvimento da camada limite e sua separação em condições de gradiente de pressão adverso) e os efeitos associados a fenómenos invíscidos de impermeabilidade e de circulação. A matéria é aplicada ao estudo das turbomáquinas no último capítulo, que se apresenta como um capítulo aplicado, mas também de fecho pois volta a abordar o escoamento em condutas. A componente laboratorial garante que os alunos ficam conhecedores dos métodos experimentais básicos aplicados em mecânica dos fluidos e permite-lhes aplicar a matéria teórica em duas situações reais.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The course concerns the basic physical phenomena and their mathematical formulation to understand the physics of fluid mechanics, namely viscous effects (boundary layer development and flow separation under adverse pressure longitudinal gradients) and inviscid flow phenomena related to the impermeability of bodies and flow circulation. These aspects are applied in the last part of the course to the flow in turbomachines, which also deals with its application in piping systems. The laboratorial component assures that the students become aware of the basic experimental methods in fluid mechanics and allow to illustrate the content of the course in two real flow conditions.*

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

*Há dois trabalhos de laboratório (ensaio aerodinâmico de corpos não-fuselados, o primeiro, e ensaio de uma bomba centrífuga, o segundo), cada um classificado através dum miniteste de escolha múltipla e de um minirelatório apenas com os resultados dos ensaios efectuados, feitos imediatamente após o ensaio.*

*1. A nota dos trabalhos de laboratório conta 10% para a nota final.*

*2. São aprovados os alunos que tenham pelo menos 9,5 valores de nota final, desde que tenham obtido uma nota superior a 9,0 (em 20) nas provas escritas (média dos 2 testes ou nota do exame). O peso da parte escrita é de 90%.*

*3. Oral obrigatória para os alunos aprovados, da qual serão dispensados se não houver dúvidas da parte do corpo docente do nível dos conhecimentos adquiridos*

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

*The evaluation method includes two parts: a) theoretical and applied know-how through two written tests (April 5 and May 28) or exam and b): two laboratory works.*

*Two laboratory work (aerodynamic test of blunt bodies in a wind tunnel, the first one, and experimental determination of a centrifugal pump performance curves, the second one) will be undertaken, respectively at the 2nd half of March and the 2nd half of May. A mini-test and a mini-report will be requested immediately after the laboratory work.*

*1. Each laboratory work contributes with 5% to the course final mark.*

*2.A minimum of 9.5 (out of 20) in the final course classification is request for approval, with at least 9.0 (out of 20) in the written part (average of the two tests or written exam). The written part of the exam contributes with 90% to the final mark.*

*3. Oral examination will be requested to students with more than 9.5 in the final mark whenever there are doubts about the level of acquired know-how.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*A divisão da matéria em três capítulos que abordam aspectos distintos, mas complementares da mecânica dos fluidos sugere que cada um dos capítulos seja avaliado separadamente. Desta forma dois dos capítulos são agrupados no mesmo teste e o capítulo restante é avaliado no restante teste. A existência duma parte teórica na avaliação escrita garante que os alunos só obtêm aprovação com uma compreensão mínima da teoria. Os trabalhos de laboratórios são igualmente avaliados de modo a assegurar que são realizados de forma fundamentada.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*The division of the content of the course in three chapters covering complementary aspects of fluid mechanics suggests that each is assessed in separate tests. Therefore the two first chapters are assessed in a first test and the third one in a final test. The tests, as well as the final examination, include a theoretical part that guarantees that no student is approved if he or she has not a minimum understanding of the theory. The laboratorial works are also assessed independently to assure that they are seriously undertaken by the students.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Mecânica dos Fluidos II: Turbomáquinas , António Falcão, 2005,  
 Mecânica dos Fluidos II: Escoamento de Fluidos Perfeitos , António Falcão, 2005,  
 Fluid Mechanics , F.M. White, 1999,  
 Fluid Flow , R.H. Sabersky, A.J. Acosta, E.G. Hauptmann, E.M. Gates, 2002,*

#### **Anexo IV - Motores Térmicos**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Motores Térmicos*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*José Miguel Carrusca Mendes Lopes*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Desenvolver a capacidade de analisar sistemas condicionados por um elevado número de parâmetros fortemente interdependentes. Aplicar, de uma forma integrada, conhecimentos adquiridos (termodinâmica, mecânica de fluidos, transmissão de calor e de massa, combustão, etc) ao caso concreto dos motores de combustão interna (MCI). Analisar o comportamento termodinâmico dos MCI, analisar consequências e implicações de transformações nos MCI, adquirir a linguagem típica do trabalho e estudo dos MCI, e adquirir conhecimentos que permitam aos alunos manterem-se actualizados nos anos futuros.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*To apply previous knowledge on thermodynamics, fluid mechanics, heat transfer, etc, to Internal Combustion Engines (ICE); to analyse systems and processes dependent on a high number of interrelated parameters; to analyse the thermodynamic behaviour ICE; to acquire the language typical of ICE; to learn how to keep updated in the field of ICE.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*1) Introdução aos diversos tipos de motores-Generalidades. Funcionamento dos motores de Explosão, dos motores Diesel, e dos motores a Dois Tempos. Comparação dos diversos motores.*

- 2) **Termodinâmica aplicada aos motores térmicos-Termodinâmica. Mecânica dos fluidos. Transmissão de calor. Combustão.**
- 3) **Parâmetros de projecto e funcionamento-Generalidades. Parâmetros que condicionam o projecto e desempenho. Análise das curvas características.**
- 4) **Combustão e câmaras de combustão em motores de Explosão-Processo de combustão. Preparação da mistura. Detonação e pré-ignição. Índice de octano. Câmaras de combustão.**
- 5) **Combustão e câmaras de combustão em motores Diesel-Processo de combustão. Atraso à inflamação. Número de cetano.Câmaras de combustão.**
- 6) **Sobre-alimentação -Generalidades. Motores de Explosão. Motores Diesel.**
- 7) **Impacte ambiental-Produtos de combustão e constituintes dos gases de escape. Formação de poluentes. Controlo de emissões.**
- 8) **Periféricos, auxiliares, e lubrificação.**

### 3.3.5. Syllabus:

- 1) **Introduction to Internal Combustion Engines (ICE) - Broad analysis of ICE. Spark Ignition (SI) engines. Diesel engines. Two-stroke engines.**
- 2) **Applied thermodynamics to ICE - Applied thermodynamics. Fluid Mechanics. Heat transfer. Combustion.**
- 3) **Engine design and operating parameters - Introduction. Engine capacity. Engine speed. Volumetric efficiency. Mechanical losses. Fuel and air parameters. Ideal and indicated (real) working cycles. Engine performance.**
- 4) **SI engines Combustion process characterization. Fuel preparation. Abnormal combustion.**
- 5) **Diesel engines - Combustion process characterization. Injection advance and ignition delay. Combustion chambers.**
- 6) **Supercharging - Introduction. Supercharging of SI engines. Supercharging of Diesel engines.**
- 7) **Environmental approach - Main pollutants and their effects. Pollutant formation. Pollutant control.**
- 8) **Auxiliary accessories. Lubrication.**

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Os aspectos de termodinâmica aplicada mais relevantes para (e na perspectiva de) Motores de Combustão Interna (MCI) são apresentados e discutidos. Seguidamente são analisados e discutidos os fundamentos termodinâmicos do funcionamento dos MCI, fazendo-se a ligação com os aspectos anteriormente referidos e, naturalmente, com outros aspectos de que os alunos já devem ter conhecimentos (aspectos mecânicos, construtivos, de controle, etc). Depois são analisados casos específicos – motores de explosão, motores Diesel, motores sobrealimentados, emissão e controle de poluentes –, discutidos e colocados nos contextos até então já apresentados. Os parâmetros que condicionam o funcionamento dos MCI são múltiplos e estão fortemente interligados. Este aspecto é particularmente enfatizado na exposição e discussão da matéria, sendo realmente o ponto fulcral desta disciplina. O estudo dos órgãos auxiliares e periféricos e da lubrificação, os trabalhos laboratoriais e as visitas de estudo (tipicamente cinco por semestre) fazem a ponte entre os conceitos teóricos e a utilização real dos MCI. A linguagem utilizada, quer nos conceitos teóricos, quer na parte prática (e visitas de estudo), é a mais usual no estudo dos MCI. A ênfase posta na compreensão do funcionamento dos MCI e na interligação entre os múltiplos parâmetros que os condicionam dá uma bagagem aos alunos que lhes permite analisar novas situações e manterem-se actualizados em anos futuros.

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

The aspects most relevant to applied thermodynamics (and in view of) Internal Combustion Engines (ICE) are presented and discussed. Are then reviewed and discussed the thermodynamic foundations of the functioning of MCI, by making the connection with the aspects mentioned above and, of course, other aspects that students must already have knowledge (mechanical aspects, construction, control, etc.). Once specific cases are analyzed - combustion engines, diesel engines, supercharged engines, emission control and pollution - and placed in the contexts discussed so far have presented. The parameters that affect the functioning of MCI are multiple and are strongly interconnected. This is particularly emphasized in the presentation and discussion of the matter and is really the crux of this discipline. The study of the auxiliary bodies and peripherals and lubrication, the lab work and study visits (typically five per semester) are the bridge between theoretical concepts and actual usage of MCI. The language used both in theoretical concepts, either at the practice (and study visits), is the most common in the study of MCI. The emphasis on understanding the functioning of MCI and the interconnection between the multiple parameters that condition gives students a background that allows them to analyze new situations and keep themselves updated in future years.

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

**Exame escrito (mínimo: 9,5). Oral decidida à descrição do docente. Presença obrigatória em dois ensaios laboratoriais com realização de um - grupos de 3 alunos (oral imediatamente antes do ensaio (33%), ensaio, e elaboração de um relatório (67%)). Avaliação contínua facultativa em todas as aulas teóricas. Exame 75%, ensaio laboratorial 25%. Possibilidade de um trabalho facultativo a discutir numa oral. Nota final resultante da oral, tendo em conta todas as**



*provas prestadas.*

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

*Written exam (minimum: 9.5). Possible oral examination decided by the teacher. Mandatory attendance of two laboratory tests with a realization of one - groups of three students (oral examination about the test immediately before the test (33%), testing, and preparation of a report (67%)). Optional continuous assessment in all theoretical lectures. Written exam 75%, laboratory test 25%.*

*Possibility for the student to do a voluntary work that will be discussed in an oral. The final mark depends on the oral, taking also into account the written exam and the laboratory test.*

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

*O exame escrito (sem consulta) coloca ao aluno um conjunto de temas (tipicamente quatro) ou situações que o aluno tem que analisar, explicar, e emitir opiniões. Num dos temas o aluno tem necessariamente que acompanhar o seu texto com desenhos, esquemas, diagramas, e um dos outros temas é colocado ao aluno com base em elementos gráficos (esquemas, fotografias, gráficos, ...). O aluno tem ainda que resolver um problema de desempenho de motores e compreender a um conjunto de trinta perguntas de resposta fechada. O foco do exame está, assim, colocado na compreensão do funcionamento dos motores e na interpretação dos factos que lhe são apresentados, seguindo claramente toda a filosofia de exposição (e discussão) da disciplina.*

*O ensaio laboratorial coloca o aluno perante o caso concreto do desempenho de um motor perante diferentes condições, e obriga-o a interpretar como o motor responde às diferentes solicitações que lhe são impostas. Por outro lado, leva o aluno a ter uma percepção sensorial (visual, auditiva, olfactiva, térmica, táctil, ...) do funcionamento do motor e do modo como ele responde a solicitações.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*In the written exam (where no books and notes are allowed) the student is confronted with a set of subjects (typically four) or situations that the student has to analyze, explain, and express opinions. In one of the subjects the student must necessarily accompany the text with drawings, schematics, diagrams, and in one of the other issues the student is confronted with graphics, drawings, photographs, ...). The student has yet to solve a problem of engine performance and respond to a set of thirty closed-ended questions. The focus of examination is thus placed on understanding the operation of engines and on interpretation of facts presented to the student, clearly following the whole philosophy of the subjects presentation and discussion in the course.*

*The laboratory testing confronts the student with an engine's performance with regard to different conditions, and forces him to interpret how the engine responds when different demands are imposed. On the other hand, during the test the student has a sensory perception (visual, auditory, olfactory, thermal, tactile, ...) of engine operation and how it responds to requests.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Internal Combustion Engine Fundamentals , Heywood J B, 1988, McGraw-Hill Book Comp*

*Motores de Combustão Interna , Mendes Lopes JMC, 2003, Texto de Apoio, Edição da AEIST*

*Trabalhos de Laboratório de Motores Térmicos , Barata JMM, 1992, Texto de Apoio, Edição da AEIST*

## Anexo IV - Optimização de Sistemas Energéticos

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Optimização de Sistemas Energéticos*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*João Miguel da Costa Sousa*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*A disciplina tem por objectivos fornecer as bases dos sistemas de optimização. 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.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*The main objective is to supply the students with the basics of optimization systems. The students must learn how to*

*formulate typical optimization problems, especially in the energy field. Beyond the traditional techniques, meta-heuristics will also be addressed, including the very recent meta-heuristics inspired in biologic agents.*

### 3.3.5. 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.*

### 3.3.5. 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.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*O conteúdo programático fornece os conhecimentos necessários em optimização para os alunos ganharem competências na formulação de problemas de optimização típicos em sistemas energéticos, incluindo a introdução a meta-heurísticas, que permitem resolver problemas de optimização mais complexos.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The optimization methods introduced in this module will allow the students to acquire the necessary knowledge to solve typical optimization problems that can be found in the energy field. More complex problems can also be addressed using meta-heuristics.*

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

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

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

*Assignments and/or final exam.*

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

*As metodologias de ensino teórico são as adequadas aos conteúdos que se pretende transmitir aos alunos. Os trabalhos a realizar pelos alunos têm como finalidade desenvolver a capacidade de formular problemas de optimização, e aplicá-los a casos práticos do mundo real.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The classes will introduce the students to the optimization problems in energy, introducing the most advanced optimization methods. The assignments have the goal of developing the capability of formulating optimization problems, and use the correct tools to solve these problems.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*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 IV - Propulsão

### 3.3.1. Unidade curricular:

## Propulsão

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

**João Eduardo de Barros Teixeira Borges**

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

<sem resposta>

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Explicar o princípio de funcionamento dos motores aeronáuticos e a forma como se gera a força propulsiva; Analisar os parâmetros que caracterizam os motores aeronáuticos baseados no ciclo de Joule; Estudar em detalhe os vários componentes que constituem estes motores aeronáuticos, nomeadamente, tomadas de ar, tubeiras, câmaras de combustão, compressores axiais e centrífugos e turbinas axiais. Analisar o desempenho dos hélices sobre o ponto de vista aerodinâmico, e apresentar informação para a sua escolha e as várias teorias que permitem o seu projecto preliminar; Estudar o funcionamento dos motores de explosão.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*Explain the working principle of aircraft air-breathing engines and how thrust is produced; Analyse the parameters that characterize the aircraft engines based on the Joule cycle; ? Study of the several components that constitute the aircraft engines in detail, namely, air inlets, nozzles, combustion chambers, axial and radial compressors and axial turbines.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Cálculo da força propulsiva. Análise dos ciclos teóricos e reais do estatorreactor, turborreactor, turborreactor de duplo fluxo, turbohélice e turbina de gás aeronáutica. Tubeiras. Câmaras de combustão. Equações de Euler das Turbomáquinas. Análise dimensional de turbomáquinas. Plano meridional e plano das pás. Cascatas de pás. Teoria do equilíbrio radial. Compressores axiais. Compressores centrífugos. Turbinas axiais. Linha de funcionamento e comportamento transiente.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Evaluation of thrust. Dimensional analysis of an engine. Analysis of ideal and real thermodynamic cycles of the ramjet, turbojet, turbofan, turboprop and turboshaft engines. Subsonic and supersonic inlets. Exhaust nozzles. Gas turbine combustors. Introduction to turbomachines. Euler's turbomachine equation. Experimental correlations for cascades. Theory of radial equilibrium. Axial compressors. Centrifugal compressors. Axial turbines. Engine component matching. Working line. Brief discussion of transient operation.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Na presente unidade curricular estudam-se equipamentos em que a troca de energia tem uma relevância enorme, sendo o valor da energia trocada frequentemente bastante elevada, uma vez que os equipamentos são bastante compactos.*

*A matéria é exposta começando pela aplicação dos princípios básicos de Mecânica dos Fluidos e Termodinâmica estudados noutras unidades curriculares anteriores, passando pela obtenção de resultados aplicáveis aos equipamentos em estudo, e concluindo-se com a discussão de soluções para algumas questões práticas, como a integração de todos os componentes num todo coerente, e análise de desempenho transiente. É dada igual ênfase à resolução do problema de análise de equipamentos existentes, e ao problema de projecto de novos equipamentos. Uma parte substancial da matéria desta unidade curricular aborda o estudo de Turbomáquinas (compressores e turbinas), estudo esse que pode ser estendido a outros contextos, como as turbinas hidráulicas, bombas para sistemas de elevação de fluidos, sistemas de ventilação, turbinas de vapor, etc. Estes são exemplos em que as trocas energéticas assumem importância especial, e onde se poderão obter poupanças de energia significativas através de um projecto cuidado das turbomáquinas envolvidas.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The present course studies equipments that exchange large values of energy in small volumes, leading to compact systems.*

*The theoretical underlying principles are first presented, invoking results presented elsewhere in the Fluid Mechanics and Thermodynamics courses. Afterwards, these principles are adapted to the study of the equipments analyzed in the present course. This study is finalized by presenting some practical solutions, for example, concerning the component matching problem and a brief discussion of transient operation. Equal emphasis is given to the solution of the analysis and design problems of new equipments.*

*A substantial part of the present course is dedicated to the study of turbomachinery (compressors and turbines), addressing the question of prediction of the energy exchange and their correct design, in order to obtain large energy*

**savings. This study could be generalized to other systems, like pumps, hydraulic turbines, ventilation systems and vapor turbines.**

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

**Aulas teórico-práticas de exposição de matéria. A componente prática da unidade curricular será concretizada através de visitas de estudo, e aulas de demonstração de pequenos equipamentos, realizada em laboratório.**

**A avaliação será feita através de exame final obrigatório. Serão reprovados os alunos com nota inferior a 9.5 na prova escrita. Poderão ser dispensados da oral os alunos que tenham nota igual ou superior a 9.5 valores na prova escrita. Só serão atribuídas notas finais superiores a 17 valores após prestação de exame oral.**

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

**Written examination. Oral examination for marks higher than 17 out of 20.**

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

**A metodologia de ensino proposta é clássica, em que a discussão teórica dos vários tópicos é seguida da resolução de problemas numéricos de aplicação prática. A avaliação é simplificada e baseada na prestação de prova final escrita, a realizar no fim da unidade curricular.**

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

**The proposed teaching methods are classic, in the sense that a theoretical discussion of the main principles is followed by their application to the resolution of practical numerical problems.**

**The assessment of the students' performance is based on the execution of a final written exam, to be done at the final of the course.**

### 3.3.9. Bibliografia principal:

**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**

## Anexo IV - Recursos Energéticos Renováveis

### 3.3.1. Unidade curricular:

**Recursos Energéticos Renováveis**

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

**António José Nunes de Almeida Sarmento**

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

**<sem resposta>**

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

**O problema da energia sustentável, associado ao esgotamento dos combustíveis fósseis e às alterações climáticas resultantes da sua combustão, tem levado ao aumento do interesse na utilização das energias renováveis. O objectivo da disciplina é caracterizar os recursos energéticos renováveis, em especial a energia solar, a energia hídrica, a energia eólica, as energias dos oceanos e a energia geotérmica, dos pontos de vista da sua origem, quantificação e distribuição geográfica, variação temporal e sazonal, caracterização estatística.**

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

**The problem of the sustainable energy, related to the increasing scarcity of the fossil fuels and the climatic changes resulting from their combustion, has raised the interest in the use of the renewable energies. The object of this subject is to characterize the re-newable energy resources, especially the solar energy, the hydro energy, the wind energy, the energy from the oceans and the geo-thermal energy, from the points of view of their origin, quantification and geographic distribution, time variation and statistical characterization.**

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

**Os recursos energéticos renováveis: energia solar, energia hídrica, energia eólica, energias dos oceanos (marés e ondas), energia geotérmica. Origem e caracterização física. Distribuição geográfica. Distribuição temporal e sazonal.**

**Caracterização estatística.****3.3.5. Syllabus:**

*The renewable energy resources: solar energy, hydro energy, wind energy, ocean energy (tidal and waves), geothermal energy. Origin and physical characterization. Geographical distribution. Time variation and seasonal distribution. Statistical characterization.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*O conhecimento das fontes de energia renovável e a compreensão das tecnologias disponíveis para as utilizar e dos custos associados, bem como a compreensão do contexto energético actual em Portugal, na Europa e no resto do mundo é essencial para atingir os objectivos da disciplina.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The understanding of the present energy context in Portugal, Europe and the world and how the several renewable energy resources, the available renewable energy technologies and their costs are essential to attain the objectives of the course.*

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

*Exame. Trabalhos sobre tópicos sectoriais*

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

*Final examination and assignments on sectorial topics.*

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

*Dada a diversidade de fontes e tecnologias disponíveis e das questões de natureza política, social e ambiental associadas à problemática da energia, a avaliação tem que procurar ser abrangente (exame), mas também exigente pelo menos em parte da matéria leccionada à escolha do aluno (trabalhos).*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The diversity of energy sources and technologies and the variety of environmental, societal and policy issues affecting the energy system and its evolution require a wide (and somewhat superficial) assessment of matters through the final examination, but also a more in-depth assessment at least in part of the subjects (selected by the students) through the assignments.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Renewable Energy , B. Sorensen, 2004, 3rd ed. Elsevier;  
Principles of Solar Engineering. , F. Kreith, J.K. Kreider, Y.D. Goswami, R.C. Brown. , 1999, Taylor and Francis, 2nd ed.  
Wind Energy Handbook , T. Burton, D. Sharpe, N. Jenkins, E. Bossanyi, 2001, Wiley;  
Random Seas and Design of Maritime Structures , Y. Goda, 2000, World Scientific, 2nd ed.  
Introductory Dynamical Oceanography , S. Pond, G.L. Pickard, 1983, Pergamon, 2nd ed.  
Geothermal Power Plants , R. DiPippo, 2005, Elsevier.*

**Anexo IV - Riscos Naturais e Tecnológicos****3.3.1. Unidade curricular:**

*Riscos Naturais e Tecnológicos*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*João Miguel Pires Ventura*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Introduzir o conceito de risco como medida da importância dos perigos que ameaçam indivíduos e sociedades.*

***Apresentar as metodologias de análise de risco mais utilizadas. Caracterizar os diversos riscos, quer de origem natural, quer tecnológica, ajustando o tratamento de cada um ao conhecimento existente e à sua relevância para o nosso país. Dar a conhecer a estrutura do Sistema Nacional de Protecção Civil e a forma como nele se articula a prevenção, a resposta às emergências e a mitigação das consequências. Contribuir para que os alunos desenvolvam capacidades como trabalho em grupo, comunicação escrita e oral, procura e recolha de informação (livros, artigos, relatórios, Internet).***

#### **3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

***To introduce the concept of risk as a measure of the importance of dangers affecting individuals and societies. To present the most common methodologies of risk analysis. To characterize different risks, from natural or technological origin, adjusting the study of each one to the existing knowledge and its relevance to our country. ? To present the structure of National System for Civil Protection and the way it articulates prevention, emergency response and mitigation of consequences. ? To contribute to improve student soft skills such as team work, written and oral communication, information search, selection and retrieval (books, papers, reports, Web).***

#### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

***Introdução. Conceito de risco. Risco aceitável e risco inaceitável. Prevenção e protecção. Sismos. Ocorrências extremas na faixa costeira. Erosão costeira. Acção do vento. Deslizamento de taludes. Acidentes em barragens. Erosão hídrica dos solos e desertificação. Incêndios florestais. Incêndios urbanos/industriais. Explosões. Riscos químicos. Riscos nucleares. A gestão de emergências. Análise de riscos.***

#### **3.3.5. Syllabus:**

***Introduction. Concept of risk. Acceptable and unacceptable risk. Prevention and protection. Earthquakes. Extreme events in the coastal region. Coastal erosion. Wind effects. Landslides. Accidents in dams. Soil erosion and desertification. Forest fires. Urban/industrial fires. Explosions. Chemical risks. Nuclear risks. Emergency management. Risk analysis.***

#### **3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

***Comparando 3.3.4 e 3.3.5 pode ver-se que os conteúdos programáticos correspondem à parte dos objectivos da U.C. relacionados com a aquisição de conhecimentos na área dos riscos naturais e tecnológicos.***

#### **3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

***By comparing 3.3.4 with 3.3.5 it may be seen that the material to be lectured corresponds to the course objectives which are related to knowledge acquisition in the field of natural and technological risks.***

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

***Aulas de exposição da matéria fazendo recurso a metodologias disponíveis, em particular a apresentação de powerpoints e a projecção de vídeos.***

***Exame escrito final sem consulta. Dois trabalhos individuais e um trabalho de grupo, com relatório e apresentação/discussão. O exame deve ter uma classificação mínima de 9,5 valores. Tanto o exame como o conjunto dos trabalhos contribuem com 50% para a classificação final.***

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

***Lectures and tutorials including powerpoint presentations and vídeo projections.***

***Final closed book examination. Two individual assignments and one group assignment, with production of a report and presentation/discussion. Examination must be at least 9.5 out of 20. Examination and assignment set contribute each one with 50% for the final marking.***

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

***As metodologias de ensino são actuais e adequadas aos conteúdos que se pretende transmitir aos alunos. Os trabalhos a realizar pelos alunos têm também como finalidade desenvolver neles as competências transversais necessárias à sua futura vida profissional.***

#### **3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

***Teaching methodologies are up to date and adequate to the contents to be communicated to the students. The assignments to be carried out by the students are intended to develop in them broader capabilities which they will need in their future professional life.***

#### **3.3.9. Bibliografia principal:**

**Material escrito disponibilizado pelos docentes.**

## **Anexo IV - Termodinâmica II**

### **3.3.1. Unidade curricular:**

***Termodinâmica II***

### **3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

***Mário Manuel Goncalves da Costa***

### **3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

***<sem resposta>***

### **3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

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

### **3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

***To teach the thermodynamics of multi-component mixing processes with phase change and chemical reaction, to provide the fundamentals behind psychometric and combustion processes. To teach and train students on the application of second-law analysis methods to analyze the performance of conventional and emerging energy conversion systems. Examples include: refrigerant, gas turbine and vapor systems, and internal combustion engines, emphasizing the evaluation of reheating, superheating, regeneration, multiple compression and expansions on the efficiency and specific heat or power transferred.***

### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

***1 Misturas Multicomponentes  
2 Combustão  
3 Ciclos Termodinâmicos Avançados***

### **3.3.5. Syllabus:**

***1 Multicomponent mixtures  
2 Multicomponent mixtures with reaction  
3 Advanced Thermodynamic Cycles***

### **3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

***A Termodinâmica é a ciência que estuda as transformações de energia e de matéria e a relação entre as várias propriedades de uma substância quando estas são alteradas ou causadas por essas transformações. A presente unidade curricular aborda os conceitos fundamentais da Termodinâmica. Inclui a determinação das propriedades das substâncias puras e das misturas; descreve e discute a aplicação das equações de balanço de massa, energia e entropia a sistemas fechados e abertos; inclui a aplicação das leis fundamentais à análise da energia disponível e a processos de combustão.***

### **3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

***This course addresses the fundamentals of thermodynamics. It includes the determination of properties of pure substances and mixtures; describes and discusses the application of the mass, energy and entropy balance equations to open and closed systems; and includes the application of the fundamental laws to the analysis of the available energy and combustion processes.***

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

***Exame final (1º e 2º exames), com consulta limitada a um formulário feito pelos alunos numa folha A4 (dos dois lados da folha) e às tabelas existentes nos livros de texto de termodinâmica.***

***Para efeitos de classificação final na unidade curricular é considerada a melhor das duas notas (1º e 2º exames). No***

**caso de a nota final exceder 16 valores, o aluno pode optar entre submeter-se a uma prova oral ou ficar com a nota de 16 valores.**

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

*Final written exam, during which the students may consult a A4 sheet with formulas, made by them, and the thermodynamics tables.*

*In the case of the final mark exceeds 16, the student may choose to have an oral examination or keep the 16 mark.*

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

*A unidade curricular está organizada em aulas teóricas e aulas de problemas e laboratoriais. No início de cada aula teórica é apresentado o sumário da matéria a tratar e no final um resumo dos principais aspectos da matéria leccionada, recorrendo-se, em ambos os casos, ao uso de transparências. A exposição oral da teoria é apoiada essencialmente no uso do quadro de parede e complementada através da projecção de transparências. Estas contém somente tópicos, que permitem ao docente realizar uma exposição ordenada da matéria, e figuras e gráficos relevantes para a compreensão dos assuntos expostos. As aulas de problemas e laboratoriais são constituídas pela resolução de problemas sobre a matéria leccionada nas aulas teóricas precedentes e desenvolvem-se com vista a ajudar os alunos a aplicarem essas matérias a problemas concretos.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The course is organized into theoretical classes and problems and laboratory classes. At the beginning of each theoretical class is presented a summary of the subjects to be treated during the class and at the end a summary of the main aspects of the subjects taught. In both cases a power point is used. The oral presentation of the theory is supported mainly by the use of the blackboard, being complemented by the use of a powerpoint whenever appropriated. These contains only topics, graphics and figures relevant to the understanding of the issues exposed. The problems and laboratory classes comprise the resolution of problems on the subject taught in the previous theoretical class and are meant to help students to apply these subjects to practical problems.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Fundamentals of Engineering Thermodynamics , M.J. Moran and H. N. Shapiro, 0000, John Wiley & Sons Publishers;  
Thermodynamics: an engineering approach , Çengel, Y.A. e Boles, M.A., 1994, McGraw-Hill ;  
Engineering Thermodynamics , Reynolds, W. e Perkins, H.C., 1977, McGraw-Hill ;  
Aerothermodynamics of Gas Turbine and Rocket Propulsion , Oates, G.C., 1988, AIAA;  
Analysis of Engineering Cycles , Haywood, R.W., 1991, Pergamon Press.*

## Anexo IV - Transmissão de Calor

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Transmissão de Calor*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Pedro Jorge Martins Coelho*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Realçar a importância dos fenómenos de transferência de calor. Estabelecer as equações fundamentais, as condições de fronteira e definir as hipóteses simplificativas adequadas para diferentes problemas típicos de condução, convecção e radiação. Descrever métodos de resolução desses problemas, utilizando exemplos práticos de engenharia, através de métodos rigorosos ou aproximados.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*Highlight the relevance of heat transfer phenomena. Write the equations and boundary conditions, as well as simplifying assumptions, needed to solve typical conduction, convective and radiative transfer problems. Describe solution methods to solve those problems using practical engineering examples by means of approximate or rigorous methods.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Modos e mecanismos de transmissão de calor. Leis fundamentais da condução, convecção e radiação. Lei de Fourier.*



**Equação de condução do calor. Condução unidimensional. Geração interna de energia. Alhetas. Condução em regime não estacionário. Corpos com gradientes internos de temperatura desprezáveis. Sólido semi-infinito. Placas planas, cilindros e esferas com gradientes internos de temperatura. Problemas multidimensionais. Conceitos fundamentais de convecção de calor. Convecção forçada em escoamentos exteriores e interiores e convecção natural. Correlações empíricas. Permutadores de calor. Método da média logarítmica da diferença de temperatura e método  $\epsilon$ -NTU. Radiação: conceitos fundamentais. Emissividade, absorvidade, reflectividade e transmissividade. Corpos negros e corpos cinzentos. Leis de Planck, Stefan-Boltzmann, Wien e Kirchhoff. Factores de forma. Trocas de calor por radiação entre superfícies em meios não participantes. Equações da radiosidade. Análogo eléctrico.**

### 3.3.5. Syllabus:

**Heat transfer modes and mechanisms. Fundamental laws of conduction, convection and radiation. Fourier's law. Heat conduction equation. One dimensional conduction. Conduction with internal heat generation. Extended surfaces. Unsteady heat conduction. Bodies with negligible spatial thermal gradients. Semi-infinite solids. Plane walls, cylinders and spheres with internal spatial thermal gradients. Multidimensional problems. Fundamental concepts of convection. Forced convection in external flows and internal flows. Free convection. Empirical correlations for several geometries. Heat exchangers. Logarithmic mean temperature difference and  $\epsilon$ -NTU methods. Fundamental concepts of radiation. Emissivity, absorptivity, reflectivity and transmissivity. Black and grey bodies. Planck, Stefan-Boltzmann, Wien and Kirchhoff laws. Shape factors. Heat exchange between diffuse surfaces in non-participating media. Radiosity equations. Electrical analogue.**

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

**A importância dos fenómenos de transmissão de calor é realçada através da descrição e da análise de variadíssimas aplicações, ao longo do semestre, dos três modos de transmissão de calor (condução, convecção e radiação). Para cada um destes modos, as equações fundamentais são apresentadas, aplicadas, juntamente com as condições de fronteira, e resolvidas para diferentes problemas representativos dos processos de transmissão de calor. Para cada caso são identificadas as hipóteses simplificativas subjacentes. Nos casos em que há soluções analíticas relativamente simples, essas soluções são determinadas analiticamente (ex: condução de calor unidimensional em regime estacionário). Quando tal não sucede, são usados métodos aproximados (ex: correlações empíricas para problemas de convecção). As aulas de problemas e laboratoriais ajudam a consolidar a matéria leccionada.**

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

**The relevance of heat transfer phenomena is highlighted by means of the description and analysis of a wide variety of applications of the three heat transfer modes (conduction, convection and radiation) during the whole course. For each heat transfer mode, the governing equations are presented, applied along with the boundary conditions, and solved for different problems typical of the heat transfer processes under consideration. In each case, the simplifying hypotheses are outlined. Whenever simple analytical solutions are available (e.g., one-dimensional steady-state heat conduction), those solutions are determined analytically. If simple solutions are not available, approximate methods are employed (e.g., empirical correlations for convective heat transfer). The practical and laboratorial lessons help the students to learn the contents of the course.**

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

**A disciplina compreende duas aulas teóricas semanais de 1.5 horas cada, uma aula de problemas de 1 hora e uma aula laboratorial (computacional ou experimental) de 1 hora.**

**As provas de avaliação de conhecimentos são constituídas por dois testes e por um trabalho laboratorial ou, em alternativa, por um exame e um trabalho laboratorial. Os testes e o exame são constituídos por uma parte teórica, sem consulta e sem auxílio de instrumentos de cálculo, e por uma parte prática, com consulta limitada a livros ou apontamentos teóricos. A nota mínima exigida em cada teste é 7.0 valores. A nota mínima exigida na média das notas dos testes é 8.5 valores.**

**A nota final é obtida através da média ponderada das notas dos testes (peso de 40% para cada teste) ou do exame (peso de 80%) e do trabalho laboratorial (peso de 20%). No caso de a nota final exceder 16 valores, o aluno pode optar entre submeter-se a uma prova oral ou ficar com a nota de 16 valores.**

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

**The course comprises two theoretical lessons (1.5h each), one practical lesson (1 hour) and one laboratorial (1h, computational or experimental) per week.**

**Assessment is based on two tests and a laboratorial work or, alternatively, on a final exam and a laboratorial work. Any student may be assessed by exam, even in the case of failure or absence in the tests. The tests and the exam include a theoretical part and a practical one. In the practical part, access to books, lecture notes and pocket calculator is allowed, while in theoretical part it is forbidden. The grade in every test cannot be lower than 7.0, and the average grade cannot be lower than 8.5.**

**The final grade is a weighted average of the grades of the tests (weight of 40% for each test) and laboratorial work**

*(weight of 20%) or of the final exam (weight of 80%) and laboratorial work (weight of 20%). If the final grade exceeds 16, the student may either go to an oral exam or he/she will get a grade of 16.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*As aulas teóricas transmitem os fundamentos e as metodologias necessárias para atingir os objectivos descritos. As aulas de problemas e laboratoriais ajudam os alunos a aplicarem esses conhecimentos a problemas concretos.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*The theoretical lessons provide the fundamentals and the methodologies required to achieve the objectives of the course outlined above. The practical and laboratorial lessons help the students to apply the theory to practical problems.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Fundamentals of Heat and Mass Transfer, F.P. Incropera, D.P. de Witt, T.L Bergman e A.S. Lavine, 2006, John Wiley & Sons, 6ª Edição*

*ou*

*Introduction to Heat Transfer, F.P. Incropera, D.P. de Witt, T.L Bergman e A.S. Lavine, 2006, John Wiley & Sons, 6ª Edição*

#### **Anexo IV - Turbomáquinas**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Turbomáquinas*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Luis Manuel de Carvalho Gato*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Fornecer aos alunos o conhecimento do funcionamento dos vários tipos de turbomáquinas, incluindo o escoamento interno e o seu relacionamento com o desempenho da máquina. Introdução ao projecto hidrodinâmico duma turbomáquina (bomba radial).*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*To study the the various types of turbomachines, including the internal flow and how it is related to the machine overall performance. Introduction to the hydrodynamic design of a turbomachine (radial-flow pump).*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Equações fundamentais do escoamento relativo no rotor de turbomáquinas. Equação de Euler. Transferência de energia e rendimentos, sua definição e significado. Métodos gerais de análise do escoamento em turbomáquinas. Estudo dos principais tipos de turbomáquinas. Turbinas Pelton. Bombas, ventiladores e compressores radiais. Introdução à teoria das turbomáquinas axiais (cascatas de pás, equilíbrio radial, disco actuante). Turbinas axiais (hidráulicas, de vapor e de gás). Bombas, ventiladores e compressores axiais. Turbinas eólicas. Projecto duma turbomáquina (normalmente uma bomba radial). Ensaio laboratorial dum ventilador radial, incluindo o estudo detalhado do escoamento interior.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Basic equations of the relative flow in a rotor. Euler turbomachine equation. Energy transfer and efficiency, their definition and mean-ing. General methods of analysis for the flow through turbomachines. Study of the basic types of turbomachines. Pelton turbine. Radial-flow pumps, fans and compressors. Radial-flow turbines. Introduction to the theory of axial-flow turbomachines: blade cascade flow, radial equilibrium, actuator disc. Axial-flow turbines(hydraulic, steam and gas). Axial-flow pumps, fans and compressores. Wind turbines. Students are required to do the design of a turbomachine (normally a radial pump) and the laboratory testing of a radial-flow fan, including details of the internal flow.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*A primeira parte do programa da disciplina trata dos princípios básicos da mecânica dos fluidos e da termodinâmica utilizados nos estudos das turbomáquinas. O resto do programa trata do estudo e análise de projecto dos diversos tipos de turbomáquinas, movidas e motrizes, em escoamento compressível e incompressível.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The objective of this course is to cover the aerodynamics and hydrodynamics of turbomachinery used for propulsion and power generation in aircraft, marine and land vehicles and turbomachinery used for land-based power plants, processing equipment, and other industrial applications. Emphasis is placed on basic analysis of fluid mechanics and thermodynamics of turbomachinery and data correlations that have lasting value .*

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

*O ensino inclui aulas teóricas, aulas práticas, aulas de laboratório e o acompanhamento de um trabalho realizado pelo aluno fora das aulas. A avaliação é constituída por dois tipos de provas: a) Avaliação de conhecimentos ditos "teóricos" (testes e/ou exame). (b) Avaliação dum trabalho de projecto e dum trabalho de laboratório, incluindo discussão dos respectivos relatórios. Aprovação na disciplina exige aprovação separadamente nos conhecimentos ditos teóricos (nota N1) e nos trabalhos (nota N2). Nota final  $N=(0,7N1+0,3N2)$ .*

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

*Tests and final exam.*

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

*As aulas práticas incluem a resolução de problemas e a participação dos alunos na discussão de questões observadas nas aulas teóricas. O trabalho individual (ou de grupo) consiste no projecto duma turbomáquina (bomba radial).*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*Lectures include solution of problems and the participation of the students in the discussion of questions raised in the lectures. Homework enables students to design a centrifugal pump*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Turbomáquinas , A.F.O. Falcão, 2006, Texto de Apoio. Edição da AEIST  
Design of High Efficiency Turbomachines and Gas Turbines , D.G. Wilson, T. Korakianitis, 1998, 2nd edition. Pearson  
US Imports & PHIPes, 1998.  
Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery , S.L. Dixon, 1998, 4th edition. Pergamon Press, 1998.  
Introduction to Turbomachinery , D. Japikse, N.C. Baines, 1994, Oxford University Press, 1994.  
Wind Energy Explained: Theory, Design and Application , J.F. Manwell, J.G. McGowan, A.L. Rogers, 2002, Wiley*

**Anexo IV - Física e Tecnologia das Radiações**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Física e Tecnologia das Radiações*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*José Pedro Miragaia Trancoso Vaz*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Estudo de aplicações tecnológicas envolvendo a utilização de feixes de partículas, fontes e materiais radioactivos na medicina, indústria, engenharia, em múltiplos sectores de investigação científica e em segurança.  
Introdução a técnicas e ferramentas computacionais utilizadas para o desenho e projecto de aplicações tecnológicas das radiações ionizantes.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*Study of technological applications of particle beams, radioactive sources and materials in medicine, industry, engineering, in multiple sectors of scientific research and in security.  
Introduction to computational methods and tools used for the design of technological applications of ionizing radiation.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Métodos de produção de feixes de partículas.*

*Processos radioactivos. Fontes radioactivas seladas e abertas.*

*Radiação, risco e protecção radiológica.*

*Dosimetria de fotões, partículas carregadas e neutrões*

*Cálculos de Blindagem.*

*Detecção e metrologia das radiações.*

*Simulação do transporte de partículas na matéria: fotões, electrões, prótons, neutrões e iões. Simulação utilizando métodos de Monte Carlo.*

*Fantomas antropomórficos e de voxel.*

*Aplicações tecnológicas das radiações em medicina, industria, engenharia, investigação científica e segurança.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Methods of production of particle beams.*

*Radioactive processes. Radioactive sources – sealed and open.*

*Radiation, radiological risk and radiological protection.*

*Dosimetry of photons, charged particles and neutrons.*

*Shielding calculations.*

*Radiation detection and metrology.*

*Radiation and particle transport simulation: photons, electrons, protons, neutrons and ions. Monte Carlo simulation methods and techniques.*

*Anthropomorphic and voxel phantoms.*

*Technological application of radiations in medicine, industry, engineering, fundamental research, security applications.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Os modelos e métodos de cálculo introduzidos definem, de acordo com a bibliografia especializada, o suporte da investigação e da segurança relativas à radiação ionizante.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The models and calculational methods introduced define, according to the specialized bibliography the support to the research and safety of radiation.*

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

*Trabalhos ao longo do semestre. Trabalho final. Apresentação pública do trabalho final.*

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

*Various works and final work with public presentation.*

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

*Os trabalhos ao longo do semestre com componente computacional permitem adquirir competências de investigação, desenho e projecto nas aplicações tecnológicas das radiações ionizantes, nomeadamente nos aspectos de dosimetria e blindagem.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The work along the semester has a computational component that allows the students to acquire skills for the research and project on technological applications of the radiation, namely in what concerns dosimetry and screening.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*"The Physics of Radiology", Johns and Cunningham, (4ª edição, Thomas)*

*"The Essential Physics of Medical Imaging", J. Bushberg et. al.. (2ª edição, Lippincott, Williams and Wilkins)*

*"Nuclear Medicine Physics - the basics", Chandra (5ª edição, Lippincott, Williams and Wilkins)*

*"Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry", F. Attix (Wiley)*

*"Atoms, Radiation and Radiation Protection" - J. Turner (3ª edição, Wiley Interscience)*

*"Radiation Detection and Measurement" - G. Knoll (3ª edição, Wiley Interscience)*

*"Radiation Shielding", K. Shultis and R. Faw (American Nuclear Society)*

*"Radiation Biophysics", E. Alpen (3ª edição, Academic Press)*

*"Neutrons and Solid State Physics", L. Dobrzynski and K. Blinowski (Ellis Horwood)*

*"A primer for the Monte carlo Method", I.M. Sobol, 1994, CRC Press*

*"Monte Carlo Methods, Volume I: Basics", M.H. Kalos and P.A. Whitlock (Wiley Interscience)*

*Relatórios da Agência Internacional para a Energia Atómica (AIEA)*

## Anexo IV - Reactores Nucleares

### 3.3.1. Unidade curricular: *Reactores Nucleares*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo): *Maria Teresa Haderer de la Peña Stadler*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular: *<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular: *A unidade curricular tem como objectivo fornecer os conhecimentos fundamentais sobre os aspectos físicos e económicos dos reactores nucleares de fissão, e a evolução tecnológica nas sucessivas gerações dos mesmos.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit: *The main objective is to provide working knowledge on the physical and economical aspects of fission nuclear reactors, as well as on their technological evolution through different generations.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos: *Tipos e evolução de reactores Princípios de segurança nuclear Ciclo do combustível nuclear Componentes não-nucleares Desmantelamento de reactores nucleares Parte II ASPECTOS ECONÓMICOS Estrutura de custos na produção de energia numa central nuclear Custos do ciclo de combustível Custo do desmantelamento de reactores*

### 3.3.5. Syllabus: *I Fission Reactors Physical working Principles; Types of Reactors, Safety principles, nuclear fuel cycles, decommissioning. II Economical Aspects Costs of production of energy in a nuclear power plant; nuclear fuel costs; decommissioning costs*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular. *Os conteúdos programáticos abordam os princípios físicos e económicos subjacentes aos reactores nucleares de fissão, pelo que cumprem devidamente os objectivos da unidade curricular.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes. *The course will focus on the physical and economical principles underlying the operation and decommissioning of a nuclear reactor, and therefore its contents are consistent with the objectives described above.*

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída): *Abordagem baseada em aplicações tecnológicas concretas. As aulas teóricas serão acompanhadas de aulas de exercícios. Avaliação: Dois trabalhos experimentais em grupo ao longo do semestre, com apresentação de relatório escrito (30%). Trabalho final individual, com apresentação oral e discussão (70%).*

### 3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation): *Two experimental works done during the semester, and corresponding written report (25% of final classification). Individual work at the end of the semester, with oral presentation and discussion (70%).*

### 3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular. *As aulas teóricas serão acompanhadas de aulas de exercícios para se treinarem as competências a desenvolver, como o conhecimento dos princípios físicos e sua aplicação em exemplos quantitativos e de cálculo*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*The lectures will be followed by practical exercise classes to train the skills on applying the physical principles to concrete and quantitative case studies.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*J.R. Lamarsh, A.J. Baratta, "Introduction to Nuclear Engineering", 3rd Edition, Prentice Hall, 2001 (ISBN 0-201-82498-1)  
 P.D. Wilson (Editor), "The Nuclear Fuel Cycle: From Ore to Waste", Oxford University Press, 1996 (ISBN 0-19-856540-2)  
 E. Bertel, G. Naudet, "L'économie de l'énergie nucléaire", EDP Sciences, 2004 (ISBN 2-86883-691-7)*

**Anexo IV - Tecnologias de Fissão e Fusão Nucleares**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Tecnologias de Fissão e Fusão Nucleares*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Carlos António Abreu Fonseca Varandas*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A unidade curricular tem como objectivos fornecer os conhecimentos fundamentais sobre tecnologia e engenharia dos reactores de fissão e fusão nucleares.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*The objective is to provide the working knowledge on the engineering of fission and fusion reactors.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

**1. REACTORES DE FISSÃO EM OPERAÇÃO E REACTORES EM DESENVOLVIMENTO**

*Reactores actualmente em operação*

*Reactores da Geração III*

*Reactores da Geração IV*

*Reactores avançados*

*Reactores de temperatura elevada*

*Reactores de neutrões rápidos*

**2. REACTORES DE FISSÃO E IMPACTO AMBIENTAL**

*Libertações de isótopos radioactivos em regime normal*

*Acidentes nucleares*

*Libertações de isótopos radioactivos em outras indústrias*

*Modelos de dispersão atmosférica e aquática*

**3. FUSÃO NUCLEAR**

*Confinamento material*

*Confinamento gravitacional*

*Confinamento electrostático*

*Confinamento inercial*

*Confinamento magnético*

*Configurações magnéticas: estabilidade do plasma nas configurações toroidais; Tokamak*

**3.3.5. Syllabus:**

*1. Reactors in operation or under development. Generations III and IV. Advanced Reactors, VHT reactors, rapid neutron reactors.*

*2. Fission Reactors and environmental impact*

*Production of Radioactive isotopes in normal operation; nuclear accidents, models of dispersion in the atmosphere and water*

*3. Nuclear Fusion*

*Material confinement; gravitational confinement; electrostatic confinement; inercial confinement; magnetic confinement. Magnetic configurations: plasma stability ; Tokamak*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos formam uma descrição da tecnologia que existe ou está em desenvolvimento subjacente a reactores de fissão e fusão.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The contents comprise a detailed description of the existing technology, or the one still under development, of fission and fusion reactors.*

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

*Trabalhos de recolha bibliográfica.*

*Avaliação: Dois trabalhos experimentais em grupo ao longo do semestre, com apresentação de relatório escrito (30%).*

*Trabalho final individual, com apresentação oral e discussão (70%).*

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

*Two experimental works done during the semester, and corresponding written report (25% of final classification).*

*Individual work at the end of the semester, with oral presentation and discussion (70%).*

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

*As duas componentes, de trabalho em grupo e de pesquisa individual, servem o desenvolvimento de competências de trabalho de projecto.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The two components of work, individual or team research, develop skills for project design and project evaluation.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*J.R. Cooper, K. Randle, R.S. Sokki, "Radioactive Releases into the Environment", John Wiley, 2003 (ISBN 0-471-89924-0)*

*E. Bertel, G. Naudet, "L'économie de l'énergie nucléaire", EDP Sciences, 2004 (ISBN 2-86883-691-7)*

*J.R. Lamarsh, A.J. Baratta, "Introduction to Nuclear Engineering", 3rd Edition, Prentice Hall, 2001 (ISBN 0-201-82498-1)*

*P.D. Wilson (Editor), "The Nuclear Fuel Cycle: From Ore to Waste", Oxford University Press, 1996 (ISBN 0-19-856540-2)*

## Anexo IV - Ciência dos Materiais para o Nuclear

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Ciência dos Materiais para o Nuclear*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*José Pedro Miragaia Trancoso Vaz*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*No fim da unidade curricular os alunos terão adquirido conhecimentos sobre a interação de radiação com a matéria, diferentes ambientes de radiação, a problemática de danos de irradiação e a aplicação de radiação para modificação propositada de materiais. Esta unidade curricular completa as unidades "Física e Tecnologia das Radiações" e de "Técnicas de Instrumentação Nuclear", que tratam prioritariamente da dosimetria e detecção de radiação.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*The objective is to provide the knowledge on different radiation environments, the damage of radiation on materials and the applications of intended modifications in materials.*

*The course completes the units "Radiation Physics and Technology", and "Nuclear Instrumentation", that deal with dosimetry and detection of radiation.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:***Interacção de iões com a matéria**-Secções eficazes**-Deposição de energia**-Poder de paragem**Interacção de neutrões com a matéria**-Neutrões rápidos**-Neutrões térmicos**Processos de danificação de matéria por radiação**-Transferência de energia e deslocamentos na rede**-Cascatas de deslocamentos**-Natureza e dinâmica de defeitos**II**Efeitos da radiação em materiais**-Danos de irradiação em metais: Crescimento, Segregação, Mudança de fase, Degradação das propriedades mecânicas**-Reactores nucleares de cisão e fusão: progressos no desenvolvimento de novos materiais**Efeitos da radiação em semicondutores e dispositivos electrónicos**Simulação de Monte Carlo**-Código SRIM (Stopping and Range of Ions in Matter): simulação da**interacção de iões com a matéria**-Código TART: simulação da interacção de neutrões com a matéria**-Código CASINO (monte CARlo Simulation of electroNs in sOLids):**simulação da interacção de electrões com a matéria**Modificação de materiais com feixes de iões***3.3.5. Syllabus:***I Interaction of ions with matter; interaction of neutrons with matter; radiation damage of matter**II Radiation effects on materials**-Damage in metals**-Fission and Fusion reactors: progress on new materials under development**-Radiation effects in semiconductores and electronic devices**- Modification of materias with ion beams**III Monte Carlo Simulation**-Code SRIM (Stopping and Range of Ions in Matter)**-Code TART (simulação da interacção de neutrões com a matéria)**-Code Casino ((monte CARlo Simulation of electroNs in sOLids)***3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Abordam-se nesta unidade curricular os efeitos fundamentais da radiação na matéria, recorrendo aos conceitos básicos de deposição de energia, poderes de paragem, fontes e ambientes de radiação, danos causados em diferentes materiais (de semicondutores a materiais nucleares) e por diferentes tipos de radiação. Dá-se ainda uma introdução à simulação de interações de partículas com a matéria usando métodos de Monte Carlo.*

*A unidade curricular introduz ainda um conjunto de técnicas nucleares baseadas em feixes de iões e sondas nucleares, utilizadas na caracterização e modificação de materiais. Os conceitos físicos da maioria destas técnicas são baseados na interacção de partículas energéticas com a matéria, constituindo a primeira parte (Parte I) dos conteúdos uma preparação necessária para a segunda (Parte II).*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The effects of radiation in matter are studied using the notions of energy loss and stopping power, sources and radiation environments. The students are introduced to the use of Monte Carlo Methods for the study of the interaction of radiation with matter.*

*The course introduces also a basic tool set of techniques based on ion beams and nuclear probes, used in the characterization and modification of materials. The physical concepts are introduced in chapter I which is a necessary preparation to parts II and III.*

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

*As aulas teóricas serão acompanhadas de aulas de exercícios e aulas laboratoriais para aplicar e solidificar os conhecimentos novos e introduzir programas de simulação de Monte Carlo.*

*Avaliação: Dois trabalhos experimentais em grupo ao longo do semestre, com apresentação de relatório escrito (30%).*

*Trabalho final individual, com apresentação oral e discussão (70%).*

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

*The lectures are complemented with exercises and laboratory classes to apply and sustain the concepts and the use of*



*Monte Carlo simulation programs.*

*Two experimental works done during the semester, and corresponding written report (25% of final classification).*

*Individual work at the end of the semester, with oral presentation and discussion (70%).*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*As aulas de exercícios, laboratoriais e de programação são as que se adequam à aprendizagem das técnicas experimentais do programa objectivos.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*The problem, lab and programming classes are the ones best adapted to the intended training and objectives.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*G. S. Was, Fundamentals of Radiation Materials Science, Springer, Berlin, 2007. ISBN 978-3-540-49471-3.*

*A. Holmes-Siedle, L. Adams, Handbook of Radiation Effects, Oxford University Press, 2nd Edition, 2002. ISBN 0-19-850733-8.*

*B.M. Ma, Nuclear Reactor Materials, Van Nostrand, 1983. ISBN 0-442-22559-8.*

#### **Anexo IV - Física Quântica da Matéria**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Física Quântica da Matéria*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*João Carlos Carvalho de Sá Seixas*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Introdução aos conceitos de Física Quântica e suas aplicações ao estudo das moléculas, átomos e núcleos. Conceitos fundamentais da Física do Estado Sólido.*

*Previsão de propriedades eléctricas, magnéticas e térmicas dos materiais, ênfase nos aspectos de espectroscopia às escalas das moléculas, átomos e núcleos.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*Introduction to the concepts of Quantum Physics and its applications to the study of molecules, atoms and nuclei.*

*Basic notions of Solid State Physics*

*Predicting electrical, magnetic and thermal properties of materials. Special attention devoted to subjects related to spectroscopies in the molecules, atoms and nuclei range.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*I. Introdução à Relatividade de Einstein (2 semanas)*

*1.Princípios da Relatividade.*

*2.Dilatação do Tempo e Contração do Espaço.*

*3.Espaço a 4 Dimensões. Intervalo.*

*4.Energia e Momento na Relatividade. Partículas e anti-partículas.*

*II. Fundamentos teóricos e bases experimentais da FQM (4 semanas)*

*1.Introdução à Mecânica Quântica.*

*2.A existência dos átomos: Número de Avogrado, tamanho dos átomos, massa dos átomos.*

*3.O núcleo atómico. A experiência de Rutherford e o potencial nuclear. O neutrão.*

*4.O fóton. Emissão contínua e discreta de fótons. Os raios X.*

*5.A radiação beta e o neutrino.A interacção fraca.*

*III. Estrutura atómica (4 semanas)*

*1.Os níveis de energia: espectroscopia.*

*2.Magnetismo atómico.*

*3.Átomos em campos magnéticos.*

*4.Spin nuclear.*

*5.O laser.*

**IV. Introdução à física dos sólidos**

1. Condutores e semi-condutores. Teoria das bandas.
2. Propriedades magnéticas dos sólidos.
3. Supercondutividade.
4. Nanotecnologias.

**3.3.5. Syllabus:****I. Introduction to Einstein's Relativity (2 weeks)**

1. Relativity principles
2. Time expansion and space contraction
3. 4-dimensional space. Interval.
4. Energy and Momentum in Relativity. Particles and anti-particles.
5. General Relativity

**II. Theoretical and experimental foundations of QPM (4 weeks)**

1. Introduction to Quantum Mechanics
2. The existence of atoms: Avogadro's number, atoms size, atoms mass
3. Atomic nucleus: Rutherford's experiment and nuclear potential. The Neutron.
4. The Photon. Continuous and discrete emission of photons. X-rays.
5. Beta radiation and the neutrino. The weak force.

**III. Atomic Structure (4 weeks)**

1. Energy levels: spectroscopy.
2. Atomic Magnetism.
3. Atoms in magnetic fields.
4. Nuclear spin.
5. The laser

**IV. Introduction to Solid State Physics (4 weeks)**

1. Conductors and semiconductors. Band theory
2. Magnetic properties of solids
3. Superconductivity
4. Nanotechnology

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Os conteúdos programáticos destinam-se a fornecer uma base consistente para os temas a serem abordados em disciplinas seguintes relacionados com os aspectos quânticos e relativistas da física nuclear e física dos materiais.*

**FO** **BO** O capítulo I introduz todos os conceitos da Relatividade de Einstein e muito em particular toda a cinemática associada a partículas relativistas;

**FO** **BO** O capítulo II estabelece as bases da Mecânica Quântica e aplica os conceitos introduzidos à descrição de sistemas atômicos simples. É também feita uma abordagem alargada aos dados experimentais relacionados com a física atômica e nuclear, procurando mostrar como a Mecânica Quântica descreve esses dados de forma consistente.

**FO** **BO** O Capítulo III insiste em mais detalhe na descrição precisa da estrutura quântica dos átomos e núcleos, ao mesmo tempo que mostra algumas das suas consequências relevantes como o laser.

**FO** **BO** Finalmente, no Capítulo IV são introduzidos os conceitos necessários para a física do estado sólido. Este capítulo é particularmente relevante para os alunos da vertente nuclear, uma vez que permite a compreensão dos efeitos da radiação sobre a estrutura nuclear e electrónica dos materiais envolvidos em tecnologia nuclear.

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The program aims at providing a consistent basis for the subjects to be considered in forthcoming disciplines related to the quantum relativistic aspects of nuclear physics and materials science.*

*- Chapter I introduces all concepts in Einstein's Relativity and in particular all kinematical concepts related to relativistic particles*

*- Chapter II sets the basis of Quantum Mechanics and applies the concepts to the description of simple atomic system. A broad review of the experimental data related to nuclear and atomic physics is also made, aiming at demonstrating that Quantum Mechanics consistently describes those data.*

*- Chapter III gives a more detailed description of the quantum structures of atoms and nuclei, and at the same time shows some of its relevant consequences such as the laser.*

*- Finally in Chapter IV the necessary concepts for solid state physics are introduced. This chapter is particularly relevant for the students in the nuclear option, since it provides the basis for the description of the effects of radiation on the nuclear and electronic structure of the materials used in nuclear technology.*

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

*Resolução de 1 problema: apresentação na aula e apresentação escrita, com bonificação de 1 ponto, por cada uma das apresentações, se correctamente resolvido e bem apresentado.*

*-Exame escrito final.*

**Nota final calculada a partir de: nota do exame escrito + a bonificação, com a seguinte regra:**

**Quando a nota do exame escrito for 17 e bonificação > 0 a nota final é 18 excepto se houver prova oral.**

**Quando a nota do exame escrito for > 17, a nota final é a nota do exame escrito excepto se houver prova oral.**

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

*Solution of 1 problem, with oral presentation in class and written presentations, awarding a bonus of 1 point for each presentation, if solved correctly and well presented.*

*- A final written exam.*

*Final grade calculated from: grade from written exam + bonus and the following rule:*

*When the grade from the written exam is 17 and bonus > 0, the final grade is 18 unless there is an oral exam.*

*When the grade from the exam is > 17, the final grade is the grade of the exam unless there is an oral exam.*

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

*Esta disciplina tem um papel charneira na harmonização dos conhecimentos dos alunos que queiram ter um perfil na área de engenharia e tecnologia nucleares. Nesse sentido, uma metodologia muito baseada em casos concretos e relação entre os dados experimentais e a sua descrição teórica permitir-lhes-á ter uma visão mais prática dos conceitos e uma maior apetência pela sua aplicação em condições reais. A própria metodologia de avaliação pela apresentação da resolução de problemas promove uma abordagem “hands on” dos conceitos e portanto uma melhor integração no conjunto das matérias abordadas em outras disciplinas.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*This discipline plays a major role in harmonizing the different backgrounds of the students choosing the the profile in nuclear engineering and technology. A methodology based in concrete examples is used; the relation between experimental data and its theoretical description will allow these students to have a more practical approach to the concepts and a better competence to apply them in real conditions. The evaluation methodology, based on the presentation of the resolution of problems, promotes a hands-on approach of the concepts and thus a better integration in the ensemble of subjects considered in other disciplines.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*The Physics of Atomus and Quanta, Haken and Wolf, 1994, Springer-Verlag;*

*Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclear and Particles, Eisberg and Resnick, 1985, John Wiley and Sons;*

*Physics of Atomus and Molecules, Fano and Fano, 1972, The University of Chicago Press;*

*Intermediate Physics for Medicine and Biology, Russell K. Hobbie, 1997, AIP Press;*

*Physics for Computer Science Students, N. Garcia & A. Damasr, 1986, John Wiley & Sons.*

## Anexo IV - Técnicas de Instrumentação Nuclear

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Técnicas de Instrumentação Nuclear*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Patrícia Carla Serrano Gonçalves*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Estudar os processos através dos quais os diferentes tipos de partículas e radiação interagem com a matéria. Conhecer diversas técnicas de detecção de radiação e partículas e quais as suas possíveis aplicações. Familiarizar-se e utilizar com algumas das técnicas e instrumentação utilizadas em física nuclear, em física de partículas e em dosimetria. Efectuar a análise dos dados experimentais recolhidos.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*Study the processes through which the different particle species and radiation interact with matter. Understand different techniques of radiation and particle detection and with their applications. Apply some of the instrumentation techniques used in nuclear physics, particle physics and dosimetry. Analyse experimental data.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*1-Introdução e conceitos básicos: grandezas físicas, medidas, análise e tratamento de dados*

**2-Interacções da radiação/partículas com a matéria**

-partículas carregadas: fórmula Bethe-Bloch, pico de Bragg, perda energia, stopping power, alcance, difusão, bremsstrahlung, radiação de transição e de Cherenkov

-fótons: efeito fotoeléctrico e Compton, produção de pares

-neutrões: absorção, moderação

3-Processos radioactivos: decaimentos (alfa, beta, gama), conversão interna, captura electrónica

4-Detectores: detectores gasosos, detectores de cintilação, detectores estado sólido, eficiência, resolução e tempo morto, calibração, identificação de partículas.

5-Instrumentação: módulos electrónicos, coincidências, trigger

6-Dosimetria: quantidades de protecção e operacionais, radiation e tissue weighting factors, blindagem

7-Aplicações: Espaço, física médica, resistência à radiação, meio ambiente

8-trabalhos de laboratório: espectroscopia gama, contador Geiger-Mueller, coincidências gama-gama, dosímetros semi-condutores

**3.3.5. Syllabus:**

1- Introduction and basic concepts: physical, measured quantities, data analysis and treatment

2-Interaction of radiation and particles with matter

-charged particles: Bethe-Bloch formula, Bragg peak, energy loss, stopping power and range, multiple-scattering, bremsstrahlung, transition radiation, Cherenkov

-photons: photoelectric and Compton effects, pair production

-neutrons: absorption, moderation

3- Radioactive processes: decays (alpha, beta, gamma), internal conversion, electronic capture

4-Detectors: gaseous detectors, scintillation detectors/solid-state detectors, efficiency, resolution and dead time, calibration, particle identification

5-Instrumentation: electronics modules, coincidence, trigger

6-Dosimetry: protection and operational quantities, radiation and tissue weighting factors, shielding

7-Applications: Space, medical physics, radiation hardness assurance, environment

8-Laboratory sessions: gamma spectroscopy, Geiger-Mueller counters, gamma-gamma coincidences, semi-conductor dosimeters

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*O programa está estruturado numa 1ª parte, correspondente aos pontos 1, 2 e 3, em que se expõem os fundamentos da interacção da radiação com a matéria e dos processos radioactivos. Os pontos 4, 5 e 6 abordam técnicas de detecção da radiação e instrumentação e num 7º ponto discutem-se várias aplicações dos conteúdos expostos, cobrindo um espectro largo de actividades. O 8º ponto corresponde à elaboração de trabalhos de laboratório onde se exemplificam e consolidam os tópicos leccionados nesta unidade.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*This program is structured in three parts: the first part corresponds to items 1, 2, and 3, in which the fundamentals of particle and radiation interaction with matter are presented; the second parts consists of items 4, 5, and 6, in which radiation detection and instrumentation techniques are explained and item 7 where several applications, covering a wide range of activities, of these techniques are discussed. Item 8 corresponds to the laboratory sessions, where the contents of the previous items can be explored and consolidated.*

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

*Relatórios dos trabalhos efectuados no laboratório.*

*Apresentação de um trabalho final.*

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

*Report of the activities developed in the laboratory.*

*Presentation of a summary project.*

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

*Tratando-se duma unidade curricular de índole experimental, é dado especial relevo à componente laboratorial, na qual os alunos se poderão familiarizar com diferentes técnicas de detecção e instrumentação utilizadas em física de partículas e em dosimetria. A vertente laboratorial, essencial numa disciplina de instrumentação, permitirá que os alunos adquiram, baseados na experiência, conhecimentos sobre a forma de detectar e medir as interacções da radiação e partículas com a matéria e sobre a aplicação destas interacções e técnicas. A análise dos dados recolhidos em laboratório e a sua interpretação permitirá aos alunos consolidar o conhecimento da física da interacção das partículas e da radiação com a matéria.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*This is an experimental based discipline, in which special relevance is given to the laboratorial component, where the students can get acquainted with different detection techniques and instrumentation commonly used in particle physics and dosimetry. The laboratorial component, essential in an instrumentation course, will enable the students to acquire, based on experiment, knowledge about detection and measurement of the interactions of radiation and particles with matter and about the applications of these interactions and techniques. The analysis of the data collected in the laboratory and their interpretation will contribute to consolidate the understanding of the underlying physics of interaction of particles and radiation with matter.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Atoms, Radiation, and Radiation Protection, James E. Turner, John Wiley & Sons, inc., 1995*

*Principles of Radiation Interaction in Matter and Detection, Claude Leroy and Pier-Giorgio Rancoita, World Scientific, 2004*

*Radiation Detection and Measurement, Glenn F. Knoll, John Wiley & Sons, 1989*

*Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, W.R. Leo, Springer-Verlag, 1994, ISBN 0-387-57280-5*

*Detectors for Particle Radiation, K. Kleinknecht, Cambridge Univ. Press, 1999, ISBN 0-521-64854-8.*

## Anexo IV - Energia Nuclear

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Energia Nuclear*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Carlos António Abreu Fonseca Varandas*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*A disciplina tem por objectivo fundamental fornecer as bases para a análise sócio-económica, ambiental e de segurança da energia nuclear, numa perspectiva da evolução das actividades de investigação e desenvolvimento (I&D), com incidência particular na fusão nuclear, uma nova tecnologia limpa, segura, praticamente inesgotável e economicamente atractiva.*

### 3.3.4. Intended 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.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*- Introdução*

*Reacções de fissão (cisão) e fusão nuclear. Vantagens da energia nuclear*

*- Energia Nuclear Convencional*

*Problemas da energia nuclear convencional. Evolução das centrais de fissão nuclear.*

*- Fusão Nuclear*

*Introdução. Tipos de confinamento. Evolução e perspectivas da I&D. Vantagens da fusão nuclear.*

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

### 3.3.5. 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.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Os conteúdos visam a caracterização das aplicações tecnológicas concretas existentes e a história da sua evolução, adequando-se deste modo aos objectivos propostos.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The contents supply the characterization of the existing technological applications and the history of their evolution.*

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

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

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

*Various works and final exam.*

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

*A metodologia baseada na exposição de casos concretos permite dar uma visão dos desenvolvimentos em R&D existentes e criar competências de avaliação de impacto social e económico de projectos nesta área.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The methodology is based on case studies that supply an overview in the R&D advances in nuclear energy production and enables skills for evaluation and consulting analysis on the social and economical impact of projects in this area.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Tecnologias Nucleares para a Produção de Energia Eléctrica  
Carlos Varandas  
IPFN, 2010*

*Sítios na internet*

**Anexo IV - Física Nuclear**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Física Nuclear*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Maria Teresa Haderer de la Peña Stadler*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Pressupondo conhecimentos de Física Quântica a um nível elementar e geral, a unidade curricular tem como objectivos*

- 1) fornecer os conhecimentos fundamentais e abrangentes que alicerçam os temas específicos de Física Nuclear particularmente ligados às suas aplicações, nomeadamente no domínio da produção de energia e radiação nuclear.*
- 2) desenvolver competências de cálculos sobre processos nucleares e de discriminação das diferentes radiações nucleares, pelas suas características e espectro ou distribuição em energia;*
- 3) desenvolver competências de projecto e de análise técnica de projecto.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*Assuming as background the knowledge of elementary Quantum Physics, the course aims at:*

- 1) providing the basic notions of Nuclear Physics that sustain in particular its applications, namely in the sector for production of energy;*
- 2) developing skills for calculations on nuclear processes and identification of the different nuclear radiations, based on their features and energy distribution spectra;*
- 3) developing skills for modelling and project analysis and initiative.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

- I. O núcleo e a estrutura nuclear. Massas, energias de ligação e fórmula semi-empírica de massa. Estabilidade nuclear.*  
*II. Instabilidade nuclear e decaimentos radioactivos. Actividade. Espectros discretos e contínuos. Tipos de radiação. Radiação gama. Decaimento alfa. Decaimento beta - espectro de energia dos electrões/positrões e regras de selecção. Conversão interna. Captura electrónica.*  
*III. Cadeias de decaimento. Condição de equilíbrio.*  
*IV. Reacções Nucleares: Distribuições angulares e Secções eficazes.*  
*V. Fontes de neutrões, Absorção e Moderação de neutrões, Captura de neutrões. Fissão Nuclear, Energia na Fissão e produtos radioactivos da Fissão. Fusão Nuclear. Fusão solar e Fusão controlada.*  
*VI. Laboratório:*  
 1) determinação de coeficientes de espessuras mássicas de anteparos para absorção de radiação nuclear  
 2) aquisição de espectros de radiações  
 3) caracterização Elementar e especiação com Feixes de lões

### 3.3.5. Syllabus:

*I - Nuclear properties. Experiments and Labs. Abundancies. Size and density distributions. Binding energy. Mass formula. Nuclear chart. Stability and decays. Fission. Electromagnetic moments and transitions. II - The NN interaction. The deuteron. Few-nucleon systems. III - Nuclear Models. The liquid drop. Fission. Shell model. Pairing. Nilsson model. High spins. IV - Special topics. 1 Exotic Nuclei and radioactive beams. Decays. Halo structures. 2. Interaction of radiation with the nucleon and the nucleus. 3. Beta decay. Transitions. Parity violation. 4. Pions and nucleons. Scattering and resonances. Spin-isospin excitations. 5. Nucleon from quarks and gluons. Chiral Symmetry. Bag models. 6. Nuclear Astrophysics. Synthesis of elements. Chains and cycles. 7. Nuclear reactors. Transmutations. Nuclear chains. 8. Application to radioactive dating. 9. Technical applications to Medicine. Diagnostics. Nuclear magnetic resonance. 10 Applications in ambient.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos formam um todo auto-consistente e ao mesmo tempo abrangente dos temas da Física Nuclear relacionados com a aplicação específica de produção de energia e radiação nuclear. Assim:*

- O cap. I inclui as noções fundamentais sobre estabilidade nuclear e estrutura do núcleo que são estruturantes e gerais e baseiam em particular a análise quantitativa das reacções nucleares;*
- Os cap. II e III analisam os vários tipos de instabilidade nuclear dos produtos das reacções nucleares subjacentes à produção de energia, permitindo avaliar quantitativamente a energia libertada e a taxa de produção e controle (determinadas por secções eficazes);*
- Os caps IV e V permitem enfatizar as aplicações no domínio da produção de energia e radiação nuclear.*
- A componente experimental familiariza os estudantes com laboratório e ambientes de instrumentação nuclear desenvolvendo de forma activa competências de medição e projecto.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The content is self-contained and comprehensive of the subjects in Nuclear Physics related to the application of energy and radiation.*

- Chapter I includes the fundamental notions on nuclear stability and nuclear structure that are general and are the basis for the quantitative analysis of nuclear reactions;*
- Chaps II and III present the different types of nuclear instability enabling the calculation of the energy released in a reaction as well as its production rate;*
- Chaps IV and V make an emphasis on the applications of nuclear energy and radiation.*
- The experimental classes aim at training with nuclear instrumentation and to develop active skills in measurement and project.*

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

*Abordagem fenomenológica baseada em dados experimentais e aplicações tecnológicas.*

*Avaliação: Dois trabalhos experimentais em grupo ao longo do semestre, com apresentação de relatório escrito (30%). Trabalho final individual, com apresentação oral e discussão (70%).*

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

*Two experimental works done during the semester, and corresponding written report (25% of final classification). Individual work at the end of the semester, with oral presentation and discussion (70%).*

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

- A abordagem fenomenológica, tendo com ponto de partida a realidade experimental, é a que mais se adequa a um curso de Física Nuclear com requisitos de Física Quântica elementar, sem ter de recorrer-se a conhecimentos avançados de Mecânica Quântica.*
- A aquisição de competências no laboratório desenvolve atitudes metodológicas baseadas na medição e controle de erro importantes para o desenvolvimento de projectos, análise de situações e inovação.*

**-Quanto à avaliação, as suas duas componentes, de trabalho em grupo e de pesquisa individual, servem também o desenvolvimento destas competências.**

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

**-The phenomenological approach is closer to the experimental reality and, moreover, it is the one that is better adapted to a Nuclear Physics course where a background without knowledge in Advanced Quantum Mechanics does not exist.**  
**-The skills related to laboratory practise develop methodological attitudes concerning measurements and error control, which are important in project design and project evaluation.**  
**-The two items required for the evaluation, individual work and group work promote also the achievements in project design, organization and evaluation.**

**3.3.9. Bibliografia principal:**

**Introductory Nuclear Physics , Krane, K. S., 1987, J. Wiley**  
**Nuclear Physics, Principles and Applications, Lilley J., 2001, J. Wiley**

**Anexo IV - Protecção e Segurança Radiológica**

**3.3.1. Unidade curricular:**

**Protecção e Segurança Radiológica**

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

**José Pedro Miragaia Trancoso Vaz**

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

**<sem resposta>**

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

**Desenvolver e aprofundar os conhecimentos em Protecção Radiológica e Dosimetria, com ênfase nas aplicações médicas e industriais das radiações ionizantes**  
**Estudar metodologias e ferramentas de cálculo de doses, em suporte da avaliação da exposição a radiações ionizantes de trabalhadores expostos, membros do público e pacientes**  
**Adquirir competências para uma avaliação crítica da implementação da protecção e segurança radiológica nos locais de trabalho**

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

**To develop and strengthen the knowledge on Radiological Protection and Dosimetry, with emphasis on the medical and industrial applications of ionizing radiation**  
**To study methodologies and tools for dose calculations, in support of the assessment of the exposure to ionizing radiation of workers, members of the public and patients**  
**To acquire competences for a critical evaluation of the implementation of radiological protection and safety in workplaces**  
**Analysis of case studies**

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

**O Sistema Internacional de Protecção Radiológica, seus princípios fundamentais, risco radiológico, efeitos biológicos das radiações ionizantes**  
**“Basic Safety Standards” (BSS), regulamentos internacionais, Directivas europeias e legislação nacional**  
**Grandezas, conceitos e parâmetros fundamentais em Protecção Radiológica e em Dosimetria das Radiações**  
**Dosimetria de fótons**  
**Dosimetria de electrões e positrões**  
**Dosimetria Interna, modelos biocinéticos**  
**Dosimetria Individual, monitorização de área**  
**Protecção Radiológica e Dosimetria em Radiologia Convencional e Tomografia Computorizada**  
**Protecção Radiológica e Dosimetria em Radiologia e Cardiologia de Intervenção**  
**Protecção Radiológica e Dosimetria em Medicina Nuclear**  
**Protecção Radiológica e Dosimetria em Radioterapia**  
**Implementação da Protecção Radiológica de uma instalação radiológica – cultura de segurança, Programa de Protecção Radiológica, etc.**

**3.3.5. Syllabus:**



*The fundamental principles of the International System of Radiological Protection, radiological risk, detriment, biological effects of ionizing radiation*  
*Basic Safety Standards, international regulations, European Directives and Portuguese legislation*  
*Concepts and units in Radiological Protection and Radiation Dosimetry*  
*Photon Dosimetry*  
*Dosimetry of electrons and positrons*  
*Internal Dosimetry, biokinetic models*  
*Individual monitoring, area monitoring*  
*Radiological Protection and Dosimetry in Conventional Radiology and Computed Tomography*  
*Radiological Protection and Dosimetry in Interventional Radiology and Cardiology*  
*Radiological Protection and Dosimetry in Nuclear Medicine*  
*Radiological Protection and Dosimetry in Radiotherapy*  
*Implementation of Radiation Protection in radiological installations – safety culture, Radiation Protection Programme, etc.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*As ferramentas de cálculo de doses permitem a avaliação da exposição a radiações ionizantes de trabalhadores expostos, membros do público e pacientes, e a aquisição de competências para uma avaliação crítica da implementação da protecção e segurança radiológica nos locais de trabalho.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The tools for dose calculations enable the assessment of the exposure to ionizing radiation of workers, members of the public and patients, and to acquire competences for a critical evaluation of the implementation of radiological protection and safety in workplaces*

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

*A avaliação é composta por duas componentes:*

*Teste de avaliação dos conhecimentos teóricos (CT).*

*Avaliação de trabalho em grupo constituído por um projecto de segurança e protecção numa aplicação prática (CP).*

*A nota final obtém-se da soma de 0,5CT com 0,5CP.*

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

*Evaluation test and group work.*

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

*A análise de casos de estudo permite adquirir as competências científicas e técnicas para os vários aspectos científicos e de normas legislativas envolvidos na protecção radiológica.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The analysis of case studies allows to acquire skills in the several scientific aspects as well as on legislative norms on radiological protection and safety.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*"Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry" - F. Attix (Wiley)*

*"Atoms, Radiation and Radiation Protection" - J. Turner (3ª edição, Wiley Interscience)*

*"Radiation Protection - A Guide for Scientists, Regulators and Physicians" - J. Shapiro (4ª edição, Harvard University Press)*

*"Radiation Shielding" - K. Shultis and R. Faw (American Nuclear Society)*

*"Radiation Biophysics" - E. Alpen (3ª edição, Academic Press)*

*"Radiation Detection and Measurement" - G. Knoll (3ª edição, Wiley Interscience)*

*Relatórios do ICRP (Comissão Internacional de Protecção Radiológica) - vários*

*Relatórios da Agência Internacional para a Energia Atómica (AIEA) - vários*

*Relatórios da Comissão Europeia - maioria disponíveis nos sites*

**Anexo IV - Accionamentos e Veículos Eléctricos**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Accionamentos e Veículos Eléctricos*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

**Joaquim António Fraga Gonçalves Dente**

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

**<sem resposta>**

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

***Após a frequência da disciplina os alunos devem adquirir as seguintes competências: Conhecer a constituição dos sistemas de accionamento electromecânico e saber estabelecer soluções de acordo com os requisitos específicos fixados pela carga e pela fonte de alimentação eléctrica. Conhecer e saber utilizar modelos dinâmicos das máquinas e conversores electrónicos para quantificar aspectos funcionais e analisar casos de instabilidade no sistema de accionamento. Compreender, saber descrever, e saber analisar soluções típicas de comando de sistemas de accionamento de velocidade variável. Saber analisar, descrever e avaliar desempenho de instalações de veículos eléctricos autónomos, bem como de sistemas de tracção ferroviária.***

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

***Having attended the course, students should acquire the following skills: Understanding the structure of electrical drive systems and know how to find technical solutions according to specific requirements determined by the load and the power source. Know and use dynamic models of electrical machines and electronic converters for calculate functional characteristics and find cases of instability in the drive system. Understand, describe and analyze typical solutions of control of variable speed drive systems. Know how to analyze, describe and evaluate the performance of autonomous electric vehicles, as well as railway electric traction systems.***

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

***Constituição típica de um sistema de accionamento de velocidade variável. Caracterização de algumas cargas mecânicas e de sistemas de tracção eléctrica. Soluções usuais dos conversores electromecânicos e electrónicos e suas características funcionais.***

***Modelos dinâmicos – escalares (Kron, Park) e vectoriais (FBH) – de conversores rotativos (máquina assíncrona e síncrona).***

***Modelos dinâmicos de valores médios da associação conversor electrónico e conversor electromecânico.***

***Descrição e características de metodologias usadas no comando de sistemas de accionamento de velocidade variável (Ward-Leonard estático, V/f, orientação de campo e DTC). Análise de alguns exemplos típicos de implementação.***

***Características da infra-estrutura dos sistemas de alimentação ferroviária***

**3.3.5. Syllabus:**

***Constitution of a typical variable speed drive. Characterization of some mechanical loads and some electrical traction systems. Usual solutions of electromechanical and electronic converters and their functional characteristics.***

***Dynamic models – scalar (Kron, Park) and vector (FBH) representation– of rotating electrical machines (asynchronous and synchronous machine).***

***Average dynamic models of the electronic converter and electrical machine set.***

***Description and characteristics of methodologies to command systems of variable speed drives (Static Ward-Leonard, V/f, field oriented and DTC). Analysis of typical examples of implementation.***

***Characteristics of the infrastructure of the railway power supply systems.***

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

***Todos pontos programáticos estão em conformidade com os objectivos da UC que se consubstanciam nas competências que o aluno deve adquirir. Assim:***

***1 - Os dispositivos e sistemas electromecânicos e electrónicos cujo estudo é contemplado no programa da UC são elementos fundamentais na constituição das diversas soluções tecnológicas dos sistemas eléctricos de accionamento.***

***2 - Os modelos a estudar no âmbito do programa, embora não sendo específicos para este tipo de aplicações, são adaptados para possibilitarem uma representação dinâmica global dos sistemas de accionamento. Esta particularidade é conseguida através da modelação integrada da máquina eléctrica e do conversor electrónico.***

***3 - O programa contempla com detalhe os fundamentos dos métodos específicos de comando do conversor electromecânico e o conhecimento das suas características para os sistemas de accionamento. Das várias soluções tecnológicas para a implementação destas metodologias apenas se referem as mais comuns e de uso mais geral.***

***4 - O programa contempla ainda a problemática da recuperação de energia nos sistemas de accionamento, nomeadamente nos sistemas de tracção ferroviária.***

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

***All programmatic points are in line with the objectives of the UC that are embodied in the skills that students should acquire.***

**1 - The devices and electronic and electromechanical systems whose study is included in the program of the UC are key elements in the constitution of the various technological solutions for electric drive systems.**

**2 - Models to study under the program, although not specific to this type of applications are adapted to enable a dynamic representation of the global drive systems. This feature is achieved through the integrated modeling of electrical machines and electronic converter.**

**3 - The program covers in detail the fundamentals of specific methods of command of the electromechanical converter for the drive systems and understanding its characteristics. Among the various technological solutions for implementing these methodologies only refer the most common and with more general use.**

**4 - The program also includes the issue of energy recovery systems in operation, particularly in railway traction systems.**

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

*O ensino nesta UC envolve aulas teóricas, de problemas e laboratoriais. Nas aulas teóricas faz-se a exposição dos aspectos fundamentais do conteúdo programático e apresentam-se exemplos ilustrativos da sua aplicação com recurso à projecção de slides. Nas aulas de laboratório realizam-se trabalhos práticos em grupo cujos resultados são usados para responder a questões e problemas especificados no respectivo guia. Procura-se sensibilizar os alunos para utilizarem a realização dos relatórios como actividade de estudo autónomo, embora se aceite a discussão dos seus problemas, nas aulas teóricas. Nas aulas de problemas procura-se que sejam os alunos a propor os problemas a resolver de forma a contrariar uma tendência para a sua passividade.*

*A avaliação compreende as vertentes teórica e prática recorrendo-se para o efeito a uma prova de exame e aos relatórios dos trabalhos de laboratório com eventual discussão oral individual.*

*Exame >= 9,5 75% Prática / Lab >= 9,5 25% 4 relatórios /oral*

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

*The teaching in this UC involves lectures, problems practice and laboratory work. In the lectures takes place the exposure of the fundamental aspects of the curriculum and are presented examples of its application with recourse to the projection of slides. In laboratory classes are held practical work in group whose results are used to answer questions and problems specified in its guide. The aim is also to sensitize students to use the realization the laboratory reports as a help component for self-study, although it accepted the discussion of guide questions in the lectures. In the problems practice one invite students to propose the problems to solve in order to counter a tendency toward passivity. The assessment is both theoretical and practical using an examination and the laboratory reports. If necessary take place an oral discussion of the reports for individual discrimination of classification.*

*Examination >=9,5 75% Laboratory >= 9,5 25% 4 reports / discussion*

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

*A metodologia de ensino nesta UC é análoga em unidades curriculares semelhantes, nomeadamente nos tipos de aulas (teóricas, prática de problemas e de laboratório). No entanto, o número de horas de contacto atribuídas a cada processo lectivo resulta directamente dos objectivos da UC. Tendo em consideração o objectivo prioritário de os alunos adquirirem capacidades no âmbito da concepção as aulas teóricas assumem maior relevância quantitativa e naturalmente no processo de avaliação. As aulas de prática de problemas têm apenas uma função complementar ao estudo autónomo dos alunos. A prática laboratorial, além de ser uma oportunidade de analisar as realizações tecnológicas mais usuais, é um processo pedagógico importante, porque cria uma base e um guia para o estudo autónomo do aluno. Além disso, a prática laboratorial permite avaliar através dos relatórios, o desempenho do processo lectivo e retomar e corrigir em tempo útil qualquer assunto menos entendido que surja no processo de ensino e aprendizagem. Contudo, reconhecem-se dificuldades na aplicação deste modelo em resultado do número elevado de alunos (quatro) que é possível admitir nos grupos de trabalho de laboratório e na limitação do número de relatórios a realizar fora das aulas.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The teaching methodology is the same that we find in similar courses, namely the types of classes (lectures, practice problems and lab). However, the number of contact hours assigned to each process derives directly of the main objectives of this UC. Considering the priority that students should acquire skills to conceive, the lectures have more contact hours and more emphasis in the evaluation process. The practice problems are just a complement to students' self-study. The laboratory practice is an opportunity to analyze the most common technological achievements and is also an important educational process because it creates a basis and a guide to students' self-study. Moreover, this practice allows us to evaluate laboratory, through the reports, academic performance and return on time and correct any issues that arise in the process. However, it is recognized difficulties in applying this model as a result of the high number of students (four) that can be admitted in groups of lab work and the small limit on the number of reports to be held outside of class.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Control of Electrical Drives, W. Leonhard, 3rd Springer-Verlag, 2001*

*Sensorless Vector and Direct Torque Control, Peter Vas, Oxford University Press 1998*

*Vector Control and Dynamics of AC Drives, D. W. Novotny and T. A. Lipo, 1996, Oxford Science Publications*  
*Electric Drives, Ion Boldea S. A. Nasar, 1999, CRC Press*  
*Lecture notes, to be available at the course Web page*

#### **Anexo IV - Automação de Processos Industriais**

##### **3.3.1. Unidade curricular:**

*Automação de Processos Industriais*

##### **3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*José António da Cruz Pinto Gaspar*

##### **3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

##### **3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*O principal objectivo da unidade curricular é oferecer o contacto com ferramentas e dispositivos evoluídos para resolução de problemas de automação em tempo real. A aprendizagem de metodologias de análise de sistemas de eventos discretos e de síntese de controladores de supervisão é um objectivo fulcral dentro do objectivo principal. A unidade curricular tem assim como objectivos específicos de aprendizagem: Análise de sistemas para automação industrial; Metodologias para a implementação de soluções em automação industrial; Linguagens de programação de Autómatos Programáveis (PLCs); Máquinas de Controlo Numérico Computorizado; Modelação de Sistemas de Eventos Discretos; Supervisão de Processos de Automação Industrial.*

##### **3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*The main goal of this course is offering the contact with advanced tools and devices to solve automation projects. Learning recent methodologies for the analysis and synthesis of Discrete Event Systems and Supervisory Controllers is crucial to fulfill the main goal. In essence the course has the following specific objectives: Analysis of Industrial Automation Systems; Methodologies for the implementation of solutions in industrial automation; PLCs Programming Languages; CNC Machines and its programming; Modeling and Supervision of Discrete Event Systems in Automation.*

##### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

- 1 - Introdução à Automação*
- 2 - Introdução aos Controladores Lógicos Programáveis (PLCs)*
- 3 - Linguagens de Programação de PLCs - Ladder diagrams; Instruction List; Structured Text*
- 4 - GRAFCET*
- 5 - CAD/CAM e Máquinas CNC*
- 6 - Sistemas de Eventos Discretos (SED)*
- 7 - Análise de SEDs.*
- 8 - SEDs e Automação Industrial - Relação GRAFCET/Redes de Petri*
- 9 - Controlo supervisionado de SEDs. Síntese de controladores.*

##### **3.3.5. Syllabus:**

- 1 - Introduction to Industrial Automation*
- 2 - Introduction to Programmable Logic Controllers (PLCs)*
- 3 - PLCs' Programming Languages - Ladder diagrams; Instruction List; Structured Text*
- 4- GRAFCET*
- 5 - CAD/CAM and CNC Machines*
- 6 - Discrete Event Systems (DESS)*
- 7 - Analysis of DESS*
- 8 - DESS and Industrial Automation - Relationship GRAFCET/Petri Nets*
- 9 - Supervision of DESS - Supervision of DESSs. Synthesis of controllers.*

##### **3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Os conteúdos programáticos desta UC seguem uma sequência que começa por focar o hardware base da automação industrial (nomeadamente os controladores lógicos programáveis - PLC), introduz em seguida as formas standard de programação dos PLCs e finalmente introduz o formalismo de análise e síntese de supervisores para sistemas de*

*eventos discretos. A forma construtiva do programa permite a motivação sistemática das etapas seguintes permitindo finalmente atingir o objectivo mais geral e abstracto de aprendizagem de metodologias de análise de sistemas de eventos discretos e de síntese na forma de controladores de supervisão.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*This CU starts with the presentation of the fundamental hardware for the industrial automation (namely the programmable logic controllers - PLC), then introduces standard programming languages for the PLCs and finally introduces methodologies for analysing discrete event systems and synthesizing supervisor controllers. The incremental constructive nature of the contents of the CU implies that each teaching / learning step is motivated by the previous topics allowing in the end to reach the more general and abstract goal of learning modelling- and controlling- methodologies for discrete event systems.*

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

*A avaliação consiste em três trabalhos de laboratório (20% cada) e um exame final (40%). Os trabalhos de laboratório envolvem a programação de PLCs, o estudo de redes de Petri e a realização de uma visita a uma empresa que compreenda processos industriais automatizados. Cada grupo de alunos é constituído por (até) três elementos. Em cada semana cada grupo entrega uma folha de acompanhamento da concretização do laboratório e no final entrega um relatório final. Existem duas datas para realização do exame final. A nota mínima para cada componente de avaliação é de 9 valores.*

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

*Grading involves three laboratory works (20% each) and a final exam (40%). The laboratory works involve programming PLCs, studying Petri nets and visiting a company using industrial automata. Each group of students encompasses up to three elements. Each group delivers simple (one sheet) intermediate reports per week and a final report for each of the laboratories. There are two alternative dates for the final exam. The minimum grade at each component is 9 (in a scale of 20).*

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

*O processo contínuo de avaliação, compreendendo três laboratórios ao longo do semestre, implica que a base de hardware (PLCs) e o software necessário à utilização dos PLCs são apreendidos prontamente e portanto criam motivação para o objectivo principal que é a aprendizagem de metodologias de análise de sistemas discretos e de síntese de controladores de supervisão. O exame final, que cobre todo o programa da unidade curricular, permite rever uma vez mais todo o processo construtivo de aprendizagem seguido ao longo do semestre, e de novo enfoca o objectivo fulcral de aprendizagem de metodologias de modelação e controlo de sistemas discretos.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The continuous grading process, encompassing three laboratories along the semester, imply that the hardware (PLCs) and software basis necessary to use the PLCs are learned early and therefore create motivation for the central goal of learning methodologies for the analysis of Discrete Event Systems and synthesis of supervisory controllers. The final exam, covering all the contents of the course, further revises the constructive learning process took along the semester, and again focuses the main goal of learning modelling- and controlling-methodologies for discrete event systems.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*"Introduction to discrete event systems", Christos G. Cassandras, Stéphane Lafortune, Kluwer / Springer (2008)*

*"Supervisory Control of Concurrent Systems: A Petri Net Structural Approach", Iordache M. V. and P. J. Antsaklis, Birkhauser Boston (2006)*

*"Programmable Logic Controllers", Frank D. Petruzella, McGraw-Hill, 1996*

## Anexo IV - Energias Renováveis e Produção Descentralizada

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Energias Renováveis e Produção Descentralizada*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*José Manuel Dias Ferreira de Jesus*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

<sem resposta>

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A disciplina pretende transmitir conhecimentos de engenharia consolidada ou em fase adiantada de consolidação nos domínios das energias renováveis, designadamente das componentes mini-hídrica, eólica e fotovoltaica, e da produção descentralizada de energia eléctrica e utilização racional da energia, nomeadamente, centrais de cogeração e integração na rede de energia eléctrica.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*The main objectives of the course are: (i) to introduce consolidated engineering concepts of distributed power generation, namely renewable sources (small-hydro, wind and photovoltaic) and combined heat and power production; (ii) to give further insight regarding the interconnection of distributed power generation to the existing AC system.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*1) Caracterização do sector eléctrico português. 2) Critérios de avaliação económica. 3) Energia mini-hídrica. 4) Energia eólica. 5) Equipamento eléctrico dos geradores eólicos. 6) Energia fotovoltaica. 7) Cogeração.*

**3.3.5. Syllabus:**

*1) Characteristics of the Portuguese electrical energy system. 2) Economic analysis of renewable energy projects. 3) Small-hydro plants. 4) Wind energy. 5) Electrical equipment of the wind generators. 6) Photovoltaic energy. 7) Cogeneration*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Esta unidade curricular (UC) visa apresentar os conceitos fundamentais relacionados com a engenharia das fontes de energia de base renovável que se perspectivam com mais interesse para Portugal no curto/médio prazo – mini-hídrica, eólica e fotovoltaica. Sendo certo que estes conceitos são transversais e multi-disciplinares, a abordagem aos mesmos é feita do ponto de vista da engenharia electrotécnica e computadores, na perspectiva da sua integração no sistema de energia eléctrica.*

*Na primeira parte da UC abordam-se temáticas transversais. O primeiro capítulo dos conteúdos programáticos é um capítulo introdutório em que se contextualizam as energias renováveis no seio do sector eléctrico e se faz uma breve apresentação da estrutura organizacional do sistema eléctrico nacional. Tratando-se de uma matéria transversal a todos os projectos envolvendo energias renováveis, optou-se por incluir também, logo à cabeça, um capítulo dedicado aos critérios de avaliação económica de investimentos ligados com centrais de base renovável.*

*Na segunda parte, a UC debruça-se mais especificamente sobre cada uma das fontes de energia renováveis que se elegeram como tendo mais interesse no curto/médio prazo em Portugal – energia mini-hídrica, energia eólica e energia solar fotovoltaica.*

*O maior destaque é dado à energia eólica, o que se explica por ser a tecnologia que apresenta, actualmente, uma maior viabilidade técnico-económica e uma maior visibilidade e dinamismo. Neste capítulo reportam-se tópicos relacionados com: (i) o recurso eólico, designadamente, a representação analítica do perfil de ventos e os métodos de previsão do vento; (ii) as metodologias de cálculo da energia produzida por um parque eólico e aspectos de tecnologia dos sistemas de conversão de energia eólica; e (iii) o equipamento eléctrico dos aerogeradores e os problemas colocados pela sua integração na rede.*

*No que respeita à energia solar, em particular, fotovoltaica, aborda-se o recurso solar e as tecnologias existentes que possibilitam a conversão fotovoltaica e solar termoeléctrica. Dá-se também ênfase à apresentação de modelos matemáticos que descrevem o funcionamento dos módulos fotovoltaicos e às metodologias de cálculo da energia injectada na rede por estes equipamentos, bem como da influência das condições meteorológicas – irradiância e temperatura – a que estão sujeitos.*

*Finalmente, na terceira parte aborda-se a cogeração, isto é, produção combinada de calor e electricidade. É sabido que a cogeração não configura uma forma de energia renovável; contudo, o facto de constituir uma forma muito mais eficiente de produção de energia, faz com que seja, muitas vezes, associada às energias renováveis, dada a sua contribuição benigna do ponto de vista ambiental.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*This course aims to present the fundamental concepts related to the engineering of the renewable energy sources with more interest to Portugal in the short / medium term – small-hydro, wind and photovoltaics. Whilst these concepts are cross-and multi-disciplinary, the undertaken approach is designed from the point of view of the electrical engineering, taking into account the integration of the renewable sources in the existing electrical system.*

*In the first part of the course cross-cutting topics are addressed. The first chapter of the syllabus is an introductory chapter in which the renewable energy sources are presented in the framework of the electricity sector; furthermore a brief presentation of the organizational structure of the national electricity system is given. Since the renewables economics is an issue across all projects involving renewable sources, a chapter on economic evaluation criteria*

*associated with the investments on renewable power plants is included.*

*In the second part, the course focuses more specifically on each of the renewable energy sources that have been selected – small-hydro power, wind power and solar photovoltaics power.*

*The highest emphasis is given to wind energy, which is explained because this technology has now a considerable technical and economic feasibility and high visibility and dynamism. This chapter is related to: (i) the wind resource, namely the analytical representation of the wind profile and wind forecasting methods, (ii) the methodologies for calculating the energy produced by a wind farm and aspects of the wind energy conversion systems technology, and (iii) the electrical equipment of wind generators and the problems posed by its integration into the existing electrical network.*

*With regard to solar energy, particularly the photovoltaics, an approach to the solar resource and to the existing technologies that enable the conversion of both photovoltaic and solar thermal power is given. Moreover, importance is also given to the presentation of the mathematical models that describe the operation of photovoltaic modules and to the methodologies for calculating the energy injected into the electrical network by such equipment, taking into account the influence of weather conditions – irradiance and temperature – to which they are subjected.*

*The third part deals with the cogeneration (CHP), i.e. the combined heat and electricity production. It is known that CHP is not a form of renewable energy, yet the fact that it is a much more efficient energy production technology, makes it often associated with renewable energy, given its positive contribution to the environment.*

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

*Esta unidade curricular é leccionada em aulas teóricas, onde são abordados os tópicos que constituem os conteúdos programáticos, e em aulas de problemas, em que se discutem e resolvem os problemas preparados para ilustrar os temas leccionados.*

*A avaliação segue o modelo "avaliação por testes", compreendendo a realização de dois testes, no período de aulas, sem consulta, com inscrição prévia. A aprovação é obtida se  $CT=(0,5*CT1+0,5*CT2) \geq 9,5$  e  $CT1 \geq 7,5$  e  $CT2 \geq 7,5$ .*

*Existe um exame de recurso, sendo a aprovação obtida se  $CE \geq 9,5$ .*

*Os alunos com  $CT > 17$  ou  $CE > 17$  têm de fazer uma prova oral; a não comparência implica  $C_{Final}=17$ .*

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

*This course comprises theoretical lectures, where the different topics that are dealt with in the course are presented, and tutorial classes where exercises that illustrate the theoretical topics are discussed and solved.*

*The final assessment results from the average mark of 2 tests to be given during the semester. This average mark should be greater or equal to 9,5/20, and in both tests the student must obtain a mark greater or equal to 7,5/20.*

*A last chance exam exists, in which the student must obtain a mark greater or equal to 9,5/20, in order to be approved.*

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

*Os tópicos abordados na unidade curricular prestam-se à utilização de uma metodologia tradicional de ensino: aulas teóricas complementadas por aulas práticas onde são resolvidos exercícios.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The traditional form of lecturing, comprising theoretical sessions complemented by tutorial classes where exercises that illustrate the theoretical topics are solved is well adapted to the topics covered in this course.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Rui Castro, Uma Introdução às Energias Renováveis – Eólica, Fotovoltaica e Mini-Hídrica; IST Press, 2011.*

## Anexo IV - Instrumentação e Medidas

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Instrumentação e Medidas*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Artur Fernando Delgado Lopes Ribeiro*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Fornecer aos alunos a competência para:*

- 1) Utilizar instrumentos electrónicos com a compreensão dos correspondentes princípios de funcionamento;*
- 2) Validar e interpretar os resultados obtidos;*

- 3) *Dominar os conhecimentos básicos da Metrologia;*
- 4) *Projectar sistemas simples de medida automática.*

#### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*The students will be able to:*

- 1) *Use electronic instruments and understanding their principles of operation;*
- 2) *Validate and interpret the results of measurements;*
- 3) *Understand the basics of Metrology;*
- 4) *Design basic automatic measuring systems.*

#### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*1) Fundamentos da Instrumentação e Medida Sistema metrológico internacional: Erros.Considerações estatísticas. Sistema metrológico internacional: Erros.Considerações estatísticas.Unidades e padrões.Calibração.Módulos Funcionais: amplificadores de instrumentação e de isolamento; conversores RMS-DC; malhas de fase síncronas; conversores D/A e A/D. Instrumentação analógica e digital; Amostragem de sinais; Sistemas de aquisição de dados. Medida Grandezas Instrum.analógicos.Wattímetros.Multímetro digital.Contador tempo/frequência. Geradores de funções, impulsos. Sintetizador de frequência.Osciloscópio analógico/digital. Analisadores de espectros.Lock-in amplifier.Medida de grandezas eléctricas.Medida de resistência/impedâncias. Transdutores-Medida: Conceitos fundamentais. Transdutores de força/posição: extensómetros e LVDT.Condicionamento sinal. Instrumentos Virtuais/Sistemas Automáticos de Medida: Normas de comunicação para instrumentos.Sistemas de aquisição: equipamentos/programas computador.*

#### 3.3.5. Syllabus:

*Concepts and definitions.Types of errors.Statistics.Units.Standards.Measurement Introduction to Metrology RMS-DC converters. Phase locked loops. Isolation amplifiers. D/A and A/D converters. Sampling. Sample&hold. Data acquisition systems. Generators Power supplies. Oscillators. Function Generators. Synthesizers. Analog Instruments Thermoelectric, Electronic, Electrodynamic, Electromagnetic, Electrostatic. Digital Instruments Time and Frequency Measurement. Digital multimeter. Digital wattmeter. Visualization Instruments Analog and digital oscilloscope. Measurement Methods of Electrical Quantities Current. Voltage. Power. Energy. Resistance, capacitance and induction coefficient. RLC meter Lock-in amplifier Spectral Analysis: Spectrum analyser. Transducers fundamental Concepts. Signal conditioning. Automatic Measurement Systems Fundamental Concepts. IEEE 488 standard. Implementation examples.*

#### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*O programa desta unidade curricular ao envolver as noções básicas de metrologia em conjunto com os princípios de operação dos instrumentos de medida permite aos alunos conhecer as técnicas de medida e fazer uma avaliação crítica dos resultados obtidos, com um controlo dos erros experimentais inerentes ao processo de medida de grandezas eléctricas.*

*A inclusão dos princípios de funcionamento do equipamento de tipo clássico bem como dos equipamentos electrónicos analógicos e digitais fornece aos alunos a capacidade de projectar sistemas de medida. As matérias de electrónica analógica e digital incluídas no programa são ministradas em coordenação com os programas das unidades curriculares de electrónica a montante, como é o caso da inclusão dos princípios de funcionamento dos conversores analógico-digitais e digital-analógicos que constituem o núcleo de muitos instrumentos digitais actuais. É dada uma especial atenção à aquisição e processamento de sinais tendo em conta uma perspectiva de medida. A parte da matéria teórica relacionada com a medida por via eléctrica de grandezas não eléctrica permite aos alunos um relacionamento com os diversos tipos de transdutores.*

*No final do semestre são ainda abordados os sistemas automáticos de medida sendo apresentadas as diferentes interfaces de comunicação entre instrumentos bem como as noções de programação necessárias para o controlo do processo automático de medida.*

#### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The program of this course includes the basic metrological principles together with the instruments operation techniques. These notions allow the critical evaluation of the measurement results, controlling the experimental errors*



*always included in the measurement processes of electrical quantities.*

*The inclusion of the operation principles of the classical or modern electronic measurement equipment allows that our students acquire the capability of design and construct electric measurement systems. The electronic subjects, analogical or digital, included in the program are coordinated with the other previous courses, as is the case of the inclusion of the basic principles on analog to digital and digital to analog conversion, constituting the kernel of many modern measurement equipment.*

*A special attention is given to the signal acquisition and to the signal processing subjects, in the perspective of the measurement processes.*

*The set of subjects related to the measurement of non-electric quantities using electric processes gives to the students the possibility of making contact with the several types of transducers.*

*By the end of the semester the automated measuring systems are studied as well. The different communication interfaces, usually included in the measurement instruments, as well as the software programming necessary to control the measurement process, are presented to the students.*

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

*Durante um semestre de treze semanas são leccionadas três horas semanais de aulas teóricas (duas aulas de 1,5 horas) e uma aula prática semanal de laboratório com duas horas de duração. Os docentes da disciplina ainda proporcionam 2,5 horas semanais com horário fixo e afixado publicamente para esclarecimento de dúvidas aos seus alunos.*

#### *Avaliação:*

*Exame final (peso 60%) e componente laboratorial (peso 40%). Em ambas as componentes a nota mínima é 10 valores. A componente laboratorial consiste em 6 trabalhos obrigatórios e avaliados, realizados em grupos de 3 alunos. Os alunos recebem uma nota individual pela sua preparação e desempenho no laboratório. O grupo recebe uma nota referente ao mini-relatório entregue no fim da aula. Para um dos trabalhos o grupo entrega um relatório formal de acordo com as regras publicadas na página da cadeira.*

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

*Final Exam (weight 60%) and laboratory (weight 40%). The minimum grade for both components is 10.*

*The laboratory has 6 mandatory graded tasks to be executed in groups of 3 students. Students get an individual grade for their preparation and performance during the lab class. The group gets a common grade for the short lab report delivered at the end of the lab class. For one of the tasks, the group must deliver a formal report according to the guidelines published in the class website.*

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

*Para atingir os conhecimentos teóricos e experimentais a metodologia adoptada baseia-se na importância dada ao trabalho experimental desenvolvido nas aulas de laboratório. As matérias teóricas são apresentadas aos alunos em coordenação com os trabalhos de laboratório a realizar durante o semestre. Esses trabalhos foram divididos em três séries. Cada série é composta por dois trabalhos e que são:*

*1ª série: Medição de impedâncias e Malha de fase síncrona.*

*2ª série: Analisador de espectros e Medição de tensões por diferentes processos.*

*3ª série: Trabalho sobre transdutores (LVDT e extensómetros) e Sistema automático de medidas.*

*Cada série de trabalhos de laboratório é apresentada numa aula teórica especial para o efeito.*

*Os estudantes devem preparar a execução de cada trabalho antes da aula de laboratório em que o devem executar, podendo consultar os docentes durante os horários de dúvidas previstos.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*To attain the theoretical and experimental background, the adopted methodology is based on the importance of the experimental work during the laboratory classes. The theoretical subjects are presented to the students in coordination with the laboratory work along the semester. The laboratory work is divided into three series. Each series contains two works which are:*

*1st series: Impedance measurement and Phased Locked Loop.*

*2nd series: Spectral Analyzer and Voltage measurement by different methods.*

*3rd series: Work about transducers (LVDT and strain gauges) and Automated Measuring System.*

*Each series of lab works is presented to the students during a special theoretical class.*

*The students must prepare each lab work before the respective lab class, and may consult the respective professor during the scheduled time for clarification of any doubts.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Instrumentação e Medidas , Pedro Silva Girão, 1986, AEIST*

**3.3.1. Unidade curricular:*****Produção e Consumo de Energia Eléctrica*****3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):*****José Manuel Dias Ferreira de Jesus*****3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:*****<sem resposta>*****3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:*****A disciplina visa dar formação no âmbito dos processos convencionais que permitem a conversão de diferentes formas de energia em energia eléctrica e no âmbito da caracterização e previsão dos consumos de energia eléctrica.*****3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:*****The course main objective is to provide the basic concepts underlying both the conventional processes of conversion of the different forms of energy in electrical power and the characterization and forecasting of electrical power demand.*****3.3.5. 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 Hidroeléctricas 6 Consumo de Energia Eléctrica 7 Previsão de Cargas 8 Elementos de Análise Económica 9 Sistema Tarifário Português*****3.3.5. 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 Forecasting 8 Elements of Economic Analysis 9 The Portuguese System of Pricing Electricity*****3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.*****Esta unidade curricular visa dar formação no âmbito dos processos convencionais utilizados correntemente para a conversão de diferentes formas de energia em energia eléctrica e no âmbito da caracterização e previsão de cargas. No âmbito das diferentes formas de conversão de energia em energia eléctrica abordam-se as centrais térmicas a vapor onde se mencionam as centrais nucleares, as centrais térmicas a gás onde se incluem as centrais de ciclo combinado e as centrais hidroeléctricas. Este conjunto de tópicos cobre as formas convencionais de obtenção de energia eléctrica, contribuindo assim para o cumprimento dos objectivos propostos para esta unidade curricular. No âmbito da caracterização e previsão de cargas abordam-se os modelos econométricos para a previsão de energia a longo prazo e as séries temporais para a previsão de cargas. Previsões de energia a longo prazo e de carga a curto prazo constituem os objectivos propostos para esta unidade curricular no que concerne a caracterização e previsão dos consumos de energia eléctrica.*****3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.*****This course aims to provide the basic concepts underlying the conversion of different forms of energy in electrical energy. Only the classical forms of energy conversion are studied in this course. In order to fulfill this objective the topics Steam power plants (where Nuclear power plants are mentioned), Gas Turbine and Combined Cycle power plants and Hydroelectric power plants are dealt with in this course. On the demand side topic both the long term and short term forecast are covered. In order to cover these topics both econometric methods of load forecast and time series analysis are dealt with. Econometric analysis and time series analysis provide the theoretical background needed to comply with the objective of providing the students with a basic understanding of energy and load forecasting.*****3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):*****Esta unidade curricular é constituída por aulas teóricas onde são abordados os tópicos que constituem o programa da unidade curricular e por aulas de problemas.******A avaliação de conhecimento compreende duas componentes:***

- a) Problemas Realizados nas Aulas Práticas (peso:30%)***
- b) Exame Final (peso:70%. Nota Mínima:9)***

**3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):*****This course comprises theoretical lectures where the different topics that are dealt with in the course are presented and tutorial classes where exercises that illustrate the theoretical topics are solved.***

**The assessment process comprises two components**

**a) Exercises solved in the tutorial classes (weight 30%)**

**b) Final Examination (weight 70% Minimum Grade 9 (out of 20))**

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*Os tópicos abordados na unidade curricular prestam-se à utilização de uma metodologia tradicional de ensino: aulas teóricas complementadas por aulas práticas onde são resolvidos exercícios.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*The traditional form of lecturing, comprising theoretical sessions complemented by tutorial classes where exercises that illustrate the theoretical topics are solved is well adapted to the topics covered in this course.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Redes de Energia Eléctrica. Uma Análise Sistemática , 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*

#### **Anexo IV - Sistemas Computacionais**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Sistemas Computacionais*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Carlos Manuel Ribeiro Almeida*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Esta disciplina tem como principal objectivo a familiarização com sistemas embebidos tempo-real, incluindo aspectos relacionados com a sua especificação, desenvolvimento e teste.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*The main goal of this course is to get familiar with embedded and real-time systems, including aspects related to specification, implementation and test.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução aos sistemas tempo-real e embebidos. Sistemas tempo-real estrito e lato. Sistemas operativos tempo-real (núcleos multitarefa). Concorrência, comunicação, sincronização, escalonamento. Algoritmos de escalonamento tempo-real. Tratamento de eventos e interacção com dispositivos periféricos. Arquitectura de sistemas embebidos. Interface com buses comuns e redes para sistemas embebidos. Suporte Hardware aos Sistemas Operativos. Realização de Gestores para dispositivos inteligentes.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Introduction to real-time and embedded systems. Hard real-time and soft real-time systems. Real-time operating systems (multitask kernels). Concurrency, communication, synchronization, scheduling. Real-time scheduling algorithms. Event handling and interaction with peripheral devices. Architecture of embedded systems. Interface with common buses and networks for embedded systems. Hardware support for operating systems. Implementation of device drivers for smart devices.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*O programa desta disciplina aborda os aspectos fundamentais dos sistemas embebidos tempo-real, fornecendo conhecimentos quer ao nível do hardware (processadores e dispositivos), como dos sistemas operativos e ambientes de desenvolvimento normalmente utilizados na construção dos sistemas embebidos.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*This course addresses the fundamental aspects of real-time embedded systems, providing information about hardware*

*(processors and devices), operating systems and development environments used in the implementation of embedded systems.*

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

*Trabalhos de laboratório (com discussão) - 40% (nota mínima 8). Exame final - 60% (nota mínima 8).*

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

*Laboratory work (with discussion) – 40% (minimum grade 8). Final exam – 60% (minimal grade 8).*

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

*A existência de aulas teóricas e aulas de laboratório, com avaliação por exame e por projectos, permite abordar as duas vertentes que são essenciais na construção de sistema embebidos: dominar os conceitos fundamentais usados na sua concepção, e adquirir experiência no seu desenvolvimento e teste.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The existence of theoretical classes and laboratory classes, with grading from final exams and laboratory projects, makes it possible to address the two main issues in the implementation of embedded systems: knowledge of fundamental concepts used in their design, and acquiring experience in their development and test.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Computers as Components: Principles of Embedded Computing Systems Design , WOLF, WAYNE., 2000, Morgan Kaufmann Publishers*

## Anexo IV - Sistemas Eléctricos e Electromecânicos

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Sistemas Eléctricos e Electromecânicos*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Gil Domingos Marques*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*O exercício da engenharia exige a colaboração de engenheiros de diferentes especialidades. O objectivo desta disciplina é proporcionar, aos alunos do mestrado em Engenharia Mecânica, Naval e Aeroespacial, conhecimentos básicos na área de electrotecnia de modo a que esta colaboração seja possível. Após a frequência da disciplina o aluno deverá conhecer os conceitos básicos de circuitos e instalações eléctricas simples de corrente contínua e de corrente alternada no que diz respeito à sua concepção e protecção. Deverá conhecer os princípios da conversão electromecânica de energia, os modelos equivalentes em regime permanente dos sistemas electromecânicos mais comuns e estimar valores de forças, potências, velocidades e perdas. Deverá conhecer alguns aspectos de manobra e de protecção em algumas aplicações.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*Engineering requires the collaboration of different specialities. It is common that mechanic and electric engineers have to solve situations together. The objective of this course is to teach the students of mechanical engineering the basics of electricity. By the end of the course, students should know basic concepts of simple DC and AC circuits and electric installations. Also they should know the principles of electromechanical energy conversion, the equivalent circuits in steady state of the most frequent electromechanical energy converter devices and how to estimate forces, speeds, powers and losses. The student should know some aspects of control and protection in most usual applications.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Noções básicas de circuitos e instalações eléctricas. Circuitos de corrente contínua e de corrente alternada. Instalações trifásicas. Potência activa e reactiva. Selecção de elementos das instalações eléctricas. Introdução aos circuitos magnéticos. Introdução aos transformadores. Aspectos práticos da sua análise e aplicação. Princípios de conversão electromecânica de energia. Forças e binários. Introdução às máquinas eléctricas rotativas. Conceitos elementares. Introdução às máquinas AC e DC. Noção de campo girante. Máquinas síncronas. Aspectos construtivos.*

*Princípio e circuito equivalente em regime permanente. Características e aplicações. Máquinas de indução. Aspectos construtivos. Circuito equivalente em regime permanente. Características e aplicações. Máquinas de corrente contínua. Introdução. Características. Motor série universal. Noções elementares de comando e protecção de máquinas de corrente contínua, de máquinas síncronas e de máquinas de indução em algumas aplicações.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Basics of circuits and electrical installations. The DC and AC sinusoidal steady state regimen. Three-phase circuits and electrical installations. Active and reactive power concepts. Selection of electric installations elements. Introduction to magnetic circuits. Magnetic properties of materials. Introduction to transformers. Practical aspects of analysis and applications of transformers. Principles of electromechanical energy conversion. Force and torque. Introduction to rotating electric machines. Elementary concepts. Introduction to AC and DC machines. Rotating field concept. Synchronous machines. Constructive aspects. Principle and steady state equivalent circuit. Characteristics and applications. Induction machines. Construction. Steady state equivalent circuit and characteristics. Direct current machines. Introduction.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*A matéria da disciplina de “Sistemas Eléctricos e Electromecânicos” constitui um todo coerente em que a primeira parte serve para leccionar instalações eléctricas simples e para preparação ao ensino das máquinas eléctricas. Os conceitos básicos dos circuitos e instalações eléctricas de corrente contínua e de corrente alternada são leccionados nos capítulos 1 a 4. Estes conceitos aplicam-se no cálculo de instalações eléctricas simples o que é realizado nas aulas de problemas. Os trabalhos de laboratório nº1 e nº2 ajudam o aluno a compreender melhor esta matéria.*

*Para a aprendizagem dos princípios de conversão electromecânica de energia, e das máquinas eléctricas mais vulgares, são usados os capítulos 5 a 11. Nos capítulos 5 e 6 são leccionados o circuito magnético e os princípios de conversão electromecânica de energia. O trabalho de laboratório nº 3 serve de suporte a estes dois capítulos. Seguidamente apresenta-se o transformador, capítulo 7, como aplicação directa desta teoria e que é suportado no laboratório pelo trabalho nº 4. O capítulo 8 apresenta bases de construção de enrolamentos para as máquinas trifásicas e os seus princípios de funcionamento. As máquinas de corrente alternada, máquina de indução e máquina síncrona são leccionadas nos capítulos 9 e 10 respectivamente sendo apoiadas pelo último trabalho de laboratório. Por fim, no capítulo 11 lecciona-se a máquina de corrente contínua. Deste modo ficam cobertos todos os objectivos da disciplina.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The contents of course “Electric and Electromechanical Systems” are a coherent set where the first part teaches circuits and electrical installations and prepares the student to learn electrical machines.*

*Chapter 1 to 4 teaches the basic concepts of electrical circuits. These are applied to electrical installations which are done in the classes of problems. This subject is supported in the Laboratory in the Lab nº1 and Nº2. Chapters 5 and 6 teach the magnetic circuit and the electromechanical energy conversion principles. This is supported in the Lab by the work Nº 3. The transformer is presented in chapter 7 as an application of the theory. It is supported in the lab by the work nº 4. The foundations of ac machine windings are presented in chapter 8 as well as their working principles. The induction and synchronous machines are presented in chapters 9 and 10 respectively. This is supported in the Lab by the work nº 5. The dc machine is presented in Chapter 11. In this way, all the objectives of the course are guaranteed.*

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

*A avaliação de conhecimentos da disciplina de Sistemas Eléctricos e Electromecânicos será feita segundo duas componentes: a componente teórica e a componente laboratorial.*

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

*The course works using 3 types of classes. Theoretical, problem and laboratory classes. These are synchronized in order to get a coherent set.*

*Evaluation presents two components: theory (70%) and laboratory (30%). Theory is evaluated by one exam.*

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

*O ensino das bases de electrotecnia requer o conhecimento de conceitos teóricos e da sua aplicação em situações práticas. A aquisição destes conceitos é facilitada pela visualização em laboratório. Neste sentido existem aulas teóricas, de problemas e de laboratório sincronizadas de modo a manter alguma coerência*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*To teach the bases of the electrotechnical technology it is necessary theoretical concepts and its application in*

*practical cases. The laboratory, in this case, is a fundamental tool to show some aspects. In this way there are three types of classes: Theoretical, problems and laboratory. They are synchronized to maintain its coherency.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Electric Machines and Drives , Gordon Slemon , 1992, Addison-Wesley Publishing Company, ISBN 0-201-57885-9*  
*Electric Machinery - 6th Edition in SI Units , A. E. Fitzgerald, C. Kingsley, S. Umans , 2003, McGraw-Hill, ISBN-0-07-112193-5*

## Anexo IV - Análise de Redes

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Análise de Redes*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Luís António Fialho Marcelino Ferreira*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Apresentar os grandes problemas de análise de redes, os modelos e os métodos de solução para sistemas de energia eléctrica em regime estacionário.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*To present the major problems of power system network analysis under steady state, the corresponding modelling and solution methods.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Trânsito de energia em sistemas de energia eléctrica*  
*Cálculo de correntes de curto-circuito*  
*Trânsito de energia em sistemas desequilibrados*  
*Introdução aos sistemas de protecção*  
*Transmissão em corrente contínua*  
*Estimação de estado*

### 3.3.5. Syllabus:

*Power flow problems and solution models under steady state for symmetric balanced systems*  
*Short-circuit analysis*  
*Power flow problems and solution models under steady state for symmetric unbalanced systems*  
*Introduction to protection systems*  
*Power transmission in direct current (DC)*  
*State estimation*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os objectivos da unidade curricular são coerentes com os respectivos conteúdos programáticos:*  
*O objectivo principal é apresentar os grandes problemas de análise de redes, os modelos e os métodos de solução para sistemas de energia eléctrica em regime estacionário*  
*Ora acontece que tais problemas são os problemas de determinação de trânsito de energia e de correntes de curto-circuito. Nos conteúdos da unidade curricular também se inclui os modelos matemáticos apropriados e os correspondentes métodos de solução.*

*Por uma questão de completude, problemas mais complexos no domínio da análise de redes e que por vezes são aflorados na literatura também são endereçados, nomeadamente problemas de trânsito de energia em sistemas simétricos desequilibrados e até problemas para sistemas não simétricos.*  
*Porque o problema da análise de redes também pode ser perspectivado como uma aplicação de ambiente operacional, então a análise de redes deve incluir também a informação medida e consequentemente torna-se um problema de estimação. Modelos são apresentados nesta perspectiva.*

*Os outros conteúdos programáticos, a introdução de sistemas de protecção (para proteger o sistema contra curto-*

*circuitos) e a transmissão em corrente contínua (e que tem acrescentada relevância por causa das novas necessidades de transporte de energia por cabo), completam o programa para tornar a unidade curricular num conjunto coerente de conhecimento para análise de sistemas de energia eléctrica em regime estacionário.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The objectives of the present course are coherent with the corresponding programmatic contents:*

*The main objective of the course is to present the major problems of power system network analysis under steady state, the corresponding modelling and solution methods. Those problems are the determination of transmission network power flows and the determination of short circuit currents. In the list of contents are included the corresponding models and solution methods.*

*For the sake of completeness, more complex problems in the domain of network analysis which sometimes are referred to in the literature are also addressed, namely power flow problems in symmetric unbalanced systems and even power flow in asymmetric systems.*

*Because the power flow problem can also be seen from an operational viewpoint, then the network analysis must also include information regarding the many measurements registered and thus the power flow problem becomes an estimation problem. Models are presented in this new context.*

*Other programmatic contents include an introduction to protection systems (to protect the system against short circuits) and direct current transmission systems (which has had an increasing interest in view of the needs for energy transmission by cable). These other programmatic contents complete the program so as to make the course a coherent set of knowledge in power systems analysis under steady state.*

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

*Exame final: 50%; Trabalhos de laboratório: 50% Nota mínima laboratório: 10 Nota mínima exame: 10 Não há testes*

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

*Final exam 50%. Lab works 50%.*

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

*As metodologias de ensino são coerentes com os objectivos da unidade curricular:*

*O objectivo principal é apresentar os grandes problemas de análise de redes, os modelos e os métodos de solução para sistemas de energia eléctrica em regime estacionário.*

*Ora acontece que tais problemas para serem apresentados precisam de aulas de exposição (aulas teóricas), aulas de discussão de problemas mais concretos e com um numero muito limitado de alunos para haver maior participação activas da parte destes (aulas práticas, com menos do que vinte alunos) e aulas de verdadeira prática computacional (aulas de laboratório) também com o mesmo número reduzido de alunos. É o que sucede no âmbito desta unidade curricular que conta com 3 horas de aulas teóricas, ½ hora de aula pratica e 1 hora de aula de laboratório por aluno e por cada semana ao longo de 14 semanas.*

*Da mesma maneira, a avaliação de conhecimentos segue um padrão em que os testes individuais de prática computacional, com programas feitos de raiz pelos alunos, acompanham com igual valor as matérias objecto de exame final.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The teaching methodologies of the present course are coherent with the corresponding objective:*

*The main objective of the course is to present the major problems of power system network analysis under steady state, the corresponding modelling and solution methods.*

*The presentation of those problems requires conventional presentation classes (the so-called theoretical classes).*

*There are also classes for the discussion of problems with a restricted number of students (less than twenty students) so that the students can more easily engage in class discussions, these are the so-called practical classes. There are also classes for true computational exercises, with a close monitoring by the instructor, in which the students (also in a small number per class) engage in programming, simulation, and discussion of results, these are the so-called laboratory classes. For the present course each student is engaged weekly in 3 hours of theoretical classes, ½ hour of practical class and 1 hour of laboratory class, each week for 14 weeks.*

*By the same token, the grading system follows a pattern which includes with equal weight individual tests for computational practice, with programs written individually and from scratch by the students, and individual final exams corresponding to the general matters addressed throughout the course.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Redes de Energia Eléctrica , J.P. Sucena Paiva , IST Press*

*Power Systems Analysis (2nd Edition), , , R. Bergen, V. Vittal*

*Power System Analysis*, John Grainger; William D. Stevenson, ,;  
*Electric Power Systems*, B.M. Weedy; B.J. Cory, , ,  
 More info in <http://energia.ist.utl.pt/lmf/ar/>, , ,

#### **Anexo IV - Conversores Comutados para Energias Renováveis**

##### **3.3.1. Unidade curricular:**

*Conversores Comutados para Energias Renováveis*

##### **3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*João José Esteves Santana*

##### **3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

##### **3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Dimensionar e comandar conversores dc-ac elevadores isolados para aplicações em energia fotovoltaica.*

*Dimensionar e comandar conversores multinível para interligação dc a alta tensão de produção eólica a redes eléctricas.*

*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 eléctrica.*

##### **3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*To design and to drive isolated dc-ac boost converters for photovoltaic energy;*

*To design and to drive multilevel converters for high voltage dc link of off-shore wind farms;*

*To design and to drive matrix converters as interfaces for wind or photovoltaic energy.*

*To design and to drive matrix converters or converter associations for energy storage systems.*

##### **3.3.5. 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 e por condensador ressonante. 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.*

##### **3.3.5. Syllabus:**

*1. Topologies, drive and regulation of single and double stage dc-dc boost converters for photovoltaic energy.*

*Transformer and resonant capacitor isolation. 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 (VSC-HVDC).*

*3. Topologies and drive of matrix converters (direct, indirect, sparse). PWM control of matrix converters.*

*4. Applications in wind energy, using DFIGs and in single stage photovoltaics.*

*5. Converter and converter association for conditioning and renewable electrical energy storage.*

##### **3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*O conteúdo programático:*

*1. - Estruturas, comando e regulação de conversores dc-ac elevadores de dois estágios e de um estágio para geração fotovoltaica. Isolamento galvânico por transformador e por condensador ressonante. Conversão polifásica em tensão e em corrente.*



**Objectivo:** Dimensionar e comandar conversores dc-ac elevadores isolados para aplicações em energia fotovoltaica.

**O conteúdo programático:**

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).

**Objectivo:** Dimensionar e comandar conversores multinível para interligação dc a alta tensão de produção eólica a redes eléctricas.

**O conteúdo programático:**

3. - Estruturas de conversores matriciais (directos, indirectos, esparsos). Comando e regulação de conversores matriciais

**Objectivo:** Dimensionar e comandar conversores matriciais para interface de geração renovável eólica e fotovoltaica.

**O conteúdo programático:**

4. - Aplicações na produção de origem eólica com máquinas de indução duplamente alimentadas e na produção fotovoltaica com estágio único.

**Objectivo:** Dimensionar e comandar conversores matriciais para interface de geração renovável eólica e fotovoltaica.

**O conteúdo programático:**

5. - Aplicações de conversores e associações de conversores no armazenamento e condicionamento de energia eléctrica de geração renovável.

**Objectivo:** Dimensionar e comandar associações de conversores e conversores matriciais para sistemas de armazenamento de energia eléctrica.

- 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.
1. Topologies, drive and regulation of single and double stage dc-dc boost converters for photovoltaic energy. Transformer and resonant capacitor isolation. Voltage and current source poly-phase converters.  
**Objective.** To design and to drive isolated dc-ac boost converters for photovoltaic energy.
  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 (VSC-HVDC).  
**Objective.** To design and to drive multilevel converters for high voltage dc link of off-shore wind farms.
  3. Topologies and drive of matrix converters (direct, indirect, sparse). PWM control of matrix converters..  
**Objective.** To design and to drive matrix converters as interfaces for wind or photovoltaic energy.
  4. Applications in wind energy, using DFIGs and in single stage photovoltaic.  
**Objective.** To design and to drive matrix converters as interfaces for wind or photovoltaic energy..
  5. Converter and converter association for conditioning and renewable electrical energy storage.  
**Objective.** To design and to drive matrix converters or converter associations for energy storage systems.

- 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
- Nota final= 70% parte teórica + 30% parte laboratorial. Parte teórica: exame ou 2 testes**

- 3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):
- Evaluation presents two components: theory (70%) and laboratory (30%). Theory is evaluated by means of two tests or one exam.**

- 3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.
- As aulas teóricas são destinadas a apresentar aos alunos os principais conversores utilizados na conversão de fontes de energia renovável. Nas aulas práticas são destinadas a guiar os alunos na resolução de questões colocadas pelos conversores e na interacção com a rede.**
- As aulas de laboratórios destinam-se a ilustrar na prática alguns conversores**

- 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.
- Theoretical classes are useful to give guidance to students on converters that are used for renewable energies. Practical classes (exercises) train the students to apply the theoretical concepts related with converters. Lab classes give opportunity to students to test and experimentally quantify the operation of converts used in renewable energy.**

- 3.3.9. Bibliografia principal:
- Título :Electrónica de Potência**

**Autor(es):** F. Labrique, J. Santana,  
**Ano:**1991  
**Referência:**Edição da Fundação Calouste Gulbenkian (2nd ed)  
**Título :**Electrónica Industrial,  
**Autor(es):**José Fernando Alves da Silva  
**Ano:**  
**Referência:**,Fundação Calouste Gulbenkian (2nd ed)

#### Anexo IV - Economia e Mercados de Energia

##### 3.3.1. Unidade curricular:

*Economia e Mercados de Energia*

##### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*João José Esteves Santana*

##### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

##### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*O objectivo da unidade curricular é o estudo da organização económica dos sectores energéticos, em especial o sector eléctrico.*

*Para atingir o objectivo referido, é fundamental que os alunos tenham conhecimentos da teoria económica. Assim, o estudo da teoria da microeconomia é desenvolvido de modo a compreender a realidade económica dos mercados e em particular o da energia. A teoria da regulação é um tema económico igualmente abordado na unidade curricular. Estão previstos seminários com especialistas convidados.*

##### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*The main objective of the course is to study of economic organization of the energy sectors, in particular, the electrical sector.*

*To achieve this objective, it is essential having knowledge of economic theory. Therefore, the study of microeconomic theory is fundamental to understand the economic reality of the markets and, in particular, the energy market. The economic regulation theory is a topic also addressed in the course.*

*Along the course, seminars given by experts are planned.*

##### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Considerações sobre a questão energética.*

*Regulação versus mercado. Custos versus preços nos mercados eléctricos.*

*Teoria da Microeconomia: produtos e preços, produtor, consumidor, equilíbrio dinâmico de um mercado, interacção de mercados, diferentes tipos de mercados, a questão do equilíbrio geral e os teoremas do bem estar.*

*Teoria da Regulação: a necessidade da regulação, monopólio natural, metodologias da regulação.*

*Seminários com operadores do mercado eléctrico*

##### 3.3.5. Syllabus:

*Main considerations and aspects of the nowadays energy issue.*

*Regulation versus market. Costs versus prices in the electricity markets.*

*Microeconomics Theory: products and prices, producer, consumer, dynamic equilibrium of a market, markets interaction, different types of markets, the question of the general equilibrium and the welfare theorems.*

*Regulation theory: the need of regulation, natural monopolies, regulation methodologies.*

*Along the course, seminars given by operators of the electricity market will be organized.*

##### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*A descrição dos conteúdos programáticos reflecte os objectivos enunciados para a unidade curricular.*

##### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The description of the syllabus is in accordance with the objectives of the course.*

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

*O ensino da unidade disciplinar consiste na exposição teórica da matéria e nas aulas práticas desenvolver-se-ão*

*questões que requerem que o aluno participe na sua resolução através de análise quantitativa.*

*A avaliação da disciplina consta de dois exames finais. O aluno pode propor um tema relativo à matéria da disciplina, que será apresentado à turma, este trabalho será classificado e pode contar até 2 valores.*

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

*During the course, theoretical classes together with practical cases will be presented and discussed. In the practical classes, case studies will be analyzed and solved by the students.*

*This subject evaluation consists of 2 final exams. The students may propose a theme related with the subject contents which will be presented in class. This work will be assessed in a maximum of 2 points.*

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

*Atendendo ao número de alunos que têm frequentado a unidade curricular, parece-nos que a metodologia seguida é a mais adaptada.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*According to the number of students that have been attending the course, it seems that the methodology has been adequate and useful.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Texto: Teoria de Microeconomia, João Santana, disponível no Fénix;*

*Texto: Teoria da Regulação, João Santana, disponível no Fénix;*

*Reflectir Energia, João Santana e Maria José Resende, Ed. LIDEL;*

*Outras publicações estarão disponíveis no Fénix;*

*Microeconomia, Natércia Mira, Ed. Sílabo;*

*Introdução à Economia, João César das Neves; Ed. Verbo;*

*Power System Economics, Steve Stoft, Ed. Wiley Interscience.*

## Anexo IV - Fundamentos de Electrónica

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Fundamentos de Electrónica*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Carlos Alberto Ferreira Fernandes*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Fornecer aos alunos a competência para:*

- 1) Utilizar dispositivos electrónicos básicos em circuitos simples, com compreensão do seu funcionamento interno.*
- 2) Analisar, utilizar e desenvolver modelos básicos de simulação.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*To give the students the skills to:*

- 1) Use basic electronic devices in simple circuits, with the understanding of their internal behaviour.*
- 2) Analyse, use and develop basic simulation models.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*1.Semicondutores Simples e Compostos.*

*Semicondutores intrínsecos e extrínsecos.Geração e recombinação.Condução e difusão.Efeito de Hall.Equação da continuidade.Os termistores, fotoresistências e sonda de Hall.*

*2.Díodo de Junção.*

*Contactos metal-semicondutor e semicondutor-semicondutor. Homojunção p-n:Características estacionárias e regime dinâmico.Circuitos rectificadores e limitadores.Os díodos de heterojunção.*

*3.Transístor Bipolar de Junção.*

*Princípio de funcionamento.Características estacionárias e regime dinâmico. Circuitos amplificadores: polarização e resposta em frequência.Os transístores bipolares de heterojunção.*

*4.Transístores de Efeito Campo.*

**J-FET e MOS-FET. Características estacionárias e regime dinâmico. Circuito inversor MOS simples e configuração CMOS. O TEGFET.**

**5.Dispositivos Electrónicos de Potência e Opto-Electrónicos.**

**O Tiristor: Aspectos dinâmicos. O GTO, o TRIAC e o DIAC. Circuitos com tiristores.**

**Fotodiodos, célula solar, LEDs e LASERs de semicondutor.**

### 3.3.5. Syllabus:

**1.Simple and Compound Semiconductors.**

**Intrinsic and extrinsic semiconductors. Generation and Recombination. Drift and diffusion. Hall effect. The continuity equations. The thermistor, the photoresistance and the Hall probe.**

**2.Junction Diodes.**

**Metal-semiconductor and semiconductor-semiconductor contacts. p-n homojunction: current-voltage characteristics and dynamic regime.Rectifier and limiting circuits. Heterojunction diodes.**

**3.Bipolar Junction Transistors.**

**Physical Operation. Current-voltage characteristics and dynamic regime. Amplifier Circuits: biasing and frequency response.**

**4.Field Effect transistors.**

**J-FET and MOS-FET: physical operation. Current-voltage characteristics and dynamic regime. The simple MOS and CMOS inverter circuit. The TEGFET.**

**5.Power and Optoelectronic Devices.**

**Thyristors: physical operation and current-voltage characteristics. Dynamic regime. The GTO,TRIAC and DIAC. Circuits with thyristors.**

**Photodiodes, solar cells, LEDs and semiconductor LASERs**

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*O programa estabelecido contempla o estudo dos dispositivos electrónicos básicos de acordo com os objetivos que se pretendem atingir nesta UC.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The above mentioned program includes the study of the basic electronic devices according to the objectives defined for this course*

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

*Envolve aulas teóricas, de problemas e de laboratório.*

**Avaliação**

**a) Exame**

**b) Avaliação contínua: 2 testes.**

**c)Avaliação contínua: relatórios de 4 laboratórios. Podem executar até 5 trabalhos (2 sobre o Díodo, 2 sobre o TBJ e 1 sobre o MOSFET/Tiristor). Podem entregar até um máximo de 5 relatórios, escolhendo-se para classificação os 4 melhores que verificarem a seguinte regra: no conjunto dos trabalhos avaliados deve existir sempre 1 trabalho sobre o Díodo, 1 trabalho sobre o TBJ e 1 trabalho sobre o MOSFET/Tiristor.**

**A aprovação na disciplina é obtida por uma das opções:**

**a) ponderação da componente teórica (2 testes) N T com peso de 75% com a componente laboratorial ( 4 relatórios) N L com peso de 25%;**

**• b) ponderação do exame N T com peso de 75% com a componente laboratorial N L com peso de 25%;**

**As classificações (N T) ou (N L), devem ser no mínimo de 9,5 valores. Os testes são de 2 horas sobre partes distintas da matéria. Os exames são de 3 horas sobre toda a matéria.**

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

*The course consists of theoretical, problem solving and laboratory classes.*

**Assessment Process**

**1. Laboratory component: minimum of 4 lab works in group, compulsory reports. Individual grading, contributing with 25% to the final grade.**

**2. Theoretical component: 2 written tests or 1 exam. The final classification associated with the tests is obtained by averaging the results of the two tests. This component contributes 75% for the final grade.**

**Approval in this course requires a minimum grade of 9.5/20 in both components.**

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

*A metodologia de ensino assenta em aulas teóricas, práticas de problemas e de laboratório. Deste modo consegue-se fornecer aos alunos uma visão integrada dos modelos teóricos, dimensionamento e caracterização dos dispositivos electrónicos.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*The methodology used consists of theoretical, practical and laboratory classes. In this way it is possible to ensure an integrated insight of the theoretical models, the design and characterization of the basic electronic devices.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**  
*Teoria , Jorge Manuel Torres Pereira*

#### **Anexo IV - Máquinas Eléctricas**

**3.3.1. Unidade curricular:**  
*Máquinas Eléctricas*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**  
*Paulo José da Costa Branco*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**  
*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Após a frequência da disciplina os alunos devem adquirir as competências: Saber resolver circuitos magnéticos, nomeadamente 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 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).*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**  
*After complete the course, students should acquire the following competencies: Solve magnetic circuits, particularly considering the effects of magnetic saturation. Describe the constructive elements of the transformer and its functions. To compute the steady-state regime (balanced and unbalanced operation) of the three-phase transformer. To determine the electromagnetic forces and know how to apply methodologies to represent electromechanical systems by lumped-parameters. The students must be able to describe the main construction elements of the common rotating electrical machines and quantify its basic operating principles.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**  
*-Circuito magnético: Efeito de um entreferro, Perdas no ferro.*  
*-Transformadores: Representação do transformador trifásico por circuitos equivalentes e aplicação ao regime permanente equilibrado e desequilibrado. Paralelo.*  
*-Fundamentos da conversão electromecânica de energia. Cálculo das forças electromagnéticas e obtenção de um modelo dinâmico.*  
*-Aspectos construtivos das máquinas eléctricas rotativas. Campo girante de f.m.m., pólos e binário médio, Enrolamento trifásico de dupla camada.*  
*-Aspectos construtivos das máquinas CC. Modelo da máquina CC. Determinação do binário electromagnético e da f.e.m., Características de funcionamento (motor e gerador);*  
*-Soluções construtivas da máquina assíncrona, Regime permanente e representação por circuitos equivalentes, Funcionamento (motor e gerador) em regime equilibrado.*  
*-Soluções construtivas das máquinas síncronas, Representação da máquina síncrona por circuitos, Modelo em componentes de Park. Regime permanente e normal de funcionamento.*

**3.3.5. Syllabus:**  
*Magnetic circuit: Effect of an air-gap, the iron losses. Transformers: Representation of three-phase transformer equivalent circuit and its application to steady-state balanced and unbalanced regimes, Parallel.*  
*Fundamentals of electromechanical energy conversion. Calculation of electromagnetic forces and development of a dynamic model.*  
*Design aspects of rotating electrical machines. Rotating field of mmf, poles and average torque, Three-phase double-layer winding.*

*Design aspects of DC machines, DC machine model, Determination of the electromagnetic torque and the emf, Characteristics of motor and generator operation.*

*Design solutions of the induction machine, Steady-state regime and representation by an equivalent circuit, Motor and generator operating characteristics.*

*Design solutions of synchronous machines, Circuit model of synchronous machines and their Park representation. Steady-state and normal operation.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objectivos da unidade curricular dado que o programa foi concebido para abordar de forma integrada a modelização e utilização das principais máquinas eléctricas, começando com os fundamentos das máquinas eléctricas (circuito magnético - incluindo transformador - e a conversão electromecânica de energia), passando pelos principais aspectos construtivos das máquinas eléctricas rotativas, nomeadamente a máquina CC, máquina assíncrona e máquina síncrona, sobretudo no funcionamento motor e gerador em regime permanente e as respectivas formas de comando.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The syllabus is consistent with the objectives of the curricular unit since the syllabus was designed to address in an integrated way the modeling and use of the main electrical machines, starting with the fundamentals of electrical machines (magnetic circuit – including transformer – and the electromechanical energy conversion), through the main constructive aspects of rotating electrical machines, namely the DC machine, asynchronous and synchronous machines, especially in the motor and generator steady-state regimes and their command.*

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

*A avaliação dos conhecimentos adquiridos pelo aluno deverá contemplar a componente teórico-prática e a componente laboratorial. A primeira é efectuada através de dois exames escritos (apenas um é obrigatório), enquanto a segunda corresponde à nota obtida após a apreciação e discussão dos relatórios efectuados ao longo do semestre para cada um dos 4 trabalhos de laboratório. A nota final é calculada pela média ponderada da maior nota obtida nos dois exames escritos (75%) e da nota dos laboratórios (25%). Cada grupo de laboratório terá no máximo 4 alunos, com um acompanhamento de um docente para 4 grupos. No final de cada trabalho de laboratório, os alunos devem entregar um relatório contendo a descrição do trabalho realizado, a análise dos resultados obtidos, e as respostas a um questionário.*

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

*The assessment of knowledge acquired by the student includes the theoretical and laboratory components. The first is effectuated via two exams (only one is required), while the second corresponds to the grade obtained after the examination and discussion of the reports made during the semester for each of the four laboratory work. The final grade is calculated by the weighted average of the highest score obtained in the two exams (75%) and laboratory grade (25%). Each lab group will have a maximum of 4 students, under supervision of a professor for 4 groups. At the end of each lab work, students must submit a report containing a description of the work, the analysis of results, and responses to a questionnaire.*

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

*Os conteúdos programáticos da unidade curricular serão expostos através de aulas teóricas, aulas de problemas escolhidos de forma criteriosa para, além de complementar as aulas teóricas, aprofundar e explorar tópicos específicos do programa, e aulas de laboratório onde os alunos possam ser confrontados com os limites de aplicação dos conceitos e modelos apresentados nas aulas teóricas. Além da avaliação dos conhecimentos finais adquiridos pelos alunos, deve ser realizada por parte do docente uma apreciação contínua dos resultados que vão sendo alcançados pelos alunos no decorrer do semestre, nomeadamente através do seu desempenho nas aulas de problemas e de laboratório. Isto irá permitir detectar e corrigir as possíveis deficiências existentes no processo lectivo.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The theoretical contents of the course will be presented through lectures, classes of problems chosen wisely to complement the lectures and further explore specific topics of the program, and laboratory classes where students are confronted with the application limits of concepts and models presented in the lectures. In addition to the knowledge assessment acquired by students, the professor does an ongoing appreciation of the results being achieved by students during the semester, particularly through its performance in the problems and laboratory classes. This will allow detecting and correcting possible deficiencies in the educational process.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Electrical Machinery , A. E. Fitzgerald, Charles Kingsley, Stephan D. Umans,, , McGraw - Hill 6ª Edição*

*Textos de Apoio , António Dente , a disponibilizar na página da disciplina*

#### **Anexo IV - Redes e Instalações Eléctricas**

##### **3.3.1. Unidade curricular:**

*Redes e Instalações Eléctricas*

##### **3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*José Luís Pinto de Sá*

##### **3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

##### **3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A disciplina visa o desenvolvimento de competências necessárias ao cálculo e ao projecto de redes e instalações de utilização em baixa tensão e de industriais de média tensão..*

##### **3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*This course aims to give students the required skills to project electrical power networks and low voltage power installations and sub-stations*

##### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*1.Redes e Instalações de Baixa Tensão:Luminotecnia Grandezas fundamentais e unidades,fontes de luz,aparelhos de iluminação e sistemas de comando;concepção e cálculo de instalações de iluminação. Instalações eléctricas em edifícios e instalações industriais;aspectos regulamentares;projectos de instalações em edifícios:escolha de cabos e de condutores,quadros eléctricos e protecções,sistemas de segurança de pessoas,eléctrodos de terra,protecção contra descargas atmosféricas,sistemas de detecção de incêndios;instalações de força motriz:protecção e comando de motores.*  
*2.Cálculo de curto-circuitos em instalações industriais:Cálculo de projecto dos efeitos térmicos e mecânicos das correntes de curto-circuito sobre equipamentos;regimes transitórios (componentes unidireccional e sub-transitórias), e representação do seu efeito.Disjuntores: tecnologias de corte de corrente,poder de corte e de fecho,e relação com Norma CEI 60909. Arco eléctrico.Dimensionamento de equipamentos em conformidade.*

##### **3.3.5. Syllabus:**

*Steady-state power flow on the electrical power network: calculation of voltages and power flowing in each branch. Computer solving methodologies.Symmetric components/Fortescue transformation. Calculation of phase to ground/phase to phase short circuit currents.*  
*Lighting project:Basic concepts,lighting sources,lighting and control systems;project and dimensioning lighting installations.*  
*Electrical installations in buildings/industrial installations:standards procedures; project of electrical installations; concept/dimensioning of electrical installations in buildings:cables and conductors choice, panelboard and protection devices, human safety protection, ground systems,lightning protection,fire systems detection,industrial power installations;protection/control electrical motors.*  
*Telecommunication installations:standard procedures regarding:phone networks,data and fiberoptic networks.*  
*Sub-stations:standard procedures,basic concepts,different types:single phase equivalent circuit.*

##### **3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Os conteúdos programáticos estão em coerência com o primeiro objectivo da unidade curricular dado que o programa foi concebido para abordar de forma integrada a utilização das tecnologias de projecto de instalações eléctricas, começando com a análise de conceitos basilares e passando pelas aplicações correntes num projecto de instalações eléctricas, e terminando na consideração dos métodos de cálculo normalizado utilizados para o dimensionamento das instalações industriais de Média Tensão.*

##### **3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The course contents are consistent with the primary objective of the course since the program was designed to address the use of integrated design technologies of electrical plants, starting with the analysis of basic concepts and applications and passing to the design of electrical facilities, and ending in the consideration of the standardized calculation methods used to size medium voltage industrial facilities.*

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

*Projecto obrigatório dividido em 2 partes, valendo 60% da avaliação total.*

*Exame, com valia de 40% da valorização total, e classificação mínima exigida de 9 valores. Os alunos podem ir livremente às duas datas de exame, valendo a melhor das classificações.*

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

*Lessons and a two-parts design supported in the class room.*

*The evaluation is made through a final exam (40%) according to the school rules and by a project made in the classes (60%).*

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

*As metodologias de ensino estão em coerência com os objectivos da unidade curricular dado que:*

- 1) a exposição do programa associada à apresentação de casos práticos e à resolução de exercícios articulados num projecto global possibilita uma explicitação adequada dos conteúdos face ao público-alvo;*
  - 2) a exposição de evidência científica em conjunto com a análise de estudos de caso articulados num projecto permitem mostrar as funções das tecnologias aprendidas quando aplicadas a um projecto realista;*
- O regime de avaliação foi concebido para medir até que ponto as competências foram desenvolvidas.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The teaching methods are consistent with the objectives of the course because:*

- 1) the exposure of the program associated with the presentation of case studies and problem solving articulated in a global project provides an adequate explanation of the contents against the target audience;*
  - 2) exposure of scientific evidence together with the analysis of case studies articulated in a project support the illustration of the functions of the learned technologies when applied to a realistic project;*
- The assessment scheme is designed to measure the extent to which skills were developed.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Lighting Manual - Philips Lighting B. V., 1993*

*Técnicas e Tecnologias em Instalações Eléctricas - L. M. Vilela Pinto*

*Notes written by the professor*

**Anexo IV - Sistemas de Conversão Comutada****3.3.1. Unidade curricular:**

*Sistemas de Conversão Comutada*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*José Fernando Alves da Silva*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Seleccionar e utilizar dispositivos semicondutores para altas tensões e correntes;*

*Analisar e projectar circuitos de potência de conversores estáticos comutados (CEC);*

*Sintetizar os circuitos de regulação de conversores comutados para aplicações específicas nas redes eléctricas.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*To select and to use power semiconductor devices for high power applications;*

*To analyse the power circuits, drive circuits and modulators of switching power converters for a specific application;*

*To synthesise power topologies, drives, modulator and control circuits of switching power converters for specific applications*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**



1. - *Dispositivos semicondutores para altas tensões e correntes: diodos PN, PIN e SiC Schottky; transistores bipolares de junção; transistores MOSFET e bipolares de porta isolada IGBT e IEGT; tiristores e tiristores GTO, IGCT e ETO; diodos, transistores e tiristores de efeito de campo de junção (FCD, SIT, VJFET, BSIT, SITH) em Si, SiC e C: Caracterização, perdas, protecções e comando. Associações série e paralelo, cascode generalizado.*
2. - *Análise e síntese de topologias de conversão estática comutada de energia eléctrica: conversão dc-dc, dc-ac, ac-dc e ac-ac.*
3. - *Introdução ao estudo da regulação linear e não linear de CEC . Modelação linear e não linear de CEC. Síntese de compensadores lineares e não lineares. Realização analógica e digital de moduladores e compensadores.*

### 3.3.5. Syllabus:

1. *High power semiconductors: PN and PIN diodes, SiCSchottky diodes; bipolar junction transistors; MOSFET and isolated gate bipolar transistors IGBT and IEGT; thyristors and GTO thyristors, IGCTs and ETOS; Si, SiC and C. Field Effect diodes, transistors and thyristors (FCD, SIT, VJFET, BSIT, SITH): static and dynamic characteristics, maximum ratings and power losses. Active and passive protections and drive circuits. Series, parallel, and generalized cascade semiconductor associations.*
2. *Power converter main topologies analysis and synthesis: Choppers, inverters, rectifiers, AC-AC converters.*
3. *Design of linear and non-linear feedback controllers for switching power converters. Linear and non-linear modeling of modulators (ramp, arcossinus, PWM) and power converters. Analog and digital implementation.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*O conteúdo programático:*

1. - *Dispositivos semicondutores para altas tensões e correntes: diodos PN, PIN e SiCSchottky; transistores bipolares de junção; transistores MOSFET e bipolares de porta isolada IGBT e IEGT; tiristores e tiristores GTO, IGCT e ETO; diodos, transistores e tiristores de efeito de campo de junção (FCD, SIT, VJFET, BSIT, SITH) em Si, SiC e C: Caracterização, perdas, protecções e comando. Associações série e paralelo, cascode generalizado,*

*Estuda dispositivos semicondutores de alta tensão e corrente pelo que permite concretizar o objectivo “Seleccionar e utilizar dispositivos semicondutores para altas tensões e correntes”;*

*O conteúdo programático:*

2. - *Análise e síntese de topologias de conversão estática comutada de energia eléctrica: conversão dc-dc, dc-ac, ac-dc e ac-ac,*

*Faz a análise e o projecto de conversores estáticos comutados, pelo que permite concretizar o objectivo “Analisar e projectar circuitos de potência de conversores estáticos comutados (CEC)”;*

*O conteúdo programático:*

3. - *Introdução ao estudo da regulação linear e não linear de CEC . Modelação linear e não linear de CEC. Síntese de compensadores lineares e não lineares. Realização analógica e digital de moduladores e compensadores,*

*Estuda os moduladores e compensadores para conversores estáticos comutados e a sua realização, pelo que permite concretizar o objectivo “Sintetizar os circuitos de regulação de conversores comutados para aplicações específicas nas redes eléctricas para aplicações específicas.”*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The syllabus topic:*

1. *High power semiconductors: PN and PIN diodes, SiCSchottky diodes; bipolar junction transistors; MOSFET and isolated gate bipolar transistors IGBT and IEGT; thyristors and GTO thyristors, IGCTs and ETOS; Si, SiC and C. Field Effect diodes, transistors and thyristors (FCD, SIT, VJFET, BSIT, SITH): static and dynamic characteristics, maximum ratings and power losses. Active and passive protections and drive circuits. Series, parallel, and generalized cascade semiconductor associations.*

*This topic studies high power (high voltage high current) semiconductors, therefore it accomplishes the objectives “To select and to use power semiconductor devices for high power applications”.*

*The syllabus topic:*

2. *Power converter main topologies analysis and synthesis: Choppers, inverters, rectifiers, AC-AC converters.*

*This topic analyses and designs power converter main topologies, therefore it accomplishes the objectives “To analyse the power circuits, drive circuits and modulators of switching power converters for a specific application”.*

*The syllabus topic:*

3. *Design of linear and non-linear feedback controllers for switching power converters. Linear and non-linear modeling of modulators (ramp, arcossinus, PWM) and power converters. Analog and digital implementation.*

*This topic studies the design of linear and non-linear feedback controllers and modulators for switching power converters, therefore it accomplishes the objectives “To synthesise power topologies, drives, modulator and control*

*circuits of switching power converters for specific applications.”;*

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

*3h de aulas teóricas semanais. 1,5h de aulas praticas de 3 em 3 semanas, 3h de lab de 3 em 3 semanas. Nas aulas teóricas discutem-se e aplicam-se as metodologias de análise e de projecto às matérias em estudo. 2 testes ou exame final (70% da nota final, Nteste>8,0; NTE>9,0); Avaliação de laboratório (ponderação 30% na nota final, NL > 9,0); Nota laboratório: peso 25% no desempenho em 3 laboratórios em grupos de 4 alunos e 1 laboratório individual, obrigatórios com pequenos relatórios na aula; restantes 5% avaliação de laboratório nas provas escritas. Alunos inscritos em época especial, ou melhoria de nota devem informar o responsável antes da avaliação, e NL > 9,0.*

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

*3h/week theoretical classes; 1,5h/(3 weeks) practical classes, 3h/(3 weeks) lab classes. In theoretical classes analysis and synthesis methodologies suited to each topic are pointed out and discussed. In practical classes the discussed methodologies are used to design converters suited to new applications. In lab classes, students train to obtain the skills need to test and to experimentally quantify the operation of power semiconductor devices and power converters. The validity of design assumptions is also tested. 2 tests or final exam (70% overall, test minimum 8.0/20, overall minimum 9.0/20); Laboratory mark (30% overall, minimum 9.0/20). Lab mark: 25% lab performance on 3 compulsory laboratory group works plus 1 individual lab, with small reports on class; remaining 5% of lab evaluation in written tests/exams; Students registered for special exam or mark improvement must inform the professor before the evaluation if they have minimum 9/20 on laboratory*

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

*As aulas teóricas são utilizadas para guiar os alunos pelas metodologias de funcionamento, análise e síntese de semicondutores de alta tensão e corrente, conversores estáticos comutados e seus moduladores e compensadores, de modo a obterem-se equações de dimensionamento ou de selecção de semicondutores e conversores. Concretizam-se exemplos e casos particulares, discutindo-se análises comparativas em aplicações específicas das matérias em estudo. Isto permite que o aluno adquira as ferramentas para seleccionar semicondutores para aplicação em conversores estáticos comutados, analisar e projectar os filtros destes conversores, bem como os moduladores e compensadores para certas aplicações específicas nas redes eléctricas. Os problemas a resolver pelos alunos nas aulas práticas de problemas destinam-se a treinar os alunos na aplicação de conceitos obtidos nas aulas teóricas em casos de estudo mais complexos do que os abordadas naquelas aulas. Isto permite que o aluno cimente os conceitos sobre análise e projecto e adquira ferramentas para conduzir o projecto de conversores estáticos comutados para uma dada aplicação específica. Nas aulas de laboratório os alunos ensaiam e quantificam experimentalmente o funcionamento de semicondutores de potência e de conversores estáticos comutados realimentados, verificando o funcionamento na zona nominal e as restrições e limitações de projecto, tratadas nas aulas teóricas e práticas de problemas.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*Theoretical classes are useful to give guidance to students on the methodologies of studying the operation, analysis and synthesis of high power semiconductors, closed loop power converter main topologies, to obtain the needed design or selection equations. Examples and limit cases are studied, and comparative analyses are discussed for specific application cases. This helps the students to acquire the skills needed to select and to use power semiconductor devices, their drive circuits and to select switching power converter topologies, their modulators and closed loop controllers for specific power applications; Practical (exercises) classes train the students ability to apply the theoretical classes concepts to design converters suited to relatively more complex case studies regarding the theoretical classes. The student will develop the model and the tools to apply gathered analysis and design concepts to new designs of switching power converters for specific power applications. Lab classes give opportunity to students to train the skills need to test and to experimentally quantify the operation of power semiconductor devices and closed loop power converters. Nominal operating point is measured and restrictions and design equations applicability is investigated, accordingly to the topics given in theoretical and practical classes.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Título : Electrónica Industrial  
Autor(es): José Fernando Alves da Silva  
Ano: 1998  
Referência: Fundação Calouste Gulbenkian  
Título : Guias de Laboratório de Sistemas de Conversão Comutada  
Autor(es): José Fernando Alves da Silva  
Ano: 2010*

**Referência: IST**

**Título : Sistemas de Conversão Comutada: Colectânea de Testes e Exames Tipo , J. Fernando Silva, 2010, IST**

**Autor(es): José Fernando Alves da Silva**

**Ano: 2010**

**Referência: IST**

#### **Anexo IV - Biocombustíveis**

##### **3.3.1. Unidade curricular:**

***Biocombustíveis***

##### **3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

***Maria Joana Castelo Branco de Assis Teixeira Neiva Correia***

##### **3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

***<sem resposta>***

##### **3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

***Aprender os processos de produção, propriedades e utilização de biocombustíveis sólidos, líquidos e gasosos. Compreender os impactos técnicos, económicos e ambientais da produção e utilização de biocombustíveis.***

##### **3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

***Learn the production processes, properties and use of solid, liquid and gaseous biofuels. Understand the technical, economic and environmental impacts of biofuels production and use.***

##### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

- 1.Visão estratégica.A importância biomassa e biocombustíveis.***
- 2.Combustíveis e Combustão.Tecnologias e cálculos combustão.***
- 3O papel dos biocombustíveis entre as energias renováveis.Quadro legislativo port.e europeu.Matérias-primas, rendimentos.Principais desafios tecnológicos.Sustentabilidade biocombustíveis.***
- 4.Biocombustíveis primeira geração.Produção,propriedades/utilização de biocombustíveis sólidos,líquidos e gasosos.***
- 5.Biocombustíveis de segunda e terceira geração:Derivados dos resíduos(CDR);Produzidos por via química/termoquímica.Óleos vegetais Hidrogenados(HVO).Síntese Fischer-Tropsch.Diesel FT/diesel madeira. Biohidrogénio/bioalcoois.Gases extraídos despolimerização térmica resíduos.5.3-Produzidos via bioquímica:Degradação enzimática materiais lenho-celulósicos.Ácidos gordos/óleos produzidos por organismos unicelular fotossintéticos e heterotróficos.Scale-up.***
- 6.Biorefinarias.***
- 7.Estratégias integração energética processos.***
- 8.Discussão necessidades investigação curto.***

##### **3.3.5. Syllabus:**

- 1.A strategic overview.The importance of biomass and biofuels.***
- 2.Fuels and combustion.Technologies and combustion calculations.***
- 3.Biofuels role within the renewable energies; Portuguese/European legislation framework.Feedstocks and yields. Major technological challenges.Sustainability of biofuels.***
- 4.First generation biofuels.Production,properties and use of solid/gaseous biofuels.***
- 5.Second and third generation biofuels:5.1-Residue Derived Fuel (RDF) 5.2-Biofuels produced by chemical and thermochemical routes: hydrogenated vegetable oils (HVO); Fischer-Tropsch (FT) fuels. Biohydrogen, bioalcohols. Gases from wood despolimerization.***
- 5.3-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. Scale-up considerations.***
- 6.Biorefineries.***
- 7.Integrated process strategies.***
- 8.Discussion of short term research needs.***

##### **3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

***Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objectivos da unidade curricular visto que o programa foi estabelecido de modo a que os impactos técnicos, económicos e ambientais da produção e utilização de***

*biocombustíveis sejam abordados ao longo de toda a unidade mas com maior ênfase nos tópicos 1 a 3 e 7 e 8, enquanto que nos tópicos 2 a 6 do programa são discutidos os diferentes processos de produção, propriedades e modos de utilização dos biocombustíveis sólidos, líquidos e gasosos de primeira, segunda e terceira geração. A resolução de casos práticos facilita o processo de aprendizagem.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The course contents are consistent with the objectives of the unit since the program was established so that the technical, economic and environmental impacts of biofuel production and use are addressed throughout the unit but with a greater emphasis on topics 3, 7 and 8, whereas topics 2 to 6 present and discuss the different production processes, properties and use of first, second and third generation biofuels. The resolution of some practical problems helps the learning process.*

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

*Aulas teóricas e práticas. Os slides e demais documentos apresentados nas aulas são fornecidos aos alunos.*

*Avaliação:*

*Trabalho e apresentação oral- 50%*

*Exam- 50%*

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

*Theoretical and practical classes.*

*Slides and other documents presented in class are provided to students.*

*Visit to an industrial biodiesel production plant*

*Evaluation:*

*Written report and oral presentation - 50%*

*Final Exam- 50%*

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

*Os módulos previstos são dados por especialistas das diferentes áreas, sendo a exposição dos conteúdos teóricos acompanhada pela discussão de casos práticos e, sempre que se justifique, pela resolução de exercícios. Por outro lado, a realização da visita de estudo prevista a uma unidade de produção industrial de biodiesel é também importante.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The course is given by specialists from different areas. The presentation of the theoretical contents is accompanied by the discussion of practical cases and, where appropriate, by solving exercises. On the other hand, the realization of the planned visit to an industrial biodiesel production plant is also important.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Biofuel Technology Handbook , D. Rutz, R. Janssen, 2007, WIP Renewable Energies*

*Biofuels Refining and Performance, Ahindra Nag, 2008, McGrawHill*

*Biodiesel Science and Technology; J. C. J. Bart; N. Palmeri, S. Cavallaro. 2010, Woodhead Publishing Limited.*

*BioRenewable Resources, Robert C. Brown, 2003, Blackwell Publishing Comp.*

*Energy Plant Species - Their use and impact on environment , N. El Bassam , 1998 , James & James (Science Publishers)*

## Anexo IV - Combustíveis Alternativos

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Combustíveis Alternativos*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Francisco Manuel da Silva Lemos*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Dar aos estudantes uma visão integrada da produção e utilização de combustíveis alternativos. Análise detalhada do processo de gaseificação, com um ênfase especial na produção de Gás de Síntese e da sua conversão em*

**combustíveis.**

**Visão geral das diferentes alternativas processuais para a conversão química de biomassa em combustíveis líquidos.**

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*To supply the students with an integrated view of the production and use of alternative fuels. Detailed analysis of gasification processes, with a special emphasis on the SynGas production and its conversion into fuels.*

*Overview of the different alternatives of chemical conversion of biomass to liquid fuels.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Visão histórica da utilização de combustíveis alternativos. A produção de combustíveis por gaseificação de biomassa, quer por processos químicos quer biológicos. Produção de hidrogénio. A produção de hidrogénio como forma de armazenamento de fontes renováveis. Produção de metanol, etanol e metano por processos de gaseificação.*

*Processos para a produção de Gás de Síntese a partir de biomassa, carvão e hidrocarbonetos. Conversão catalítica de Gás de Síntese em hidrocarbonetos pelo processo de Fischer-Tropsch. Pós-processamento de produtos de síntese de FT.*

*Outros processos químicos para a conversão de material lenho-celulósico em combustíveis líquidos – óleos de pirólise, despolimerização de lignina e celulose em fase líquida.*

*Formulação de combustíveis por combinação de fracções – o papel dos diferentes aditivos para os combustíveis.*

*Análise técnico – económica dos processos de conversão de combustíveis gasosos em combustíveis líquidos.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Historical view of the use of alternative fuels – from ethanol to the use of the Fischer-Tropsch processes. The production of fuels by gasification of biomass, either chemical or biological. Production of hydrogen by reforming and electrochemical processes. Hydrogen production as a way to store energy from renewable sources that are not permanently available. Production of methanol, ethanol and methane by gasification processes. Processes for the production of SynGas by gasification of biomass, coal and hydrocarbons. Catalytic conversion of SynGas into hydrocarbons by the Fischer-Tropsch process. Post-processing of the FT synthesis products.*

*Other Chemical Processes of wood conversion in liquid Fuels – Pyrolysis oil, lignin and cellulose depolymerization in liquid phase.*

*Fuels Formulation by blending of fractions – The role of the different fuel additives.*

*Techno-economical analysis of the conversion processes of gaseous into liquid fuels*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*O principal objectivo desta Unidade Curricular é o de dar aos estudantes uma visão integrada da produção e utilização de combustíveis alternativos e, para esse fim, inclui uma série de aulas teóricas, leccionadas por diferentes investigadores especialistas em diferentes áreas, sobre temas de ponta na ciência e tecnologia envolvida nos vários tópicos do programa e utilizando referências bibliográficas muito recentes. O desenvolvimento de combustíveis a partir de várias fontes, tal como descrito nos objectivos, é bem coberta no conteúdo programático que cobre a produção de uma variedade de combustíveis líquidos e gasosos, incluindo o hidrogénio, que são actualmente considerados com alternativas aos combustíveis fósseis.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The main objective of this course is to supply the students with an integrated view of the production and use of alternative fuels and to that effect the course will comprise a series of lectures, given by different researchers with expertise in the respective fields, on cutting edge science and technology covering all the topics in the programme and using recent literature references. The development of fuels from various sources, as described in the objectives is well covered in the programme contents which covers the production of a variety of liquid and gaseous fuels, including hydrogen, which are considered as alternatives to the fossil fuels.*

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

*3 h de teóricas + 1,5 h de práticas/laboratório.*

*O curso irá integral um conjunto de sessões teóricas acompanhadas de aulas para resolução de problemas.*

*Trabalhos (100%)*

*Os alunos serão avaliados por meio de um trabalho monográfico sobre um assunto directamente relacionado com os temas abordados ao longo do curso. O trabalho monográfico será sujeito a uma apresentação pública com discussão.*

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

*Teaching Methodologies:*

*3 h Theoretical course + 1,5 h practical/laboratory.*

*The course will comprise a set of lectures accompanied by problem solving classes*

*Monographic Work (100%)*

**Evaluation:**

*The students will be evaluated by means of a monographic work on a subject directly related to the themes address in the course. The monographic work will be subject to a public presentation and discussion.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*A metodologia utilizada nesta Unidade Curricular inclui aulas teóricas por especialistas nas diferentes áreas cobertas pelo programa bem como sessões para resolução de problemas e análise de casos de estudo. Os alunos serão incentivados a estudar de forma mais aprofundada alguns dos tópicos abordados no programa e a avaliação será feita por um trabalho monográfico onde o estudante terá de desenvolver uma análise aprofundada de um dos tópicos.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*The methodology involved will include lectures by specialists in the different fields covered in the programme as well as sessions for problem solving and case studying. The students will also be motivated to study in more depth some of the issues that are undertaken in the programme content and the evaluation will be carried-out by a monographic work where the students will provide an in-depth analysis of one of the topics.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*A S Ramadhas, Alternative Fuels for Transportation (The CRC Press Series in Mechanical and Aerospace Engineering) (2010) CRC Press.*

*M.F. Hordeski, Alternative Fuels – The Future of Hydrogen (2008) CRC Press.*

*A. de Klerk, Fischer-Tropsch Refining, (2011) Wiley-VCH.*

*P. Basu, Biomass Gasification and Pyrolysis: Practical Design and Theory (2010) Academic Press.*

*S. Hemstock, The Biomass Assessment Handbook: Bioenergy for a Sustainable Environment (2008) Earthscan.*

*S. Lee, J.G. Speight, S.K. Loyalka, Handbook of Alternative Fuel Technologies, (2007) CRC Press.*

*J.A. Moulijn, M. Makkee, A. Van Diepen, Chemical Process Technology (2001) Wiley*

**Anexo IV - Engenharia das Reacções I****3.3.1. Unidade curricular:**

*Engenharia das Reacções I*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Filipe José da Cunha Monteiro Gama Freire*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Estar apto a seleccionar e projectar um reactor químico ideal*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*To be able to select and design an ideal chemical reactor.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Complementos de cinética das reacções químicas: reacções com cinética simples; cinética das reacções equilibradas; sistemas com mais de uma reacção simultânea: cinética das reacções paralelas e consecutivas. Cinética de reacções complexas Reacções em cadeia. Cinética e mecanismo. Teorias cinéticas.*

*Problema geral de um reactor químico. Dimensionamento de reactores ideais em funcionamento isotérmico e não-isotérmico. Equações de balanço de reactores homogéneos.*

**3.3.5. Syllabus:**

*An introduction to chemical kinetics fully developed within the context of chemical reaction engineering. Ideal flow reactors models. Kinetic models and reactor schemes. Performance and design characteristics of four ideal reactor models (batch, CSTR, plug-flow and semi-continuous). Industrial case studies.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*No ensino e na prática do Engenheiro Químico, a reacção química é fundamental para a descrição dos processos*

químicos.

*Tanto na investigação como para o desenvolvimento e tecnologia o reactor, sistema onde ocorre a reacção química, é o coração do processo.*

*Os reactores são normalmente peças de equipamento complicadas e de operação muito diversificada. Contudo a compreensão destes processos a diversas escalas, desde o microscópico ao macroscópico, está bastante avançada havendo teorias e métodos bem estabelecidos para modelar e projectar estes equipamentos.*

*Contudo, a selecção e dimensionamento revestem-se também de factores de origem diversa, nomeadamente técnico-económicos e ambientais.*

*Na unidade, procura-se dar a conhecer os modelos mais simples baseados em equações de estado e de conservação que melhor interpretam os sistemas em fase homogénea e com estes conseguir entender os factores de selecção do escoamento e operação.*

*Por outro lado, sempre que possível a unidade tenta dar conhecimento dos casos industriais mais relevantes.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The chemical reaction is fundamental for the description of a chemical processes.*

*In research, development and technology the reactor, system where the chemical reaction occurs, is the heart of the process.*

*The reactors are usually complicated pieces of equipment and with diverse operating modes. But the knowledge of these processes at various scales, from microscopic to macroscopic, is quite advanced and well established for modeling and designing these devices.*

*However, the selection and sizing depends on other factors, including technical-economic and environmental.*

*In the unity, we seek to raise awareness of the simplest models based on state and conservation equations that best interpret the homogeneous phase and with these factors explain the selection and operation modes.*

*On the other hand, whenever possible, the unit tries to inform the most relevant industrial cases.*

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

*Exame*

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

*Exam*

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

*Na sequência das equações de conservação de massa, momento e calor, a unidade de Engenharia das Reacções I introduz mais um termo de acumulação, a reacção. Deste modo começa-se por estudar a reacção química pela estipulação da velocidade de reacção dando enfase à sua determinação laboratorial e parametrização pelos métodos cinéticos clássicos.*

*De seguida, introduzem-se os mecanismos mais frequentes de cinética homogénea e de catálises.*

*Após esta fase essencial, inicia-se a descrição, dimensionamento, dos reactores isotérmicos pelo seu balanço de massa.*

*Estudam-se as associações de reactores nomeadamente as baterias de CSTR's.*

*Introduz-se o balanço entálpico com reacção e descreve-se com ele os diversos modos de operação, isotérmicos, adiabáticos e politropos.*

*Introduz-se o arranque e paragem de reactores e modos de operação reactores semi-contínuos.*

*Discutem-se ainda a estabilidade, multiplicidade de estados estacionários e histerese de reactores.*

*Nas últimas aulas promove-se a discussão das vantagens e desvantagens de cada tipo de reactor e modo de operação térmico e temporal acompanhando cada com exemplos industriais importantes.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*Chemical Reaction Engineering I is given after mass, momentum and heat conservation equations. Thus it begins by studying the chemical reaction by stipulating the rate of reaction emphasizing their laboratory determination and parameterization by classical kinetic methods.*

*Then, the most common mechanisms and kinetics of homogeneous catalysis are introduced.*

*After this crucial phase, begins the description, size, of isothermal reactor by its mass balance and the associations of reactors including batteries CSTR's.*

*With the reaction enthalpy with the enthalpy balance is introduced and with it are described the various reactor modes of operation, isothermal, adiabatic and polytropic.*

*After the starting and stopping reactor operation modes and semi-continuous reactors are introduced.*

*Are also discussed stability, multiple steady states and hysteresis of reactors.*

*In the last classes is promoted the discussion of the advantages and disadvantages of each reactor type and mode of operation accompanied by major industrial examples.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*The Elements of Chemical Reaction Engineering , H. Scott Fogler, 1999, 3rd Ed., Prentice Hall*

*Introduction to Chemical Reactions Engineering and Kinetics*, Ronald W. Missen, Charles A. Mims, Bradley A. Saville, 1999, John Wiley & Sons

*Reactores Químicos*, Francisco Lemos, J. Madeira Lopes, F. Ramôa Ribeiro, 2002, IST Press

#### Anexo IV - Laboratórios de Engenharia Química III

##### 3.3.1. Unidade curricular:

*Laboratórios de Engenharia Química III*

##### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*José Madeira Lopes*

##### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

##### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Desenvolver capacidade de integração de diversas matérias, principalmente, na área de Eng<sup>a</sup> de Reacções e Catálise Heterogénea, nomeadamente na preparação, caracterização e teste de catalisadores em reacções modelo, e nas metodologias de estudo experimental do funcionamento de reactores químicos não ideais.*

##### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*To develop the capacity of integrating different topics, mainly in the areas of Reaction Engineering and Heterogeneous Catalysis, namely on the preparation, characterization and testing of solid catalysts for model transformations, and methods of experimental study of non-ideal reactors.*

##### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Trabalhos de integração de matérias na área de engenharia das reacções e catálise heterogénea. Preparação de um catalisador sólido em diferentes formas, análise das suas propriedades físico químicas e propriedades catalíticas a partir de um teste numa transformação modelo em reactor contínuo em fase gasosa. Obtenção experimental de distribuições de tempos de residência em reactores experimentais do tipo tanque agitado e tubular, e sua utilização para diagnosticar desvios no modo de funcionamento em relação à idealidade; realização de transformações químicas nesses reactores para a análise do seu desempenho, a ser comparado com o desempenho esperado para os casos ideais.*

*Trabalhos em instalação piloto.*

##### 3.3.5. Syllabus:

*Experiments that integrate knowledge from courses of Reaction Engineering and Heterogeneous Catalysis. Preparation of a solid catalyst, analysis of its physical and chemical properties and evaluation of its catalytic properties from a catalytic test in a model transformation performed on a continuous gas phase reactor. Experimental determination of residence times distributions of laboratory reactors of the types stirred tank and tubular reactors, and its use in the diagnosis of the deviations from the ideal functioning mode; realization of chemical transformations in these reactors in order to evaluate its performances, to be compared with expected ones for the ideal cases. Pilot scale experiments.*

##### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*A execução experimental pelos alunos da preparação de um catalisador, envolvendo a síntese do sólido e a sua modificação com tratamentos químicos, a análise das suas propriedades físico-químicas a partir de técnicas de caracterização, como a Difrakção de Raios-X, Termogravimetria, etc, e avaliação das propriedades de actividade, selectividade e estabilidade numa dada reacção química, em fase gasosa, num reactor contínuo, corresponde a uma aplicação alargada de diversos assuntos relacionados com as áreas de Catálise Heterogénea, Eng<sup>a</sup> das Reacções e outras. Acresce a utilização que é efectuada dos dados obtidos para interpretar as propriedades catalíticas. A aplicação experimental de diferentes métodos para obtenção de distribuições de tempos de residência do fluido ao passar num reactor contínuo, corresponde ao desenvolvimento da capacidade para análise do padrão de escoamento do fluido, que permite a detecção de desvios aos modos de funcionamento ideais quanto ao grau de mistura (fluxo pistão e mistura perfeita). Estes desvios terão influência no desempenho observado do reactor, avaliado pelos alunos na realização de transformações químicas nesses reactores, com determinação das conversões experimentais e comparação com os valores esperados para os casos de funcionamento ideal.*

##### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.



*The executed experiments by the students of a catalyst preparation, involving the solid synthesis and its chemical modification, the analysis the physical and chemical properties from characterization techniques, such as X-Ray diffraction, Thermogravimetry, etc., and the evaluation of the activity, selectivity and stability properties in a given chemical transformation, in gaseous phase, using a continuous reactor, correspond to a wide range of different subjects concerned to the areas of Heterogeneous Catalysis, Reaction Engineering and others. In addition, the obtained data in the laboratory is used in the understanding of the catalytic properties.*

*The experiments consisting in the execution of different methods for the determination of the residence times distribution of the fluid passing through a continuous reactor, correspond to the development of the ability to analyse the flow pattern, allowing the detection of deviations from the ideal flow cases (plug flow and perfect mixing). These deviations induce some changes in the observed reactor performance, which is evaluated by the students in the experiments of chemical transformations carried out in those laboratory reactors, with the determination of experimental conversions and comparison with the expected values for the ideal flows.*

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

*Execução acompanhada de trabalhos laboratoriais.*

*Avaliação da participação dos alunos na aula e dos relatórios elaborados para cada trabalho.*

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

*Laboratory experiments execution.*

*Evaluation of the students participation in the classes and o the produced reports for each experiment*

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

*Correspondendo as metodologias de ensino, neste caso, à execução acompanhada de trabalhos experimentais, estarão dessa forma a desenvolver-se as aptidões referidas nos objectivos da unidade curricular.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*Since the used methodologies, in this case, concern the experimental execution of some works, with surveillance, the skills mentioned in the objectives of this course will have the possibility to be developed.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Catálise Heterogénea , J.L. Figueiredo e F. Ramôa Ribeiro , 1989, Fund. Calouste Gulbenkian*

*Elements of Chemical Reaction Engineering , H.S. Fogler , 1998, 3ª edição, Prentice Hall*

*Chemical Reaction Engineering , O. Levenspiel , 1998, 3ª Edição, John Wiley*

*Reactores Químicos , Francisco Lemos, José Madeira Lopes; Fernando Ramôa Ribeiro , 2002, IST Press, Lisboa*

## Anexo IV - Poluição Atmosférica e Tratamento de Efluentes Gasosos

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Poluição Atmosférica e Tratamento de Efluentes Gasosos*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Maria Joana Castelo Branco de Assis Teixeira Neiva Correia*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Fornecer aos alunos conhecimentos sobre a poluição atmosférica e os sistemas de engenharia associados ao seu controlo. Os alunos deverão: i) -conhecer as fontes e efeitos dos principais poluentes atmosféricos, ii) -saber efectuar cálculos de combustão e quantificar as emissões destes processos, iii)- compreender a relação entre meteorologia, emissões atmosféricas e qualidade do ar iv)- conhecer e saber seleccionar as tecnologias adequadas para efectuar o tratamento de efluentes gasosos.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*The main objective of this course is to provide the students with a view of the problems of air pollution and of the*

*systems associated to its control. Thus, students should: i)-know the sources and effects of major air pollutants, ii)- know how to perform the quantification of the emissions from combustion processes, iii) - understand the relationship between pollutants emissions, meteorology and air quality iv)-know and be able to select the appropriate technologies for the removal of air pollutants from gaseous streams.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*1-Introdução. Implicações globais da poluição atmosférica. Alterações atmosféricas globais. Reacções químicas e fotoquímicas na atmosfera. 2-Descrição dos principais poluentes atmosféricos: fontes e efeitos no ambiente. 3-Filosofias associadas ao controlo de poluição. 4-Qualidade do ar em ambientes interiores. 5-Combustíveis e combustão. 6-Influência dos fenómenos meteorológicos na qualidade do ar. Dispersão atmosférica de poluentes: modelo Gaussiano de plumas. 7-Minimização das emissões e sistemas de tratamento: i) partículas em suspensão: ciclones, precipitadores electrostáticos, filtros, lavadores; ii) compostos orgânicos voláteis: adsorção, combustão, condensação, biofiltros e biolavadores; iii) e óxidos de enxofre; iv) óxidos de azoto; v) controlo de emissões de fontes móveis de combustão.*

### 3.3.5. Syllabus:

*1-Introduction: air pollution episodes, units of measurements, legislation. Air Pollutants and Global Changes. 2- Criteria Air Pollutants: sources, effects, standards and control. 3- Air Pollution Control Philosophies. 4-Indoor Air Quality. 5-Fuels and Combustion. 6-Meteorology and Air Pollution. Air Pollutant Concentration Models: fixed box models and diffusion models- the Gaussian plume equation. 7-Air Pollution Control Systems: i) control of primary particulates: gravity settlers, centrifugal separators, electrostatic precipitators, surface filters, depth filters, scrubbers; ii) control of volatile organic compounds: adsorption, absorption, combustion, condensation, biofilters and bioscrubbers; iii) control of sulphur oxides; iv) control of nitrogen oxides; v) control of motor vehicle emissions.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objectivos da unidade curricular visto que o programa foi estabelecido de modo a abordar tão completamente quanto possível a problemática da poluição atmosférica e o tratamento de efluentes gasosos. Assim, nos tópicos 1 a 4 é efectuada a descrição detalhada das fontes e efeitos dos principais poluentes atmosféricos, no tópico 5 estudam-se os aspectos relevantes da combustão e quantificação das emissões, a dispersão de poluentes na atmosfera e a sua influência na qualidade do ar são abordadas no tópico 6, enquanto que no tópico 7 é efectuada uma descrição detalhada das principais tecnologias disponíveis para o tratamento de efluentes gasosos. Todos os tópicos são acompanhados pela resolução de problemas práticos.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The course contents are consistent with the objectives to be achieved because it was established to address the problem of air pollution and of the systems associated to its control. Thus, topics 1 to 4 present a detailed description of the sources and effects of major air pollutants, topic 5 presents the relevant aspects of combustion processes and the quantification of the correspondent emissions, the dispersion of pollutants in the atmosphere and its influence on their ambient concentration is given in topic 6. Topic 7 presents a detailed description of the main technologies available for the control of air pollutants. All topics are accompanied by the resolution of exercises.*

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

*Aulas teóricas e teórico-práticas com disponibilização antecipada dos textos de apoio.  
Valorização na nota final da resolução de exercícios semanais em casa para aplicação da matéria dada.  
Realização de 4 mini-testes (facultativos) de modo a estimular os alunos a acompanharem a matéria durante o semestre.  
Realização de uma visita de estudo a uma unidade de incineração de resíduos  
Nota final: 4 mini-testes - 25%; exame- 75% (nota mínima no exame – 8.5v) ou exame - 100%*

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

*Theoretical and practical classes with prior availability of handouts.  
Resolution of weekly exercises at home.  
Four mini-tests (optional) to encourage the students to follow the course during the semester.  
Visit to a plant  
Final mark: 4 mini-tests- 25%; exam- 75% or exam -100%*

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

*Exposição dos conteúdos teóricos e resolução de exercícios práticos que visam a aplicação dos conceitos abordados. Por outro lado, a realização de uma visita de estudo a uma instalação industrial é também importante.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*Presentation of theoretical concepts and resolution of exercises designed to apply the main concepts. The realization of a planned visit to a residues incineration plant is also important.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Air Pollution Control Engineering*, De Nevers, N., 2000, McGraw- Hill,  
*Sebenta das Aulas Teóricas*, M.Joana Neiva Correia, 2006, AEIST

## Anexo IV - Química Orgânica

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Química Orgânica*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Dulce Elizabeth Bornes Teixeira Pereira Simão*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Proporcionar aos alunos uma visão dos conceitos fundamentais e da metodologia de base em Química Orgânica. Prever e utilizar tecnicamente as propriedades dos compostos orgânicos. Mostrar diferentes técnicas experimentais. Os conhecimentos por parte dos alunos, da estrutura e comportamento das diferentes classes de compostos orgânicos, permite-lhes a resolução de inúmeros problemas que vão desde a identificação de compostos orgânicos, à síntese de novos materiais ou transformação dos já existentes. Permite-lhes também uma melhor compreensão dos fenómenos ambientais e biológicos ao nível molecular.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*Providing the students with an understanding of the basic concepts and methodologies in Organic Chemistry, aiming at the rationalization of the structural and mechanistic features underlying the reactions of organic compounds. Illustrate the main features of some important experimental techniques. The students should be able to resolve several problems, as the identification of organic compounds to the synthesis of new materials or transformation in others. Employ the expertise acquired to analyze environmental and biological phenomena on molecular level.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Estrutura Electrónica e Molecular. Híbridos de ressonância. Nomenclatura Reacções ácido-base. Estereoquímica Análise conformacional. Cicloalcanos. Halogenação de alcanos. Reacções de Substituição nucleófila alifática e eliminação. Reactividade de ligações  $\pi$  Alcenos e alcinos. Tipos de polímeros. Reacções de polimerização. Dienos conjugados. Benzeno e aromaticidade. Reactividade de Compostos Aromáticos. Compostos heterocíclicos aromáticos. Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos. Reacções de substituição electrófila aromática. Corantes. Resinas fenol-formaldeído Reacções de substituição nucleófila aromática. Policlorofenóis e Dioxinas. Reactividade de Compostos de Carbonilo Aldeídos e cetonas. Reactividade de Compostos de Carboxilo Ácidos carboxílicos e derivados. Poliésteres e poliamidas. Nylons. Poliuretanos. Poliureias e policarbonatos. Ésteres da celulose. Aminoácidos e proteínas.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Electronic and Molecular Structure. Resonance hybrids. Nomenclature. Acid-base reactions. Stereochemistry. Conformational analysis. Cycloalkanes. Alkanes Halogenation. Nucleophilic Substitution and Elimination reactions.  $\pi$  bonds reactivity. Alkenes and alkynes. Polymers types. Polymerization reactions. Conjugated dienes. Benzene and aromaticity. Aromatic Compounds Reactivity. Heterocycles. Polycyclic benzenoid hydrocarbons. Electrophilic aromatic substitution. Dyes. Phenol-formaldehyde resins. Aromatic nucleophilic substitution reactions. Polychlorophenols and Dioxines. Carbonyl Compound Reactivity Aldehydes and ketones. Carboxyl Compound Reactivity. Carboxylic acids and derivatives. Polyesters and polyamides. Nylons. Polyuretanes. Polyureas and polycarbonates. Cellulose esters. Amino acids, and proteins.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Esta é a única disciplina de Química Orgânica dirigida aos alunos de Engenharia do Ambiente, Biomédica e Materiais. São dados a estrutura electrónica e molecular bem como a sua nomenclatura e faz-se a correspondência com as propriedades físicas dos compostos orgânicos. Deste modo, podem identificar facilmente compostos orgânicos e prever as suas propriedades. O estudo dos vários grupos de compostos orgânicos e as suas reacções permite a compreensão relativamente à síntese de novos materiais ou transformação dos já existentes, quer a um nível*

*laboratorial, quer ao nível dos fenómenos ambientais e biológicos.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*This is the only discipline of organic chemistry aimed at students of Environmental Engineering, Biomedical and Materials. They are given for molecular and electronic structure as well as its nomenclature and it is the correspondence with the physical properties of organic compounds. This way they can easily identify organic compounds and predict their properties. The study of the various groups of organic compounds and their reactions gives an understanding on the synthesis of new materials or processing*

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

*Parte Teórica: exame final ou dois testes sendo o 1º a meio do semestre e o 2º no fim (nota mínima em cada um dos testes 8,5 valores).*

*Parte prática: realização no laboratório de 4 trabalhos em 5 sessões (grupos de 2 alunos distribuídos por 2 turmas (A e B) de 15 em 15 dias); entrega de um pré-relatório (2 páginas) e um relatório (3 páginas) por cada trabalho. Discussão de todos os trabalhos no final do semestre.*

*nota final = 2/3 nota teoria + 1/3 nota laboratório*

*Serão aprovados os alunos que obedeçam às duas condições simultâneas "nota teórica"  $\geq 9.5$  e "nota laboratório"  $\geq 10$ .*

*A avaliação final da cadeira será uma média ponderada segundo a fórmula*

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

*Theoretical component (T): final examination or two tests. The first test is in the middle of the term and the second one at the end of the term. The minimum grade in each of the tests is 8.5/20) Experimental component (L): laboratory performance (4 experiments), the corresponding written reports and their oral discussion with the instructor. Final grade :  $2/3T + 1/3L$ . The minimum grade in T is 9,5 and L is 10/20.*

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

*Os 2 testes e os 2 exames são suficientes para testar os conhecimentos adquiridos ao longo do semestre nas aulas teóricas.*

*A componente experimental é muito importante para conhecerem as várias técnicas experimentais utilizadas num laboratório de Química Orgânica e que são aplicáveis às áreas do Ambiente, Biomédica e Materiais.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The 2 tests and 2 tests are sufficient to test the knowledge acquired during the semester in theoretical classes. The experimental component is very important to know the various experimental techniques used in organic chemistry laboratory which are applicable to the areas of Environment, Biomedical and Materials*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Organic Chemistry , G.Solomons C.Fryhle, 2003, 8th ed., John Wiley & Sons*

*Organic Chemistry , K.P.C.Volhardt and N.E.Shore, 1999, 3rd. ed., W.H. Freeman*

*Virtual Textbook of Organic Chemistry , W. Reusch, 2005, .*

*Química Orgânica, Texto de apoio às aulas teóricas 2009 Editar, Apagar , Dulce Simão adaptado de QOI (Pedro Paulo Santos) , 2011, página disciplina*

**Anexo IV - Síntese e Integração de Processos**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Síntese e Integração de Processos*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Maria de Fatima Machado da Costa Farelo*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Desenvolver competências que permitem gerar configurações, técnica e economicamente viáveis, para processos simples, do âmbito da Indústria Química e afins, contemplando a integração energética de correntes para minimização do consumo de utilidades quentes e frias. Avaliação da viabilidade técnica / económica das configurações geradas.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*The main training objectives of this course are:*

*To develop skills to outline simple process flowcharts and to reduce energy consumption by using Process Integration methodologies. Assessment of the technical feasibility and economic performance of developed PDF's.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Síntese de Processos Químicos. Estrutura genérica dos diagramas de fabrico. 2. Selecção de percursos reaccionais alternativos: Avaliação técnica (conversão, rendimento, selectividade, tipo de reactor, fase, gamas de temperatura e pressão, catalisadores) e económicos 3. Distribuição de espécies a montante e jusante das etapas reaccionais. Requisitos para fraccionamento de correntes. Sequências de separação; reciclagens; purificação dos produtos e descarga/tratamento de efluentes. Estratégias heurísticas de separação. 4. Custo e selecção de equipamentos. 5. Análise comparativa de configurações de separação, com base em considerações técnicas e económicas. 6. Estratégia de integração de processos. Metodologias de Integração de processos. Análise do Ponto de Estrangulamento energético. Determinação do consumo mínimo de energia. Projecto das redes de permutadores de calor. Integração energética do sistema de utilidades e de diferentes unidades de processo.*

**3.3.5. Syllabus:**

*1. Process Synthesis: feasibility, limitations and techniques. Structure of chemical processes flow diagrams. 2. Screening of reaction paths. Production-consumption analyses. Economic and technical screening criteria. Reactors selection and performance. Utilities. Alternative raw-materials. 3. Feed preparation and fractioning. Reaction paths with recycle. Mapping of material flows. Heuristics for selecting and sequencing separation units. 4. Equipment selection and capital costs. 5. Outline of simplified process flowcharts. Assessment of the feasibility and economic performance of Pdfs. 6. Process Integration: Heat and environmental integration. Methodologies for Process Integration: Pinch Analysis. Minimum energy target of a process. Optimisation of the capital-energy trade-off. Design of the heat exchanger network. The Global Composite Curve to screen different utility scenarios including heat engines and heat pumps. Heat integration of distillation columns, evaporators and dryers.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*São contemplados aspectos requeridos pela geração modular de configurações alternativas para processos industriais. No tópico 1 são apresentados os conceitos e as técnicas da Síntese de processos. No tópico 2 abordam-se os critérios para avaliação económica e análise da viabilidade técnica dos percursos reaccionais alternativos que constituem ponto de partida da Síntese de processos químicos e bioquímicos. No tópico 3 discutem-se as implicações da utilização de matérias-primas alternativas, das distribuições de espécies geradas e dos processos de separação propostos para o fraccionamento de misturas multicomponentes, utilizando metodologias heurísticas. No tópico 4 discute-se a selecção dos equipamentos. No tópico 5 integram-se os módulos gerados nas etapas anteriores de modo a obter configurações alternativas que visam a concretização de um dado objectivo (produto final). Estas configurações são comparadas e avaliadas de modo a excluir as propostas inviáveis ou de maior dificuldade de realização, de forma a conservar apenas as hipóteses próximas do óptimo técnico/económico. No tópico 6 são analisadas diferentes possibilidades de integração energética com vista à minimização dos custos totais inerentes a uma rede de permutadores de calor. Assim, no âmbito desta UC pretende-se dotar os alunos de conhecimentos estruturantes ao nível do desenvolvimento da configuração dos processos contemplando a integração energética, e permitindo aos alunos obter as competências e técnicas necessárias aos desafios actuais da engenharia de processos.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The UC content covers the main aspects required for the modular development of alternative configurations for industrial processes. Thus, topic 1 presents the techniques of Process Synthesis. Topic 2 addresses the economic criteria and the tools to assess the feasibility of alternative reaction paths – the core module in the synthesis of chemical and biochemical processes. Topic 3 analyzes, according to rules of thumb, the implications of using alternative raw materials and different species allocations, as well as of the separation processes for the fractioning of multicomponent streams. The economics of equipment selection are discussed in topic 4. Topic 5 integrates the modules leading to alternative configurations aiming the Synthesis goal (final product) and the Pdfs are compared and evaluated (technical and economic optimization) to choose the most favorable flowsheets. Topic 6 considers different possibilities for energy integration in order to minimize the inherent total costs of heat exchangers network. This UC aims to provide students with knowledge at structural level in terms of the development of the process synthesis including heat integration. The contents of this CU also provide students with the expertise in the area of process synthesis that are essential to the present challenges of process engineering.*

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

*O ensino desta UC é baseado no desenvolvimento modular de diagramas de fabrico, utilizando processos industriais como case studies. A geração das alternativas e a sua discussão obriga a uma forte interacção alunos-docente e introduz uma acentuada dinâmica no debate de ideias e propostas. Apresentação de diapositivos de apoio. No decorrer das aulas são abordados e debatidos os conteúdos programáticos e esclarecidas algumas dúvidas.*

**Avaliação: Exame Final****3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*The learning process is based on a modular development of the most appropriate structure for the process flowsheet. Industrial processes are used as case studies. The discussion of the alternative configurations proposed for each process requires a strong student-teacher interaction and a dynamic debate of ideas and suggestions. Slide show of support. Classes promote the debate of contents.*

**Assessment Process: Final exam.**

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*A UC tem um espaço definido (página da disciplina) onde são colocados os conteúdos programáticos (texto, diapositivos e propostas de actividades, de modo a promover uma aprendizagem flexível, fomentando a participação, interacção e dinâmica de grupo.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*This UC has a defined space (Course Web Page) to upload learning materials (texts, slides, handouts, proposed activities), to encourage the participation, interaction and group dynamics.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes, Turton, R.; Bailie, R.C.; Whiting, W.B.; Shaeiwitz, J.A., 1998, Prentice-Hall, N. J.*  
*Process Design Principles, Seider, W.D.; Seader, J.D.; Lewin, D.R. , 1999, John Wiley & Sons, Inc. N.Y.*  
*Conceptual Design of Chemical Processes, Douglas, J.M. , 1988, McGraw Hill, N. Y.*  
*Chemical Process ?Design and Integration , Smith, Robin , 2005, John Wiley & Sons*  
*Process Synthesis – Course manual, Farelo, M<sup>a</sup> Fátima , 2011, IST*

**Anexo IV - Catálise e Processos Catalíticos****3.3.1. Unidade curricular:**

**Catálise e Processos Catalíticos**

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

**Carlos Manuel Faria de Barros Henriques**

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

**<sem resposta>**

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Fornecer aos alunos uma boa preparação de base em Catálise. Nesta cadeira serão cobertos tanto aspectos de catálise heterogénea como de catálise homogénea. A abordagem geral envolverá tanto aspectos fundamentais, incluindo mecanismos reaccionais, como de aplicação. Nos aspectos de aplicação será dado ênfase aos processos com interesse industrial.*

*No final desta unidade curricular, os alunos deverão estar aptos a:*

- 1. Identificar a importância dos processos catalíticos, quer a nível fundamental quer a nível da aplicação.*
- 2. Conhecer os principais tipos de catalisadores heterogéneos e homogéneos, sua preparação e principais métodos de caracterização.*
- 3. Compreender a relação entre a reactividade e o tipo de centros activos em catalisadores heterogéneos e homogéneos. Aplicações.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*Endow the students with a solid basis on Catalysis. In this course both topics on heterogeneous and homogeneous catalysis will be covered. The general approach will involve both fundamental aspects, including mechanisms, and applications. Within the application aspects, a particular emphasis will be put on processes of industrial interest.*

*At the end of this curricular unit, master students should be able to:*

- 1. To identify the importance of the catalytic processes, at the basic level as well as at the application level.*
- 2. To know the main types of heterogeneous and homogeneous catalysts, their its preparation and main methods of characterization.*
- 3. To understand the relationship between reactivity and the type of active centers in heterogeneous and homogeneous catalysts. Applications.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução à Catálise. Revisão geral de reactividade química e do conceito de energia de activação. O fenómeno da catálise visto ao nível molecular. Principais tipos de catálise (ácida, básica, redox). Catálise heterogénea (CHet) e catálise homogénea (CHom).*

*Catálise Heterogénea. Tipos de CHet. Transferência de massa e energia em CHet. Mecanismos em CHet. Processos Catalíticos. Principais processos catalíticos a nível industrial. Importância económica da catálise e dos processos envolvidos. Preparação de Catalisadores Heterogéneos: mássicos e suportados. Caracterização físico-química de catalisadores. Processos catalíticos industriais relevantes. Zeólitos: um caso de estudo.*

*Catálise Homogénea: Principais tipos de CHom e sua relação com a CHet. Aspectos energéticos. Catálise em condições ambientalmente toleráveis. Catálise por compostos de coordenação e organometálicos. Exemplos de aplicação industrial. Funcionalização de alcanos (incluindo gás natural) em condições suaves.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Introduction to Catalysis. A general overview of the chemical reactivity. The concept of activation energy. The catalysis phenomena at the molecular level. Main types of catalysis (acid, basic, redox). Heterogeneous (CHet) and homogeneous catalysis (CHom).*

*Heterogeneous Catalysis. Main types of CHet. Mass and energy transfer phenomena in CHet. Mechanisms in CHet. Catalytic Processes. Main catalytic processes of industrial importance. Economic importance of catalytic processes. Catalysts preparation: bulk and supported catalysts. Physical-chemical characterization of catalysts.. Relevant industrial catalytic processes. Zeolites: a case study.*

*Homogeneous Catalysis: Main types of CHom and relation with CHet. Energy features. Catalysis under environmentally acceptable conditions. Catalysis by coordination and organometallic compounds. Examples of industrial application. Functionalization of alkanes (including natural gas) under mild conditions.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Os conteúdos programáticos estão em coerência com o primeiro objectivo da unidade curricular dado que o programa está concebido de forma a abordar a problemática geral da catálise nas áreas das ciências da engenharia química e de síntese e estrutura molecular.*

*No que respeita aos segundo e terceiro objectivos da unidade curricular, os temas foram seleccionados de forma a fornecer uma formação integrada entre o tipo de catalisadores tipo de centros activos e sua caracterização e a sua aplicação a diferentes procesos catalíticos heterogéneos ou homogéneos.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The syllabus is consistent with the first objective of the curricular unit as the syllabus is conceived to approach the general problematic of catalysis, both in the areas of sciences of chemical engineering and of synthesis and molecular structure.*

*In what the second and third objectives of the curricular unit are concerned, the syllabus subjects have been selected in order to supply an integrated formation considering the type of catalysts, type of active centers and its characterization and their application to different heterogeneous or homogeneous catalytic processes.*

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

*Disciplina constituída por dois módulos de 7 semanas cada: 1 - Introdução e catálise heterogénea; 2 – Catálise homogénea*

*Duas aulas teóricas de 2h cada, por semana.*

*Avaliação por exame final.*

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

*Course organized in two modules of 7 weeks each: 1 - Introduction and Heterogeneous catalysis; 2 – Homogeneous catalysis*

*Two 2 h theoretical courses per week.*

*Assessment by Final Exam*

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

*Os conteúdos teóricos da unidade curricular serão expostos através de aulas que serão, no essencial, ilustradas com casos práticos.*

*Os estudantes serão motivados para aplicar as competências adquiridas através do estudo e análise de casos concretos.*

*A avaliação compreende a realização de um exame individual sobre os módulos de Catálise Heterogénea (50%) e Catálise Homogénea (50%)*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The theoretical contents of the curricular unit will be presented through lectures essentially illustrated with practical cases.*

*The students are encouraged to apply the acquired competences, through the study and analysis of concrete cases. The assessment is constituted by an individual examination including the modules of Heterogeneous Catalysis (50%) and Homogeneous Catalysis (50%)*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*“Catálise Heterogénea”, F. Ramôa Ribeiro, J.L. Figueiredo, 2007, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.*

*“Concepts of Modern Catalysis and Kinetics”, I. Chorkendorff, W. Niemantsverdriet, 2003, Wiley-VCH, Weinheim*

*“Chemical Kinetics and Catalysis”, R.I. Masel, 2001, Wiley, Nova York,*

*“Chemical Process Technology”, J.A. Moulijn, M. Makkee, A. Van Diepen, 2001, Wiley, Chichester*

*“Homogeneous Catalysis, Understanding the Art”, P.W.N.M. van Leeuwen, 2004, Kluwer Academic Publisher*

*“Applied Homogeneous Catalysis with Organometallic Compounds, A Comprehensive Handbook in Three Volumes”, B. Cornils, W.A. Herrmann, (eds.), 2002, VCH.*

## Anexo IV - Electroquímica e Energia

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Electroquímica e Energia*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Alda Maria Pereira Simões*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Objectivos: Transmitir os fundamentos básicos das reacções electroquímicas, do ponto de vista da Termodinâmica e da Cinética das reacções electroquímicas, bem como dos principais tipos de células para produção de energia.*

*Competências adquiridas: pretende-se que os alunos sejam capazes de*

*Lidar com os conceitos básicos de Termodinâmica e Cinética em reacções electroquímicas.*

*Descrever os fundamentos das baterias, das células solares e das células de combustível.*

*Calcular o rendimento de uma célula ou de um reactor electroquímico.*

*Enunciar os parâmetros fundamentais que condicionam a qualidade e o rendimento de uma célula electroquímica.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*Fundamental knowledge of the electrochemical reactions, concerning thermodynamics and kinetics of electrochemical reactions, and the main types of cells for energy production.*

*At the end of the course the students should be able to*

*- Deal with the basic concepts of thermodynamics and kinetics of electrochemical processes.*

*- Describe and understand the fundamentals of batteries, solar cells and fuel cells.*

*- Determine the efficiency of an electrolytic or galvanic cell or of an electrochemical reactor.*

*- Understand the basic parameters that control the quality and efficiency of an electrochemical cell.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Introdução. Indústrias de grande expansão baseadas em Electroquímica. Sistemas de produção de energia.*

*Reacções de Eléctrodo e reacção global. Células Galvânicas e Células Electrolíticas. Electrocatálise. Corrosão.*

*Termodinâmica de reacções de eléctrodo.*

*Cinética electroquímica. Equação de Butler-Volmer e equação de Tafel. Lei de Faraday. Rendimento electroquímico.*

*Tipos de reactores electroquímicos.*

*Processos industriais: electrólise da água, produção de cloro e soda cáustica, síntese electro-orgânica e produção do alumínio.*

*Tipos de baterias. Baterias primárias e secundárias. Descrição das principais baterias e da sua evolução ao longo dos tempos. Ciclos de carga-descarga. Tempo de vida.*

*Células de combustível. Células de ácido fosfórico, de carbonato fundido, de óxido sólido e alcalinas.*

*Energia solar. Células fotovoltaicas. Fotopotencial e fotocorrente. Rendimento quântico. Principais tipos de células solares. Miniaturização.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Introduction. Subject relevance. Electrochemistry-based industries with wide expansion. Energy-production systems.*



*Fundamentals of Electrochemistry. Electrode reactions and global reaction. Galvanic and electrolytic cells. Electrocatalysis. Corrosion. Thermodynamics. Free energy and electromotive force. Kinetics of electrode process. Butler-Volmer and Tafel eqs. Faraday's law. Efficiency of an electrochemical reactor. Electrochemical reactors: batch, tubular, stirred continuous reactors; Hg cells, diaphragm and membrane. Industrial processes: electrolysis of water, production of chlorine and NaOH, electro-organic synthesis, production of aluminium. Types of batteries. Primary and secondary batteries. Most relevant batteries and their evolution with time. Charge-discharge cycles. Lifetime. Fuel cells. Main types: phosphoric acid, fused carbonate, solid oxide and alkaline. Solar energy. Photovoltaic cells. Photopotential and photocurrent. Quantum efficiency. Types of solar cells. Miniaturization.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os primeiros capítulos tratam da termodinâmica e da cinética das reacções de eléctrodo, essenciais para a compreensão, o dimensionamento e o cálculo do rendimento de um reactor electroquímico. Os capítulos de aplicação dão uma panorâmica de alguns processos industriais, focando-se em seguida em baterias e células de combustível. Finalmente, apresenta-se os fundamentos dos sistemas fotovoltaicos, numa perspectiva de dar uma visão dos diferentes tipos de baterias com relevância industrial.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The first chapters of the program deal with the thermodynamics and kinetics of electrode reactions, essential to understand, calculate and determine the efficiency of an electrochemical reactor. The following chapters are application ones and provide an overview of some industrial processes, concentrating in batteries and fuel cells. Finally, the fundamental aspects related to photovoltaic systems are presented, with the perspective of providing an insight of the different types of batteries with industrial relevance.*

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

*O ensino será feito por aulas teórico-práticas, com exposição da matéria seguida de resolução de exemplos. Para além disso, os alunos desenvolverão um trabalho autónomo, seguido de apresentação pública.*

*A avaliação será feita essencialmente com duas componentes, um trabalho individual de pesquisa e desenvolvimento de um tema (T) e o outro a um exame final (E). A nota final (NF) será o resultado da média ponderada, dada por:  $NF = 0,40 \times T + 0,60 \times E$ .*

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

*The assessment shall be based essentially on two components, one individual research work (T) and the final exam (E). The final grade (FG) shall be determined from the weighted average, given by:  $FG = 0,40 \times T + 0,60 \times E$ .*

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

*A matéria combina componentes mais descritivas e aplicadas, com outras mais fundamentais. A apresentação pelo professor, ao ser complementada com os exercícios práticos e em particular com o trabalho a desenvolver ao longo do semestre, deverá incentivar o acompanhamento da matéria e o estudo autónomo, para além de facilitar a integração dos elementos do grupo.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The program combines subjects of a more descriptive and applied nature with others more fundamental. The presentations made in more theoretical classes complemented with the practical exercises and, in particular, with the work necessary to develop during the term, should motivate a close follow-up of the program and individual research work, allowing the students integration.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Electrochemical Engineering: Science and Technology in Chemical and Other Industries , Hartmut Wendt, Gerhard Kreysa, 1999, Springer-Verlag  
Industrial Electrochemistry , Derek Pletcher, Frank Walsh, 1990, Chapman and Hall, 3rd ed*

## Anexo IV - Fenómenos de Transferência

### 3.3.1. Unidade curricular:

## Fenómenos de Transferência

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

**Vítor Manuel Gerales Fernandes**

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

**<sem resposta>**

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

**1. Compreender e ser capaz de aplicar as equações básicas de transporte molecular (Leis de Fourier, Fick e Newton). 2. Utilizar as equações de balance de massa, energia e momento para analisar problemas de transporte. 3. Combinar (1) e (2) para resolver problemas típicos de fenómenos de transferência em Engenharia de Materiais. 4. Estar familiarizados com a temática relacionada com os fluxos turbulentos e ser capaz de utilizar métodos fenomenológicos para analisar escoamentos turbulentos. 5. Saber procurar informação para o cálculo ou estimativa de coeficientes de transporte em sólidos, líquidos e gases. 6. Compreender a importância da análise dimensional e do papel das quantidades adimensionais.**

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

**1. To understand and be able to apply the basic equations of molecular transport (Fourier, Fick and Newton's Laws). 2. To utilize the equations of mass, energy and momentum balance to analyze transport problems. 3. To combine (1) and (2) above in solving problems in the presence and absence of convection. 4. To become familiar with the issues associated with turbulent flow and be able to utilize phenomenological approaches for analyzing turbulent flows. 5. To be able to search information for calculating or estimating transport coefficients in solids, liquids and gases. 6. To understand the importance of dimensional analysis and the role of dimensionless quantities.**

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

**PARTE 1: DINÂMICA DOS FLUIDOS. Propriedades viscosas dos fluidos; Fluxo laminar e a equação da conservação da quantidade do movimento; Fluxos turbulentos e complexos; Aplicações de balanços de energia ao escoamento de fluidos. PARTE 2 TRANSPORTE DE ENERGIA. Lei de Fourier e condutividade térmica dos materiais; Transferência de calor e a equação da conservação da energia; Correlações e dados para coeficientes de transferência de calor; Condução de calor em sólidos. PARTE 3: TRANSPORTE DE MASSA. Lei de Fick e difusividade dos materiais; Difusão em sólidos; Transferência de massa em sistemas fluídicos; Transferência de massa entre fases diferentes.**

### 3.3.5. Syllabus:

**PART 1: FLUID DYNAMICS. Viscous properties of fluids; Laminar flow and the momentum equation; Turbulent flow and complex flows; Energy balance applications in fluid flow. PART 2 ENERGY TRANSPORT. Fourier's law and thermal conductivity of materials; Heat transfer and the energy equation; Correlations and data for heat transfer coefficients; Conduction of heat in solids. PART 3: MASS TRANSPORT. Fick's law and diffusion; Diffusion in solids; Mass transfer in fluid systems; Interphase mass transfer.**

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

**Os conteúdos programáticos permitem alcançar de forma directa os objectivos propostos. A teoria apresentada, combinada com a resolução de exemplos práticos de aplicação, permite ao aluno atingir os objectivos da disciplina.**

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

**The work program allows a direct achievement of the objectives proposed. The theoretical courses combined with the resolution of practical engineering exercises allows the student to achieve the proposed objectives.**

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

**O ensino é baseado em aulas teórico-práticas em que a teoria apresentada é usada para resolver problemas práticos de engenharia que envolvem fenómenos de transferência. A avaliação é contínua, com a realização de alguns minitestes e de um exame final. São também propostos semanalmente problemas para resolver em casa.**

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

**The course is based on theoretical-practical classes in which the theoretical knowledge is used to solve practical engineering problems involving transport phenomena. The assessment is made continuously through a few minitests performed during the term and the final exam. Assessment also included homework problems distributed weekly.**

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*A metodologia de ensino, que combina a apresentação da teoria com a sua aplicação prática, permite que o aluno atinja de forma gradual e consistente os objectivos propostos. Para além disso, fomenta-se o trabalho individual por forma a que o aluno assimile o conteúdo programático de forma mais sólida.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*The teaching methodology that combines the presentation of the theoretical fundamentals with their practical use in problem solving allows the student to achieve gradually and consistently the objectives proposed. Besides, the course stimulates individual work in order to allow the student to assimilate knowledge in a solid consistent manner.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer*, J.R. Welty, C.E. Wicks, R.E. Wilson, G. Rorrer, 2001, 4th Edition, Wiley, New York, NY, USA

*Transport Phenomena*, R.B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot, 2002, 2nd Edition, Wiley, New York, NY, USA

MARIA NORBERTA DE PINHO e DUARTE MIGUEL PRAZERES "FUNDAMENTOS DE TRANSFERÊNCIA DE MASSA" IST Press, Lisboa, 2008

**Anexo IV - Operações em Sistemas Multifásicos**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Operações em Sistemas Multifásicos*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Sebastião Manuel Tavares da Silva Alves*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Saber caracterizar sólidos subdivididos. Saber dimensionar e analisar o desempenho de elutriadores, decantadores, filtros, ciclones e leitos fluidizados.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*To master the hydrodynamic behavior of solid-fluid systems. To be able to design and analyse the behaviour settlers, filters, cyclones and fluidised beds .*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Caracterização sistemas subdivididos. Propriedades representativas propriedades médias sistemas subdivididos. Factores forma. Movimento partículas em fluidos. trito forma e superfície. Estado estacionário. Equação de Newton e Stokes. Movimento partículas esféricas e não esféricas. Sedimentação suspensões finas/grossas. Equação Steinour e Robinson. Mét. Richardson/Zaki. Movimento acelerado. Cálculo período transiente. Dimensionamento espessadores, classificadores hidráulicos/elutriadores. Escoamento fluidos meios porosos. Estabelecimento analogias com escoamento fluido conduta. Raio hidráulico. Empacotamentos. Permeabilidade. Porosidade. Equação Darcy Kozeny/Carman. Enchimentos não homogéneos. Método Brownell. Filtração. Bolos compressíveis incompressíveis. Equação geral filtração. Filtração fluxo constante e pressão constante. Tipos filtros. Fluidização. Velocidade mínima fluidização/velocidade de trabalho. Expansão leito. Dimensionamento coluna fluidização. Outras oper. multifásicas. Aplicações à indústria química.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Classification of Solid Particles. Description of Particulate Solids. Flow of Solids through Fluids. Flow of Fluids through Particulate Solids. Settlers. Filtration and filters. Fluidisation and fluidised beds. Other multiphase operations. Industrial applications*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*A coerência demonstra-se confrontando 3.3.4 e 3.3.5.*

**Objectivo 1: saber caracterizar sólidos subdivididos.**

**Conteúdo programático 1: Caracterização de sistemas subdivididos. Propriedades representativas e propriedades médias de sistemas subdivididos. Factores de forma.**

**Objectivo 2.1: Saber dimensionar e analisar o desempenho de elutriadores.**

**Conteúdo programático 2.1: Factores de forma. Movimento de partículas em fluidos. Atrito de forma e de superfície. Estado estacionário. Equação de Newton e de Stokes. Movimento de partículas esféricas e não esféricas.**

**Dimensionamento de elutriadores.**

**Objectivo 2.2: Saber dimensionar e analisar o desempenho de decantadores.**

**Conteúdo programático 2.2: Sedimentação de suspensões finas e grossas. Equação de Steinour e de Robinson.**

**Método de Richardson e Zaki. Dimensionamento de espessadores.**

**Objectivo 2.3: Saber dimensionar e analisar o desempenho de filtros.**

**Conteúdo programático 2.3: Escoamento de fluidos em meios porosos. Permeabilidade. Porosidade. Equação de Darcy, de Kozeny e de Carman. Enchimentos não homogêneos. Método de Brownell. Filtração. Bolos compressíveis e incompressíveis. Equação geral da filtração. Filtração a fluxo constante e a pressão constante. Tipos de filtros.**

**Objectivo 2.4: Saber dimensionar e analisar o desempenho de leitos fluidizados**

**Conteúdo programático 2.4: Fluidização. Velocidade mínima de fluidização e velocidade de trabalho. Expansão do leito.**

**Dimensionamento de uma coluna de fluidização.**

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The program is totally aligned with the objectives to achieve. This can be directly demonstrated by comparing 3.3.4 and 3.3.5 on a point by point basis.*

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

*O ensino desta UC encontra-se repartido por aulas teóricas (2 aulas de 1 h cada) e 1 aula prática de 1,5 h. As aulas teóricas destinam-se à apresentação dos conceitos fundamentais e de técnicas associadas aos processos de caracterização de sólidos divididos, recorrendo sempre que possível a exemplos reais da prática industrial. As aulas práticas são destinadas à aplicação e à consolidação dos conceitos e métodos ministrados nas aulas teóricas, através da resolução de exercícios assistida e respectiva discussão. Avaliação: Exame*

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

*This course is lectured in 2 theoretical 1 h classes and 1 practical class per week. The theoretical classes will be devoted to the presentation of fundamental concepts and technologies associated to the characterization of particulate solids, using real examples from industrial practice. The practical classes are aimed at consolidating the acquired concepts by their application to the resolution of exercises followed by the respective discussion. Assessment Process: Exam*

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

*Os conteúdos teóricos da unidade curricular serão expostos nas aulas e serão, no essencial, aplicados na realização de exercícios baseados em casos práticos.*

*Os estudantes serão motivados a aplicar as competências adquiridas através do estudo à análise de casos concretos que serão apresentados, resolvidos e discutidos nas aulas práticas. A componente teórica combinada com a prática permitirá aos alunos atingir os objectivos propostos.*

*Quer a componente prática, quer a teórica da cadeira são avaliáveis por exame. Avaliação por trabalho seria sempre parcelar e não se justifica.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The theoretical content of the course will be presented in classes and will be applied through the resolution of exercises based on practical industrial cases. The students will be encouraged to apply the acquired competences to the resolution and analysis of real cases that will be discussed in practical classes. The theoretical knowledge acquired in combination with the practical component will allow the students to achieve the proposed objectives.*

*Both the practical and the theoretical components of the subjects can be assessed through exam.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Chemical Engineers' Handbook, Perry/Chilton, 1983, McGraw-Hill, N.Y*

*Chemical Engineering, Coulson e Richardson, 1991, Vol. II (4th Ed.), Pergamon Press, London*

## Anexo IV - Processos de Engenharia Química e Biológica I

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Processos de Engenharia Química e Biológica I*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

**Maria de Lourdes dos Santos Serrano**

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

**<sem resposta>**

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Desenvolver a capacidade de: Interpretar as sequências de operações de reacção e separação constitutivas de um Processo, segundo diagramas de fluxo simples com e sem reciclagens e interpretar as simbologias de representação. Estabelecer, face à produção desejada para um dado Processo, o consumo de matérias-primas, quantificando os subprodutos e impurezas descarregados, bem assim como as quantidades das diferentes substâncias ao longo do processo.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*To develop the ability to: draw and read a process flow-chart including recycle, by-pass and purge and perform a degree-of-freedom analysis of simple units. Calculate, for a given process output, the raw materials consumption and the by-products and impurities discharged, and also the amount of all substances throughout the process.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*I- Introdução aos Cálculos de Engenharia: Unidades e dimensões. Análise dimensional. Os Processos Químicos e Biológicos: Diagrama de blocos, variáveis do processo. II –: Balanços de massa sem reacção química. Análise estrutural de um tanque. Balanços de massa envolvendo gases, vapores, emulsões e suspensões. III- Balanços de massa a processos com reacção. Reacção principal, reagente limitante. Noções de excesso, conversão, rendimento e selectividade. Análise estrutural ao reactor. Balanços aos átomos. Substâncias de ligação. Reciclagem, purga e by-pass. Balanços globais. IV- Balanços de massa a processos c/ separações multifásicos. i) gás-líquido: vaporização, condensação e absorção (leis de Raoult e de Henry). ii) sólido-líquido: cristalizadores, filtros, decantadores, e centrífugas. iii) líquidos imiscíveis e parcialmente miscíveis: os coeficientes de distribuição, diagramas ternários - cálculos gráficos. Operações simples de extracção líquido/líquido e sólido-líquido.*

**3.3.5. Syllabus:**

*I- Introduction to Engineering calculations: Units and dimensions. Dimensional analysis. Chemical and biological processes: Process variables, Flowcharts. II- Mass balances on processes without chemical reaction. Degree-of-freedom analysis of a mixer. Material balances calculations in multiple unit processes involving recycle, bypass and purge. III- Mass balances on processes with chemical reaction: limiting and excess reactants, fractional conversion, selectivity and yield. Degree-of-freedom analysis of a reactor. IV- Mass balances on multiphase separation processes and their Degree-of-freedom analysis. i) Gas-liquid systems: condensation, vaporization and absorption (Raoult and Henry's laws). ii) Solutions: crystallizers, filters, settlers, and centrifuges. iii) Immiscible and partially miscible liquids: distribution coefficients, ternary diagrams - graphical calculations. Simple liquid-liquid and solid-liquid extraction processes.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*No âmbito desta UC pretende-se dotar os alunos de conhecimentos que permitam determinar face à produção desejada de um dado produto num dado Processo, o consumo de matérias-primas, quantificando também os subprodutos e as impurezas descarregadas. Sendo também possível determinar as quantidades das diferentes substâncias que entram e que saem de cada operação que constitui o processo.*

*O processo químico/biológico é constituído por várias operações que vão desde o tratamento físico das matérias primas (por exemplo: peneiração, prensagem), às operações de reacção química (reactor químico) e de separação (precipitação, decantação, centrifugação, filtração, condensação, evaporação, etc) tendo em vista um produto com um adequado grau de pureza.*

*Assim, como se pode constatar os diferentes tópicos que constituem o conteúdo programático desta UC abrangem os conceitos e a metodologia necessária ao estabelecimento dos Balanços de Massa a várias situações (operações específicas) permitindo, determinar as quantidades de matéria que entram e que saem dessas operações, relacionar a quantidade de matéria prima com a quantidade do produto desejado, e o rendimento do processo em causa.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*In the scope of this UC it is intended to provide students with the knowledge necessary to determine raw materials consumption involved in obtaining a certain product, quantifying the by-products and the resulting impurities. It will also be possible to quantify the different input and output substances of each process operation.*

*The chemical/biological process is formed of several operations that range from the physical treatment of raw materials (example: sieving, pressing) to chemical reaction and separation operations (precipitation, decanting, centrifugation, filtration, condensation, evaporation, etc.) aiming to achieve a high purity product.*

*Thus, the different topics studied in this UC include the concepts and the methodology necessary to establish process Mass Balances, allowing quantifying: the matter that circulates in the several operation stages, the raw material, the desired product, and the efficiency of the respective process.*

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

*O ensino desta UC encontra-se repartido por aulas teóricas e aulas práticas. As aulas teóricas destinam-se à apresentação de conceitos e de técnicas adequadas à resolução dos balanços de massa a várias operações, tendo por base uma situação exemplificativa, recorrendo sempre que possível a exemplos reais (mais ou menos simplificados) da prática industrial dos processos químicos/biológicos. As aulas práticas são destinadas à aplicação e à consolidação dos conceitos e métodos ministrados nas aulas teóricas, que serão complementadas com a resolução individual, extra aulas presenciais, de outras situações (casos e problemas) que fazem parte dos Manuais da UC, referidos na bibliografia.*

**Avaliação:** Avaliação contínua (2 testes: 1º teste = 30%; 2º teste = 60% e participação nas aulas práticas=10%) e Exame final

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

*The teaching of this UC is divided into theoretical and practical classes. The lectures are intended to present concepts and techniques appropriate for solving the mass balances of several operations, based on an exemplary situation, using, whenever possible, real examples (more or less simplified) of the industrial chemical processes practice (or biological processes). The practical classes are assigned to the implementation and consolidation of concepts and methods taught in lectures, which will be complemented with individual work, extra classes, applied to other situations (cases and problems) that are part of UC Books, listed in the bibliography.*

**Assessment Process:** Continuous assessment (2 tests: 1st test = 30%, 2nd test = 60%; 3rd - participation in practical classes = 10%) and Final Exam

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

*De acordo com o objectivo desta UC - dotar os alunos da capacidade de: interpretar as sequências de operações de reacção e separação constitutivas de um Processo, segundo diagramas de fluxo simples com e sem reciclagens; estabelecer os balanços de massa que permitem o cálculo do consumo de matérias-primas, quantificando também os sub-produtos e impurezas descarregadas, tendo em vista uma dada produção - é fundamental a resolução de problemas e casos da prática industrial dos Processos Químicos, o que é conseguido através dos ensinamentos das aulas teóricas e práticas. Para cada aula teórica e prática os conteúdos programáticos e os casos/ problemas resolvidos vão sendo expostos na página da disciplina, da Internet (Fénix).*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*According to the objectives of this UC - give the students the ability: to interpret the sequence of separation and reaction operations that constitute the chemical/biological process, through simple flow diagrams with and without recycling and; to use the mass balances equations that allow the calculation of raw materials consumption, quantifying also, the sub-products and the impurities discharged, in order to produce a given product - it is fundamental to solve problems and cases of the industrial practice of the chemical process. This objective is achieved through the teachings of the theoretical and practical lessons. For each lecture and practice the cases / problems solved are exposed on the course internet page (Fénix).*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*•Elementary Principles of Chemical Processes, Felder, R. M.; Rousseau, R.W., 2000, 3rd ed., John Wiley & Sons, N.Y.; Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering, Himmelblau, D. M., 1996, 6th ed., Prentice-Hall Int. Ed., New Jersey;*

*Manual de Processos de Engenharia Química e Biológica I, J.A.L. Santos, M. L. Serrano, M. C. Fernandes, M. F. Rosa, c/ revisão anual - AEIST;*

*Manual de Processos de Engenharia Química I - Teoria e Problemas, M<sup>a</sup>. Fátima Farelo, M<sup>a</sup>. Lurdes Serrano, c/ revisão anual - AEIST;*

*Bioprocess Engineering Principles, P. Doran, 1995, Academic Press*

## Anexo IV - Refinação de Petróleo e Petroquímica

### 3.3.1. Unidade curricular:

## **Refinação de Petróleo e Petroquímica**

### **3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

**Maria Filipa Gomes Ribeiro**

### **3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

**<sem resposta>**

### **3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

**São objectivos da UC, a 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, e em alguns dos principais processos petroquímicos. 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.**

### **3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

**Students must retain basic knowledge about crude oil and all the processing steps in the refining process leading to the several products, basic aspects of technologies currently used in oil refineries and in some main petrochemical processes. They should understand the objectives and the preparation of the different components for the formulation of fuels in accordance with current environmental regulations. The students will also be updated on the great technological and scientific challenges with witch the petroleum industry deals nowadays.**

### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

**Situação energética mundial; Fontes de energia alternativas; Combustíveis limpos: tradicionais baseados em petróleo e sintéticos baseados em gás natural; Petróleos brutos e produtos petrolíferos: composição, caracterização das fracções petrolíferas e da procura e características em diferentes mercados; Evolução e esquemas gerais das refinarias; Perspectivas futuras: Formulação dos diversos combustíveis: especificações; propriedades características; métodos de caracterização. Conversão das várias fracções: produtos pesados; processos térmicos e de hidroconversão; Cracking catalítico; hydrocracking. Síntese dos componentes das gasolinas (reforming catalítico; isomerização; alquilação; aditivos oxigenados); Implicações da legislação ambiental na constituição/operação de refinarias: Processos de hidrotreatamento (HDS, HDA e HDN) e tratamento de gases. Cenário da Petroquímica Mundial. Segmentos da Petroquímica. Produtos petroquímicos básicos. Processos de produção de olefinas e aromáticos.**

### **3.3.5. Syllabus:**

**World energy situation; Alternative energy sources; Clean fuels: traditional fuels from petroleum and synthetic fuels produced from natural gas; Crude oil and petroleum products: composition; fundamental concepts for characterization of petroleum cuts, demand evolution and characteristics required in different markets; Evolution and schematic diagrams of refineries; Future perspectives for refineries; formulation (or blending) of main fuels; fuel specifications; properties; characterization methods. Conversion processes of different petroleum cuts. Conversion of heavy products: coking, thermal processes and hydroconversion; catalytic cracking; hydrocracking; processes for synthesis of components for gasoline blending (catalytic reforming; isomerization; alkylation; oxygenated additives). Hydrotreating Processes (HDS, HAD and HDN); Sweetning processes. World petrochemical outlook;. Basic petrochemical products, Processes to produce olefins. Processes for production of aromatics (BTX).**

### **3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

**Através do conteúdo programático definido para esta disciplina será possível dar um conhecimento o mais aprofundado possível da realidade da indústria petrolífera e petroquímica, do ponto de vista científico e técnico e uma perspectiva ampla e integrada dos problemas técnicos, económicos e ambientais do campo da refinação de petróleo e petroquímica, onde é significativa a participação do Engenheiro. O facto de se enquadrarem conteúdos relacionados com perspectivas futuras para as Refinarias tornará igualmente possível promover a discussão sobre a problemática energética e as diferentes opções energéticas alternativas ao petróleo e seus derivados.**

### **3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

**Through the syllabus defined for this UC, it will be possible to convey a deep knowledge of the reality of the refining and petrochemical industry, both from the scientific and technical points of view and a broad and integrated perspective of the technical, economic and environmental problems of oil refining and petrochemical, where the participation of Engineers is relevant. The presentation of contents related with the future perspectives for refineries, will rend equally possible to promote the discussion about energy and about the different energetic alternatives to oil and its derivatives.**

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

**A metodologia seguida nesta disciplina obedece aos seguintes vectores:**

**As aulas são teórico-práticas, efectuando-se uma exposição teórica acompanhada de exemplos práticos colhidos das diversas refinarias instaladas pelo mundo.**

**Algumas das aulas poderão ser utilizadas para palestras dadas por industriais ou especialistas convidados sobre temas de interesse da área.**

**Os grupos de alunos (dois a três) escolhem livremente, temas de seminário que apresentarão nas aulas com o objectivo de complementar tópicos abordadas com menos detalhe nas aulas.**

**Visitas de estudo a unidades existentes nas Refinarias de Sines ou Matosinhos e a outras ligadas à indústria petroquímica (Repsol, Fábrica de aromáticos) para estabelecer contacto com as instalações/equipamentos e produtos.**

**A avaliação de conhecimentos envolverá a realização de um teste (50% da nota final) e seminários e participação alunos nas aulas e visitas de estudo (50% da nota final).**

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

**The methodology followed in this discipline obeys the following issues:**

**Lessons are theoretical and practical. The theoretical presentation is accompanied by practical examples related with different refineries installed all over the world.**

**Some classes will be used for presentations by invited industrialists or specialists in specific areas.**

**Groups of two or three students will freely choose topics for seminars that will be presented in class, covering topics studied in less detail.**

**Visits to some existing units in the refineries of Sines or Matosinhos or other units of the petrochemical industry (Repsol, Aromatics Plant), with the objective of establishing contacts with the installations/equipment and products will be carried out.**

**Evaluation will involve the accomplishment of a test and seminars carried out by students. The test will contribute to 50% in the final note. Remaining 50% will correspond to the note of the seminar and the participation of students in classes and visits.**

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

**Esta unidade curricular orienta-se para a compreensão das diferentes etapas da transformação do Petróleo Bruto, os aspectos básicos das tecnologias utilizadas correntemente nas refinarias de petróleo, os combustíveis actuais e as perspectivas futuras.**

**Assim, a metodologia pedagógica aplicada é complementada do seguinte modo:**

**- Os alunos são convidados e motivados a participar nas aulas. A componente prática será encarada através da participação dos alunos na recolha de informações, discussão de temas e apresentação de seminários.**

**- Os temas dos seminários podem abranger alguns módulos dos conteúdos programáticos previamente estabelecidos com o docente, tendo sempre como objectivo complementar algumas das partes que não foram abordadas com suficiente detalhe nas aulas teóricas. Serão incentivados alguns temas relacionados com as perspectivas futuras de utilização de novas fontes de energia e novos combustíveis, novas tecnologias, ou ainda questões ligadas com problemas de impacto ambiental e segurança das refinarias.**

**- As visitas de estudo a realizar à Refinaria de Sines ou Matosinhos e a outras unidades ligadas à indústria petroquímica complementarão a componente prática da disciplina. Estas visitas são realizadas somente após terem sido focados nas aulas teóricas os vários temas ligados com a configuração dos complexos industriais e as principais unidades processuais neles existentes.**

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

**This curricular unit is oriented for the understanding of the different stages of the transformation of oil, including the basic aspects of the technologies currently used in oil refineries, actual fuels and future perspectives.**

**Thus, the applied pedagogical methodology is complemented in the following way:**

**- Students are invited and motivated to participate in the courses. The practical component will be organised through the participation of the students by gathering information, subject's discussion and presentation of seminars.**

**- Seminars subjects can always include some modules of program contents previously established with the teacher, with the objective of complementing some of the parts that had not been approached with enough detail in the theoretical courses. Some subjects related with the future perspectives of use of new energy sources and new fuels will be stimulated, as well as new technologies or still issues related with environmental impact and security of refineries.**

**- Study visits to be carried out to the refineries of Sines or Matosinhos or to other units at the petrochemical industry, will complement the practical component of the discipline. These visits are only carried out after a careful preparation during theoretical lessons, focused on subjects like the configuration of the industrial complexes and the main existing process units.**

### 3.3.9. Bibliografia principal:

**- C.S. Hsu and P.R. Robinson Eds." Practical Advances in Petroleum Processing" Vol 1, Springer, 2006**

**- J. H. Gary, G. E. Handwerk, M. J. Kaiser, "Petroleum Refining Technology and Economics", Fifth Edition, CRC Press-Taylor & Francis, 2007**

**- J. P. Wauquier, "Petroleum Refining - Volume 1. Crude Oil Petroleum Products, Process Flowsheets", Editions Technip, 1995**



- J. P. Wauquier, "Petroleum Refining - Volume 2. Separation Processes", Éditions Technip, 2000
- P. Leprince, "Petroleum Refining. Volume 3. Conversion Processes", Éditions Technip, 2001
- R. A. Meyers, "Handbook of Petroleum Refining Processes, McGraw-Hill, 3rd edition, 2004

#### Anexo IV - Valorização Energética de Resíduos

##### 3.3.1. Unidade curricular:

*Valorização Energética de Resíduos*

##### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Francisco Manuel da Silva Lemos*

##### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

##### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Fornecer aos estudantes conhecimentos e informação actualizadas sobre a ciência e a tecnologia por trás da valorização da energia contida em resíduos perigosos ou não perigosos. Esta Unidade Curricular será coordenada com a Unidade Curricular sobre "Combustíveis Alternativos".*

##### 3.3.4. Intended 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. This course will be interlinked with the course on "Alternative Fuels".*

##### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Principais características dos diferentes tipos de resíduos, caracterização física, química e biológica, ferramentas para a gestão de resíduos, incluindo reciclagem e reutilização. Tratamento de resíduos sólidos para produzir um combustível recuperado com características uniformes. Tecnologias padrão e avançadas\* para recuperar energia de resíduos.*

*Produção de combustíveis com elevado teor em biomassa (incluindo resíduos com elevados teores de água); técnicas de secagem para a produção de combustíveis sólidos. Produção de combustíveis líquidos a partir de resíduos – pirólise térmica e catalítica de diferentes tipos de resíduos para obtenção de combustíveis líquidos.*

*Produção de combustíveis gasosos a partir de resíduos–introdução a aspectos que não sejam cobertos na UC de "Combustíveis Alternativos".*

*\*este tópico inclui aspectos como a utilização directa de resíduos para incineração ou co-incineração, alternativas para limpeza de gases de forma a obedecer às regulamentações ambientais.*

##### 3.3.5. Syllabus:

*Main issues on the different types of wastes and physical, chemical and biological characterization and management tools including recycling and reuse, either directly or by chemical processing. Treatment of solid wastes to produce a uniform recovered fuel. Standard and advanced technologies\* to recover energy from wastes.*

*Production of fuels with high biomass content; special issues concerning wastes with high water content and drying techniques for the production of solid fuels. Production of liquid fuels from wastes – thermal and catalytic pyrolysis of various types of wastes; thermal and catalytic degradation of plastic wastes to obtain liquid fuels.*

*Production of gaseous fuels from wastes – introduction to aspects not covered in the "Alternative Fuels" course.*

*\* this topic will include issues like the direct use of wastes by incineration or co-incineration including waste to Energy in the Mass Burning Incinerators; cleaning alternatives to comply with environmental.*

##### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*O principal objectivo desta Unidade Curricular é fornecer aos estudantes conhecimentos e informação actualizadas sobre a ciência e a tecnologia por trás da valorização da energia contida em resíduos perigosos ou não perigosos e, para esse fim, o curso incluirá um conjunto de aulas teóricas e práticas, dadas por investigadores e operadores no mercado com experiência nos respectivos domínios, em ciência e tecnologia de ponta nos tópicos abarcados pelo programa, utilizando referências bibliográficas de grande actualidade. Será feita uma análise detalhada dos vários tipos de resíduos e de possibilidade de os converter no sentido de produzir uma variedade de combustíveis líquidos e*

*gasosos que podem ser usados como complementos dos combustíveis fósseis ou alternativos.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The main objective of this course is 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 and to that effect the course will comprise a series of lectures, given by different researchers and market players with expertise in the respective fields, on cutting edge science and technology covering all the topics in the programme and using recent literature references. The analysis of the different kinds of waste and the possibility of converting them for the production of a variety of liquid and gaseous fuels, which can be used as complements to fossil or alternative fuels, will be made in detail.*

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

*Metodologias de Ensino:*

*3 h de teóricas + 1,5 h de práticas/laboratório.*

*O curso irá integral um conjunto de sessões teóricas acompanhadas de aulas para resolução de problemas.*

*Trabalhos (100%)*

*Avaliação:*

*Os alunos serão avaliados por meio de um trabalho monográfico sobre um assunto directamente relacionado com os temas abordados ao longo do curso. O trabalho monográfico será sujeito a uma apresentação pública com discussão.*

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

*Teaching Methodologies:*

*3 h Theoretical course + 1,5 h practical/laboratory.*

*The course will comprise a set of lectures accompanied by problem solving classes.*

*Monographic Work (100%)*

*Evaluation:*

*The students will be evaluated by means of a monographic work on a subject directly related to the themes address in the course. The monographic work will be subject to a public presentation and discussion*

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

*A metodologia utilizada nesta Unidade Curricular inclui aulas teóricas por especialistas nas diferentes áreas cobertas pelo programa bem como sessões para resolução de problemas e análise de casos de estudo. Os alunos serão incentivados a estudar de forma mais aprofundada alguns dos tópicos abordados no programa e a avaliação será feita por um trabalho monográfico onde o estudante terá de desenvolver uma análise aprofundada de um dos tópicos. Também está previsto o envolvimento de um docente do Departamento de Engenharia Mecânica em tópicos relacionados com a combustão e algumas aulas específicas sobre a valorização energética de resíduos serão leccionadas por operadores Europeus com unidades em operação em Portugal, complementadas com visitas técnicas. Susete dias é também a coordenadora Portuguesa do Comité da rede de Normalização Europeia de Combustíveis Recuperados a partir de Sólidos e de Biocombustíveis Sólidos, colaborando com os mais importantes operadores no Mercado Português.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The methodology involved will include lectures by specialists in the different fields covered in the programme as well as sessions for problem solving and case studying. The students will also be motivated to study in more depth some of the issues that are undertaken in the programme content and the evaluation will be carried-out by a monographic work where the students will provide an in-depth analysis of one of the topics.*

*It is also envisaged the collaboration of someone from the Mechanical Engineering Department on topics related to combustion and specific class on wastes energy valorisation given by European player operating plants in Portugal, along with technical visits.*

*Susete Dias is also the Portuguese leader in the European Normalization Committee Network of Solid Recovered Fuels and Solid Biofuels in cooperation with the most important players in the Portuguese Market.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*A. Tucker, **Plastics Wastes: Feedstock Recycling, Chemical Recycling and Incineration** (Rapra Review Reports) (2002) Smithers Rapra Press.*

*L. Tiikma, **Utilization of Plastic Wastes with Oil Shale: Basics, Methods, Composition** (2010) LAP Lambert Academic Publishing.*

*J. Aguado, D.P. Serrano, **Feedstock Recycling of Plastic Wastes** (RSC Clean Technology Monographs) (1999) Royal Society of Chemistry.*

*J. Scheirs, W. Kaminsky, **Feedstock Recycling and Pyrolysis of Waste Plastics: Converting Waste Plastics into Diesel and Other Fuels** (Wiley Series in Polymer Science), (2006) Wiley-Blackwell.*

*G.C. Young, **Municipal Solid Waste to Energy Conversion Processes: Economic, Technical, and Renewable Comparisons** (2010) Wiley-Blackwell*

## Anexo IV - Segurança e Higiene Industrial

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Segurança e Higiene Industrial*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Maria Fernanda do Nascimento Neves de Carvalho*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Saber identificar os perigos associado às substâncias e operações utilizadas na indústria, particularmente na indústria química. Ter noções de como avaliar os riscos industriais. Ter noções de como planejar a prevenção face à utilização, armazenamento ou transporte de substâncias perigosas tanto a nível de protecção pessoal como a nível de acidentes industriais. Ter noções de como planejar a emergência.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*It is expected that the student acquires the tools to identify dangerous substances and operations in chemical industry and get the perception of their risk. Introductory notions of risk assessment in order to foresee actions to prevent risks associated with operations such as manufacturing, transportation and storage of chemical substances. Have notions of good practices and hygiene at the workplace. Learn with industrial accidents and be aware of international (Seveso Directives) and national legislation. Have basic notions of how to plan emergency.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Perspectiva de segurança industrial. Identificação de perigos: físicos, químicos e biológicos. Ficha de segurança. Riscos químicos: avaliação das consequências da exposição a substâncias químicas. Cinética de eliminação; tempo de semi-vida. Valores limite de exposição e segurança no local de trabalho. Perspectiva de higiene industrial. Sistema global harmonizado de classificação de substâncias perigosas - REACH. Perigos biológicos: identificação e avaliação. Ventilação, extracção e controlo da qualidade do ar no local de trabalho. Riscos não químicos: ruído, vibrações, radiações, ergonómicos, stress, etc). Risco no transporte de matérias perigosas. Prevenção de acidentes industriais graves: Directivas Seveso. Equipamentos de segurança. Selecção de equipamentos de protecção. Resíduos industriais perigosos. Gestão da segurança: prevenção e emergência. Avaliação e medidas de controlo do risco: introdução aos modelos de avaliação de risco. Emergência química: plano de emergência.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Introduction to industrial safety. Hazardous substances and dangerous operations. Identification of physical, chemical and biological hazards. Symbols for chemical hazards. Material safety data sheets. Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS): Legal Instruments and Recommendations. REACH application. Transport of dangerous materials. Exposure to chemical substances: Dose. Threshold limit values and safety at the workplace. Effects of exposure: Elimination kinetics; half-life time. Ventilation, extraction and quality of the air at the workplace. Introduction to industrial hygiene: good-practices. Other industrial risks: noise, vibrations, radiation, ergonomics, stress, etc. Risks in the transportation of chemicals. Prevention of industrial accidents: Seveso Directives. Industrial wastes: human and environmental safety. Risk assessment and control of industrial hazards. Chemical emergency: emergency plane.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Há dois aspectos essenciais na segurança industrial: a prevenção e a emergência. A prevenção baseia-se na identificação dos perigos inerentes às operações, às substâncias e às características estruturais da unidade industrial e verificação dos procedimentos operacionais. Esta identificação permite a valoração dos riscos e a proposta de planos de acção com vista à segurança de pessoas e bens. Os princípios básicos da gestão do risco industrial são leccionados com este objectivo. Para além dos aspectos fundamentais da segurança, as boas práticas operatórias proporcionam condições de saúde e bem estar do trabalhador que são essenciais ao bom desempenho e à segurança geral.*

*Tendo em conta as linhas estratégicas de identificação dos factores de risco e promoção de meios e procedimentos de segurança os conteúdos programáticos da disciplina de SHI visam identificar os parâmetros que determinam a perigosidade das substâncias e operações industriais, afluindo matérias como incompatibilidade, toxicidade, incêndio, explosão e ainda armazenamento, transporte ou equipamentos de segurança com vista à segurança estrutural e de processos.*

*No que respeita à emergência e mitigação de acidentes são leccionadas as linhas gerais dos planos de emergência e descontaminação.*

*O enquadramento legal das matérias faz a ponte entre o conhecimento académico e a sua aplicação industrial.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*Industrial safety has two main aspects: prevention and emergency. Prevention is based in hazards identification and evaluation of the risks concerning the characteristics of the substances (toxicity, flammability, reactivity), the industrial processes from manipulation to storage or carriage, the safety equipments and the technical procedures. Risk assessment procedures are taught considering particular aspects of the substances and industrial operations aiming at knowledge of the main aspects of risk assessment and management.*

*Relevant aspects of the emergency and decontamination plans are taught considering the mitigation and reduction of the effects of inevitable accidents.*

*In order to prepare the integration of the academic safety topics in the society an insight is made in the laws that rule safety in industry in Portugal and EC.*

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

*Teste 40% + Monografia (30%) + Seminário (30%)*

*A nota do teste não poderá ser inferior a 9 valores.*

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

*Test 40% + Written monography(30%) + Seminar (30%)*

*The minimum grade for the test is 9.*

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

*A apresentação da maioria dos tópicos é acompanhada por exemplos reais , incluindo pequenos filmes ou demonstrada através de casos de estudo sendo os alunos desafiados a ter um papel activo na apresentação desses casos de estudo em seminários em que de forma crítica aplicam os conhecimentos adquiridos.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The topics are mostly taught through examples including small films or demonstrated by study of cases in which the students are asked to participate through the presentation of seminars. These seminars aim at the development of a critical look on aspects that may be optimized to increase safety.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*F.P. Lees, Loss Prevention in the Process Industries (3 vols.), Butterworths Londres 1986*

*D.A. Crowl, J.F. Louvar, Chemical Process Safety, 2ª Ed., Prentice Hall International Series- Physical and Chemical Engineering Sciences, 2002*

*P.A. Carson & C.J. Mumford, The Safe Handling of Chemicals in Industry, Vol. 3, Longman Group Ltd. 1996*

*J.R. Welker, C. Springe, Safety, Health, and Loss Prevention in Chemical Processes, The Centre for Chemical Process Safety of the American Inst of Chem Eng, New York, 1990*

*G.J. Hathaway, N.H. Proctor, J. P. Hughes, Chemical Hazards of the Workplace, 4º Ed., Van Nostrand Reinhold, 1996*

*R. Friedman, Principles of Fire Protection Chemistry, NFPA, MA, EUA, 1989*

*A.S. S. R. Miguel, Manual de Higiene e Segurança do Trabalho (9ª Ed.)Porto, 2006*

*R.E. Sanders, Chemical process Safety, Butterworth-Heinemann, USA, 1999*

*<http://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang--en/index.htm>*

*<http://www.cdc.gov/niosh/database.html#resp>*

*<http://ec.europa.eu/>*

## Anexo IV - Termodinâmica Química

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Termodinâmica Química*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

**Anabela Catarino Fernandes**

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Os alunos deverão ter capacidade para articular a análise microscópica e macroscópica. Deverão poder calcular a variação das propriedades termodinâmicas no decurso de diferentes transformações e de analisar quantitativamente o equilíbrio químico e o equilíbrio de fases.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*Introduction of concepts and methodologies central to the study of Chemical Thermodynamics. The syllabus will emphasize both macroscopical (classical thermodynamics) and molecular (statistical thermodynamics) perspectives of the subject.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Lei zero. Equação de estado dos gases perfeitos. Misturas: Lei de Dalton.*

*Primeira lei. Processos isotérmicos e adiabáticos. Entalpia. Capacidades caloríficas.*

*Termoquímica: temperatura teórica de chama. Calorimetria.*

*Segunda lei. A máquina de Carnot. Eficiência térmica.*

*Terceira lei.*

*Equações fundamentais. Energias de Helmholtz e Gibbs. Relações de Maxwell. Equações de Gibbs-Helmholtz e de Gibbs-Duhem. Potencial químico. Fugacidade. Equações de estado de gases reais. Princípio dos estados correspondentes. Factor acêntrico de Pitzer.*

*Equações de estado de misturas gasosas reais. Regra de Lewis-Randall.*

*Equilíbrio químico.*

*Diagramas de fases de componentes puros. Equação de Clausius-Clapeyron.*

*Soluções ideais. Leis de Raoult e Henry. Cálculo do equilíbrio de fases. Propriedades coligativas.*

*Soluções reais. Funções de excesso. Actividade. Azeotropia.*

*Critério de miscibilidade. Lei de Nernst.*

*Diagramas de fases: líquido-vapor, líquido-líquido, sólido-líquido.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Zeroth law. Ideal gas equation of state. Mixtures. Dalton's law.*

*First law. Adiabatic /isothermal processes. Enthalpy. Heat capacities.*

*Thermochemistry. Theoretical flame temperature. Calorimetry.*

*Second law. Carnot heat engine. Thermal efficiency.*

*Third law.*

*Fundamental equations. Gibbs and Helmholtz energies. Maxwell relations. Gibbs-Helmholtz and Gibbs-Duhem equations. Chemical potential. Fugacity.*

*Equations of state of real gases. The corresponding states principle. Pitzer acentric factor.*

*Equations of state for non ideal gas mixtures. Lewis-Randall rule.*

*Chemical reaction equilibrium. Le Chatelier principle.*

*Phase diagrams of pure components. Clausius-Clapeyron equation.*

*Ideal solutions. Raoult and Henry's laws. Phase equilibria calculations. Colligative properties.*

*Non-ideal solutions. Excess functions. Activity. Azeotropy.*

*Miscibility criteria. Nernst law.*

*Phase diagrams: liquid/vapor, liquid/liquid and solid/liquid.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*O programa acima apresentado é leccionado ao 2ºano das licenciaturas de Engª Química e Engª Biológica e abrange um conjunto de tópicos introdutórios à Termodinâmica Química. Os princípios fundamentais da termodinâmica, a calorimetria, equações de estado e o equilíbrio de fases de substâncias puras e misturas binárias (líquido/vapor, líquido/líquido e sólido /líquido são tópicos abordados nesta disciplina. O facto de ser uma disciplina introdutória à Termodinâmica Química, é bastante adequada para nivelar o conhecimento dos alunos candidatos ao Mestrado, oriundos de várias instituições e diferentes áreas e por isso com conhecimentos base diversificados.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The program, presented above, is lectured to the 2nd year of Chemical and Biological Engineering and involves a set of topics introductory to Chemical Thermodynamics. The fundamental principles of thermodynamics, calorimetry, equations of state and phase equilibria (liquid/vapor), liquid/liquid and solid/liquid) of pure substances and binary*

*mixtures are topics taught in this discipline. As an introductory class, Chemical Thermodynamics is a suitable discipline to level the knowledge of the large diversity of MSc candidates, coming from different institutions and different backgrounds.*

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

*Duas aulas teórico-práticas semanais de 1,5 h e uma aula prática de 1,5 h, para resolução de problemas e esclarecimento de dúvidas.*

*Avaliação final: Exame final*

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

*Two theoretical classes (1.5 h x2) per week and one tutorial class (1.5 h) per week, to solve problems and discuss the topics taught in the theoretical classes.*

*Assessment Process: Final exam*

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

*A existência de 2 aulas teóricas semanais de 1,5 h e de 1 aula prática de 1,5 h, para resolução de problemas tem-se revelado adequada quando a disciplina é leccionada ao 2º ano destas licenciaturas.*

*Sendo o público-alvo alunos com alguma formação prévia e sendo o objectivo do curso a harmonização dos conhecimentos dos alunos, a avaliação por exame final é a mais adequada. O sucesso da aprendizagem está no entanto directamente relacionado com um acompanhamento regular da matéria, sendo o estudo individual e a prática na resolução de problemas, essenciais para que os objectivos da unidade curricular sejam atingidos.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The existence, per week, of two theoretical classes (1.5 h) and one tutorial class (1.5 h), to practice and solve problems has shown to be adequate, when the discipline is taught to the 2nd year of Chemical and Biological Engineering courses.*

*Considering that the MSc candidates must have some previous formation in this field, and being the objective the course the harmonization of the students knowledge, the evaluation through a final exam seems to be adequate. However, it should be stressed that, the success of the discipline is directly related with a close follow up of classes, being the individual study and the practice in problem solving of fundamental importance to achieve the objectives of this curricular unit.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Termodinâmica Aplicada, 3ª. Ed., Escolar Editora, Edmundo Gomes de Azevedo, 2011, 3ª. Ed., Escolar Editora*

*Physical Chemistry, R. J. Silbey, R. A. Alberty, M. G. Bawendi, 2005, 4ª. Ed., John Wiley & Sons*

**Anexo IV - Desafios Ambientais e da Sustentabilidade em Engenharia**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Desafios Ambientais e da Sustentabilidade em Engenharia*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Maria do Rosário Sintra de Almeida Partidário*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A disciplina irá introduzir a dimensão ambiental e de sustentabilidade num contexto de desenvolvimento na formação em Engenharia. Pretende assim assegurar a sensibilização dos alunos e iniciar os fundamentos que criem condições propícias à integração das dimensões ambiental e de sustentabilidade nas competências do engenheiro.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*The course will introduce the environment and sustainability dimensions in a development context within the engineering competences. The purpose is to ensure engineering students' awareness on environment and sustainability stewardship, introducing the basic concepts and challenges that will facilitate future integrated development processes and decision-making in engineering.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Problemática ambiental, desafios e oportunidades num contexto de sustentabilidade*
2. *Mudanças globais, ambiente, e desenvolvimento: alterações climáticas, biodiversidade e desertificação, recursos naturais (água e solo), energia e desenvolvimento urbano.*
3. *Ambiente como factor de competitividade e de inovação.*
4. *Valores ambientais e participação da sociedade civil.*
5. *Desafios e oportunidades ambientais em Engenharia.*
6. *Estratégias e soluções ambientais proactivas - oportunidades de integração e inovação, na escolha do sítio, dos materiais, e na concepção, construção e operação/exploração de projectos de engenharia.*

### 3.3.5. Syllabus:

1. *Environmental problems, challenges and opportunities in a sustainability context.*
2. *Global changes, environment and development: climate changes, biodiversity and desertification, natural resources (water and soil), energy and urban development.*
3. *The environment as a key factor in competitiveness and innovation.*
4. *Environmental values and public engagement.*
5. *Environmental challenges and opportunities in engineering.*
6. *Environmental strategies and proactive problem-solving approaches ? opportunities for integration and innovation in engineering projects regarding site selection, construction materials, conception, building and operation/implementation*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos propostos destinam-se a proporcionar uma primeira perspectiva global dos problemas e desafios de sustentabilidade, seguidos de análise específica de determinados temas considerados mais relevantes para a actividade de engenharia, incluindo: as alterações climáticas e a sua relevância no contexto da gestão dos recursos hídricos, a biodiversidade e os serviços dos ecossistemas, os valores sociais e o envolvimento de actores, as questões de energia e de construção sustentável. Termina-se com uma abordagem aos principais instrumentos que podem contribuir para soluções com vista à sustentabilidade.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The proposed contents for this course aim to provide, at first, a global perspective on challenges for sustainability, followed by the specific analysis of certain themes that are relevant for the engineering activity, including: climate change and its relevance in the context of water resources management, biodiversity and ecosystem services, social values and stakeholders engagement, the issue of energy and sustainable building. The course closes with an approach to the key instruments that can contribute solutions for sustainability pathways.*

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

*Avaliação por trabalhos individuais ou exame.*

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

*Individual work or exam.*

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

*O tempo dedicado a este curso não permite solicitar mais do que um simples exame.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The time dedicated to this course is so reduced that only a simple exam can be required*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Living in the Environment , G.T. Miller, 2005, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California*  
*Ecosystems and Human Well-Being ? synthesis report, and Ecosystems and , Millenium Ecosystem Assessment, 2005, World Resources Institute / Island Press, Washington D.C.*  
*Ambiente e Construção Sustentável , Pinheiro, M. D. (Cons. Cient.: Correia, F.N., Branco, F., Guedes M.C., 2006, Instituto do Ambiente*

## Anexo IV - Conforto Ambiental em Edifícios

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Conforto Ambiental em Edifícios*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

***Maria da Glória de Almeida Gomes***

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

***<sem resposta>***

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

***Aprendizagem das normas e regulamentação em vigor nos domínios do conforto térmico, conforto acústico e qualidade do ar interior, e aquisição de experiência de projecto nestes domínios.***

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

***To introduce students to standards and building codes in the fields of thermal comfort, acoustic comfort and indoor air quality. To provide students with experience on meeting the building indoor comfort requirements given by the applicable legislation.***

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

***Exigências de conforto térmico: Regulamentação e normas aplicáveis ao projecto de verificação térmica de edifícios; Requisitos mínimos de qualidade térmica dos edifícios; Limitação das 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.***

***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***

**3.3.5. Syllabus:**

***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.***

***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.***

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

***De forma a responder aos objectivos propostos, no conteúdo programático são abordadas as exigências, as formas de avaliação e a regulamentação aplicável ao dimensionamento dos elementos da envolvente que condicionam o conforto interior dos edifícios, nomeadamente nos domínios da térmica, acústica e qualidade do ar. Neste âmbito são também apresentadas as soluções construtivas que melhor se adaptam à satisfação dos diferentes requisitos numa perspectiva integrada de projecto.***

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

***To satisfy the objectives of the course, the programme above described covers comfort requirements, evaluation methods and building codes in the field of indoor comfort, namely in the thermal, acoustical and air quality domains. In this context, the construction solutions that better accomplish the different requirements are presented under an integrated design perspective.***

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

***Aulas de exposição teórica dos diferentes temas complementadas com aulas de aplicação prática dos conhecimentos transmitidos. Avaliação na forma de trabalho prático de grupo (70%) sobre o caso de estudo a realizar durante o semestre e exame teórico individual (30%) no final do semestre. A nota mínima do trabalho é 9,5 valores. A nota mínima do exame é 9,5 valores. O exame será resolvido com consulta de regulamentos e normas.***

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

***Theoretical lectures covering the different subjects and complementary lectures to develop the practical component of***



*the course. Students evaluation composed of a case study (70%) carried out by groups of students during the semester and individual theoretical examination (30%) carried out in the end of the semester. 9,5 out of 20 is compulsory at both the monograph and final exam. Regulations and standards are allowed at the final exam.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*De forma a atingir os objectivos propostos, a metodologia de ensino divide-se em duas partes que se complementam: uma primeira parte em que se introduz, por ordem de abordagem dos temas, os fundamentos teóricos em que assentam esses temas e as correspondentes disposições regulamentares; uma segunda parte dedicada à implementação prática dos conhecimentos transmitidos na forma de um trabalho com características de projecto. Coerentemente com esta metodologia de ensino, o sistema de avaliação, tal como é proposto, pondera o grau de aprendizagem nas duas componentes: teórica e prática.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*In order to attain the proposed objectives, the teaching methodology is divided into two complementary parts: a first one, in which the theoretical principles and standard guidelines related to the different subjects are introduced; a second one that is devoted to the practical implementation of theoretical knowledge using a case study. In accordance to this, students are evaluated on the basis of the theoretical and practical components of the course.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Climatização em Edifícios. Envolvente e Comportamento Térmico, CANHA DA PIEDADE, A.; MORET RODRIGUES, A.; RORIZ, L.F, 2003, Edições Orion, ISBN 972-8620-00-4, Amadora*  
*Ventilation et Qualité de l'Air dans l'Habitat, COHAS, Michel, 1996, Les Editions Parisiennes, ISBN 2862430404*  
*Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios, Porto Editora, 2004, Colecção Regulamentos, N° 1, ISBN 972-0-06801-9*  
*Ventilação e evacuação dos produtos da combustão dos locais com aparelhos a gás, INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE (IPQ), 2002, NP 1037-1*  
*Acústica nos edifícios, Edição de autor, 2ª Edição, PATRÍCIO, Jorge, 2004, ISBN: 972-9025-21-5, Lisboa*  
*Regulamento Geral sobre o Ruído, Porto Editora, 2004, Colecção Regulamentos, N° 7, ISBN 972-0-01173-3*  
*Ventilação Natural de Edifícios de Habitação, VIEGAS, João, 1996, Colecção Edifícios, N° 4, Série Conforto Ambiental, ISBN 972-49-1671-5*  
*Térmica de edifícios, A. Moret Rodrigues; A. Canha da Piedade; Ana Marta Braga, 2009, ISBN 978-972-8620-13-4*

**Anexo IV - Dinâmica Estrutural e Engenharia Sísmica**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Dinâmica Estrutural e Engenharia Sísmica*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Mário Manuel Paisana dos Santos Lopes*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Determinar a resposta de sistemas estruturais sujeitos a acções dinâmicas. Abordar casos com complexidade crescente, em termos do número de graus de liberdade e da natureza da acção. Resposta de sistemas de graus de liberdade singular a múltiplos, sujeitos a acções dinâmicas (forças aplicadas ou movimentos na base). Verificar critérios de desempenho, estruturais e não estruturais. Dimensionamento das estruturas, articulado na concepção sismo-resistente das estruturas e na verificação de segurança à luz dos códigos aplicáveis. Perceber os fundamentos da sismologia e do risco sísmico.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*Compute the response of structural systems when subjected to dynamic actions. Focus on growingly complex problems, in terms of the number of degrees-of-freedom and in terms of the nature of the time-varying actions. Single and multi degree-of freedom systems response, subjected to time-varying actions (applied forces or base motion input). Performance-based checks, both in structural and non-structural effects. Earthquake-resistant layout and design of structures, expressed in applicable codes of practice. Understanding of the foundations of seismology and earthquake hazard.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Dinâmica osciladores lineares de 1 grau de liberdade**
  - 1.1. Resposta em regime livre e regime forçado
  - 1.2. Cálculo da resposta a uma acção dinâmica com base no Integral de Duhamel.
  - 1.3. Resposta a um movimento do solo. Noção espectro de resposta
  - 1.4. Análise da resposta domínio da frequência.
- 2. Dinâmica de osciladores lineares com vários graus de liberdade**
  - 2.1. Equação equilíbrio dinâmico
  - 2.2. Determinação de frequências e modos vibração
  - 2.3. Método Rayleigh
  - 2.4. Análise modal
    - 2.4.1. Condições ortogonalidade
    - 2.4.2. Equações coordenadas modais
    - 2.4.3. Resposta regime livre
    - 2.4.4. Resposta forças aplicadas
    - 2.4.5. Resposta acções sísmicas
    - 2.4.6. Análise sísmica por espectro de resposta
- 3. Análise dinâmica por integração no tempo. Amortecimento de Rayleigh**
- 4. Introdução à dinâmica estocástica. Conceito de espectro de potência**
- 5. Concepção estrutural sismo-resistente e regulamentação**
- 6. Conceitos gerais de sismicidade e risco sísmico**
  - 6.1. Sismicidade de Portugal
  - 6.2. Noção de Risco Sísmico

**3.3.5. Syllabus:**

- 1. Dynamic of one degree of freedom systems**
  - 1.1. Free vibrations and forced vibrations
  - 1.2. Dynamic analysis with. Duhamel integral .
  - 1.3. Response to a ground motion. Response spectra definition
  - 1.4. Response analysis in the frequency domain
- 2. Dynamic of multi degree of freedom systems**
  - 2.1. Equation of dynamic equilibrium
  - 2.2. Analysis of frequency and vibration modes shape
  - 2.3. Rayleigh method
  - 2.4. Modal analysis
    - 2.4.1. Orthogonality conditions
    - 2.4.2. Normal coordinates
    - 2.4.3. Free vibrations
    - 2.4.4. Forced vibrations
    - 2.4.5. Seismic actions
    - 2.4.6. Response spectrum analysis
- 3. Dynamic analysis using time integration methods. Rayleigh damping.**
- 4. Introduction to Dynamic stochastic. Power spectra definition**
- 5. Design of earthquake resistant structures and codes**
- 6. Seismic risk and hazard concepts**
  - 6.1. Seismicity of Portugal
  - 6.2. Seismic risk

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Os conteúdos programáticos respondem directamente aos objectivos da unidade curricular. As bases de análise dinâmica e análise sísmica dão-se pela seguinte sequência: no início dão-se os conhecimentos sobre análise dinâmica de um grau de liberdade sujeitos a acções sinusoidais, periódicas e não periódicas. Explica-se o conceito de espectro de resposta como modelação dos efeitos de acções sísmicas. Em seguida dá-se a análise dinâmica de osciladores de vários graus de liberdade (análise modal) fazendo-se também referência aos métodos de integração no tempo. Posteriormente dá-se a análise sísmica de osciladores de vários graus de liberdade, atingindo assim o objectivo de ensinar os alunos a fazer a análise sísmica de edifícios e pontes.*

*Em paralelo ensinam-se aos alunos os aspectos práticos do projecto de edifícios segundo o Eurocódigo 8 (EC8): conceitos gerais, critérios de desempenho, definição da acção sísmica, critérios de concepção de estruturas e a filosofia de base do EC8, o Capacity Design. Por fim dão os conceitos básicos de sismologia e risco sísmico. O conjunto de matérias básicas e de projecto habilita os alunos a começar a fazer análise sísmica de estruturas, em particular de edifícios.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The contents of this unity aim directly at the fulfillment of its objectives. The basic knowledge of the dynamics of one*

*degree of freedom oscillators under sinusoidal, periodic and non periodic actions are the first subjects to be taught. It is also explained the concept of response spectra to model effects of seismic actions. Next, the dynamics of several degree of freedom oscillators (modal analysis) is taught, and a reference is made to the numerical integration of the equation of movement (step-by-step analysis along time). This is followed by the seismic analysis of multidegree of freedom structures, fulfilling the goal of teaching the students to perform seismic analysis of bridges and buildings. In parallel, the practical application of Eurocode 8 (EC8) is also taught: general concepts, performance criteria, definition of the seismic action, conception of structures and the basic design philosophy of EC8, named Capacity Design. At the end the students are taught the basic concepts of seismology and seismic risk. This set of contents enables the students to start doing seismic analysis of bridges and buildings.*

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

*A avaliação compreende as seguintes duas componentes: (1) Exame final (60% da nota final). Nota mínima de 7 valores (numa escala de 0 a 20); (2) Trabalho de grupo (40% da nota final). Grupos de 4 alunos com discussão final do trabalho.*

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

*Final Exam (60%). Group work (40%).*

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

*Os métodos de ensino e avaliação relacionam-se directamente com a natureza das matérias e objectivos da unidade curricular. Nas aulas teóricas ensinam-se as matérias básicas da dinâmica de osciladores de um e vários graus de liberdade, bem como as bases da regulamentação europeia. Nas aulas práticas dão-se os exercícios de dinâmica e análise sísmica bem como apoio à realização de um trabalho de grupo em que os alunos têm de fazer a análise sísmica de um edifício de vários pisos, num processo semelhante ao da prática de projecto. Considera-se que esta é a forma mais eficiente de transmitir conhecimentos sobre a elaboração de projectos.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The teaching and assessment methods are directly related to the objectives and contents of this unit. In theoretical classes the basic concepts and equations of the dynamics of one and multidegree of freedom systems is taught, as well as the basis of the European standards. In the practical classes the exercises regarding dynamic and seismic analysis are exemplified and a few solved by the students. The practical classes are also used to help the students to perform a group work on the seismic analysis of a real building structure, with the same methodologies used in current design practice. This way the students learn how to perform seismic analysis of real structures.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Dinâmica de Estruturas , Azevedo, João; Proença, Jorge Miguel, 1991, Reprografia (IST);  
Apontamentos de Engenharia Sísmica e Sismologia , Sousa Oliveira, Carlos, s.d., reprografia (IST);  
Sismos e Edifícios, Lopes, M. et al, 1998, Edições Orion.*

## Anexo IV - Impactes Ambientais

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Impactes Ambientais*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Maria do Rosário Sintra de Almeida Partidário*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Introdução à avaliação de impactes ambientais como instrumento de gestão e de política do ambiente, e o seu papel proactivo no apoio à decisão sectorial, actuando ao nível do planeamento, concepção, construção, operação e desactivação de projectos.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*To introduce students to environmental impact assessment as an environmental policy and management instrument, with particular emphasis on its role as a proactive decision support system to assist sectoral decision-making,*

*operating throughout project planning, conception, construction, operation and abandonment.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução à Avaliação de Impacte Ambiental como instrumento de gestão e de política do ambiente. Princípios internacionais de AIA.*
2. *Conceitos fundamentais em AIA. Ligação ao ciclo de decisão de planeamento e de projecto.*
3. *A AIA como instrumento regulamentar: Exigências nacional e comunitária sobre Avaliação de Impactes Ambientais. Visibilidade pública, formas de participação e de envolvimento de agentes.*
4. *O processo de AIA e as principais fases e actividades em AIA. Estudos iniciais, Definição do âmbito, Estudo de Impacte Ambiental (EIA) e seguimento.*
5. *Metodologias e técnicas de identificação, previsão e avaliação de impactes ambientais.*
6. *Identificação, avaliação e comparação de alternativas.*
7. *Impactes ambientais e medidas de mitigação: no sistema edafoclimático, nos sistemas ecológicos, nos sistemas sociais, na qualidade do ar e da água, ruído e resíduos.*
8. *Monitorização e pós-avaliação. Ligação aos Sistemas de Gestão Ambiental.*

### 3.3.5. Syllabus:

1. *Introduction to environmental impact assessment (EIA) as a management and environmental policy instrument. International principles on EIA*
2. *Key concepts in EIA. Decision cycle in planning and projects.*
3. *EIA as a regulatory instrument: national and european requirements on EIA. Public visibility and participation, and stakeholders engagement.*
4. *The EIA process and the key stages and activities in EIA. Initial studies, scoping, environmental impact study and follow-up studies.*
5. *Methodologies and techniques for environmental impacts identification, prediction and assessment.*
6. *Alternatives identification, comparison and evaluation.*
7. *Environmental impacts and mitigation measures: on soil and climate, hidrologic and hidrogeologic systems, ecologic systems, social, on air and water quality, noise levels and waste.*
8. *Monitoring and post-evaluation. Link to environmental management systems.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos propostos destinam-se a proporcionar uma primeira revisão dos conceitos fundamentais que suportam a prática da AIA enquanto instrumento de gestão e de política do ambiente, bem como as características do instrumento enquanto requisito legal, detalhando as exigências legais a nível de Portugal e da Europa. Aborda-se a relação da AIA com o ciclo de planeamento e desenho de projetos, por forma a desenvolver uma perspectiva da AIA através do seu papel proactivo no apoio à decisão sectorial, atuando ao nível do planeamento, concepção, construção, operação e desativação de projetos. Desenvolve-se os aspectos relativos às técnicas e actividades associadas a cada uma das fases da AIA, ilustrando com exemplos práticos.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The proposed contentes for this course aim to provide, at first, the basic concepts that support the practice of EIA as an environmental policy and management instrument, as well as its characteristics as a legal based instrument, detailing the legal requirements in Portugal and in Europe. The relationship of EIA with the project planning and design cycle is addressed in order to develop a perpspective of EIA through its role as a proactive decision support system to assist sectoral decision-making, operating throughout project planning, conception, construction, operation and abandonment. Aspects concerning techniques and activities associated to each phase of the EIA process are addressed, illustrated with practical examples.*

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

*Vários pequenos testes individuais. Projecto em grupo, onde se desenvolve uma aplicação de análise preliminar de impactes, definição do âmbito, revisão de EIA existente, ou outro estudo de aplicação*

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

*Several short individual tests. Group project to develop a preliminary application to impact analysis, scoping, EIS review, or another application study*

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

*O ensino da AIA deve refletir a sua natureza prática, apoiada por conceitos teóricos. A realização de vários pequenos testes permite uma consolidação dos conhecimentos teóricos. O trabalho de grupo, ainda que em ambiente simulado, permite testar as técnicas e as dinâmicas na realização de AIA.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*EIA is essentially a strongly applied subject, and its learning should reflect that practical application, supported by theoretical concepts. The short but multiple tests enable the consolidation of theoretical concepts. The group project, even if carried out in a simulated environment, enables the testing of techniques and of the dynamics associated to carrying out an EIA.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Sánchez, Luis Enrique, 2006. Avaliação de Impacto Ambiental. Conceitos e Métodos. Oficina de Textos. S. Paulo.*

*Glasson, J., Therivel, R. and Chadwick, A. and 2005. Introduction to Environmental Impact Assessment, 3rd edition, Taylor & Francis, London.*

*Partidário, M.R. e Jesus, J., 2003. Fundamentos de Avaliação do Impacte Ambiental. Universidade Aberta, Lisboa.*

*Morris, P. and Therivel, R., 2001. Methods of Environmental Impact Assessment, Spon Press, London.*

*Canter, L. 1996. Environmental impact assessment. McGraw-Hill, New York.*

**Anexo IV - Modelização de Reservatórios Petrolíferos****3.3.1. Unidade curricular:**

*Modelização de Reservatórios Petrolíferos*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Amílcar de Oliveira Soares*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Com esta disciplina o aluno fica com a competência para criar modelos numéricos das propriedades internas do reservatório para, consequentemente, avaliar as reservas através das simulação dinâmica (simulação de reservatórios). Para a prática desta disciplina o aluno vai buscar os ensinamentos básicos da Geologia, Geoestatística (bases teóricas da modelização estocástica) tendo sempre por objectivo a avaliação de reservas (objecto da simulação de reservatórios).*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*At the end of this course, the student will have full skills to create a numerical model of the reservoir, in order to evaluate the reserves with dynamic simulation (Simulation of Petroleum Reservoirs). In the practice of this course, the students will get the basics of Geology and Geostatistics ( introductory class to the stochastic modeling) with the purpose of reserves evaluation.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Modelos de estimação com variáveis auxiliares: co-estimação; Modelização de fenómenos não estacionários; Krigagem com médias locais; Formalismo da Indicatriz. Formalismo Multigaussiano; Modelos de simulação estocástica. Simulação Sequencial Directa e co-simulação para fenómenos não estacionários; Integração da sísmica nos modelos estocásticos; Integração directa por co-simulação; Métodos de inversão estocástica; Métodos de integração de dados de produção; Modelos de campos fracturados.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Estimation with Auxiliary Variables: Co-estimation; Modelling of Non-stationary Phenomena: Kriging with Local Means; Indicator Formalism to Estimate local cdfs; Multi-Gaussian Formalism; Stochastic Simulation: Direct Sequential Simulation and Co-simulation for non stationary phenomena; Integration of Seismic Data in Stochastic Models; Direct Integration using Co-simulation; Stochastic Inversion Methods; Methods for the integration of production data (gradual deformation algorithm); Models to characterize fracture networks.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Conceitos especializados da Engenharia dos Petróleos. Tratam-se de conhecimentos relacionados com a caracterização dos reservatórios com vista à gestão de reservas e da produção dos campos: interpretação e modelização geofísica, caracterização de reservatórios com integração de diferentes tipos de informação para a*

**caracterização do risco em todas as fases da exploração até à engenharia de reservatórios para a gestão e optimização da produção.**

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

***Specialized concepts in Petroleum Engineering. These are concepts and knowledge about the characterization of petroleum reservoirs, aiming at the reserves evaluation and management of production: geophysical interpretation and modeling, characterization of petroleum reservoirs by integrating different types of information for the risk management and optimization of production in all phases of a field development, from the exploration until the reservoir engineering.***

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

***Aulas teóricas essencialmente expositivas com recurso eventual a meios de projecção. Aulas práticas para o desenvolvimento de aplicações. Aos alunos será dado, no princípio do semestre, um trabalho com um problema que cobre os pontos mais importantes da criação de um modelo numérico do reservatório. O trabalho terá uma componente prática relevante de simulação estocástica de reservatórios. A avaliação será composta pela avaliação do trabalho propriamente dito (60%) e avaliação de uma discussão oral em torno das etapas do trabalho (40%).***

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

***Lectures essentially expository eventually using means of projection. Practical lessons for the development of applications. Students will be given at the beginning of the semester, a study case with a problem that covers the most important parts of creating a numerical model of the reservoir. The work has a practical relevant component of stochastic simulation of reservoirs. The assessment will be made by the evaluation of the work itself (60%) and evaluation of an oral discussion about the stages of study case (40%).***

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

***Os docentes têm ampla experiência na leccionação de conteúdos semelhantes aos que integram os programas das unidades curriculares que constituem o curso. A experiência pedagógica de todo o corpo docente permite garantir antecipadamente a adequabilidade dos métodos de ensino a aplicar aos diferentes conteúdos a leccionar.***

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

***The professors of this curricular unit have a wide experience on teaching its contents. The pedagogical experience of the staff is a guarantee of the adequateness of the teaching methodologies as regard the intended learning outcomes***

**3.3.9. Bibliografia principal:**

***Geoestatística para as Ciências da Terra e do Ambiente , Soares A., 2000, IST Press  
Geoestatistical Reservoir Modelling , Deutsch C., 2002, Oxford U. Press***

**Anexo IV - Recursos Geológicos**

**3.3.1. Unidade curricular:**

***Recursos Geológicos***

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

***Manuel Francisco Costa Pereira***

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

***<sem resposta>***

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

***No final da unidade curricular o aluno deverá ser capaz de conhecer e saber utilizar as ferramentas necessárias para, integrado em equipas pluri-disciplinares, caracterizar os recursos geológicos e garantir o seu melhor aproveitamento e gestão. Os alunos deverão compreender as principais características das diferentes tipologias de recursos e o modo como estas podem influenciar os diferentes sistemas terrestres. Adicionalmente o aluno deverá compreender a importância estratégica dos recursos geológicos, que poderá ser mais crítica quando estes são muito limitados e não renováveis.***

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

***At the end of the Curricular Unit the students should know how to handle the necessary tools when integrated in multi-***

*disciplinary teams, and be able to characterize geological resources, in a way as to guarantee their best use. The students should be able to understand the main characteristics of the different types of resources and the way these interact within the global earth systems. Additionally, the students should be able to understand the strategic nature of geological resources, especially those that are scarce and non renewable.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Revisões Geologia Geral.Introdução sistemas terrestres.Recursos Naturais e Geológicos:Definições Gerais e Importância Estratégica. Legislação portuguesa.O papel da geologia Projecto Mineiro.Classificações recursos geológicos;Genéticas,Geológicas,Geométricas e Utilitárias.Perfil geral da utilização das matérias primas minerais na Sociedade moderna.Processos e condições de formação dos recursos geológicos. Minérios e gangas. Texturas.Recursos geológicos Portugal.Casos estudo Portugueses e coleções Museus Bensaúde e Décio Thadeu do IST.Mineralizações.Análise paragenética e da sucessão mineral.Recursos geotérmicos.Materiais geológicos espaço urbano.Carvões Petróleo.Urânio.Recursos potenciais Portugal. Prático-laboratoriais Identificação macro/microscópica minérios,minerais industriais e substâncias minerais energéticas.Estudo de mineralizações–visitas museus/externas.Introdução técnicas laboratoriais avançadas estudo minerais e outros tipos de materiais(DRX,FRX, EIV-TF, Micro-Tomografia).*

### 3.3.5. Syllabus:

*Revisions General Geology.Introduction Earth Systems.Natural/Geological Resources:definitions,strategic considerations.Portuguese legislation.Geology the Mining Project.Geological Resources Classification:geological, genetic,geometric,utilitarian.General use profiles of minerals and industrial minerals in modern society.Conditions processes of formation of geological resources.Ore minerals and gangues.Structures/textures of ore minerals. Paragenetic/mineral sequence analysis.Portuguese geological resources.Case studies from Alfredo Bensaúde and Décio Thadeu (IST Geosciences Museums).Geothermal resources.Urban Geology.Oil and Coal,Uranium deposits. Potencial resources in Portugal. Macro/micro identification of ore minerals,industrial minerals/energetic materials.Geologic deposits studies using the resources of the campus(Museums collections)or through field work.Introduction to laboratory studies of minerals and materials using advanced techniques (XRD, XRF, FTIR and Microtomography).*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*O programa proposto para a Unidade Curricular “Recursos Geológicos” foi estruturado, admitindo que um semestre lectivo corresponde a catorze semanas de aulas. No entanto, à partida consideram-se apenas treze semanas para a leccionação de matérias, deixando a última semana para a apresentação/discussão alargada oral de trabalhos de pesquisa. Caso haja necessidade, decorrerão nas primeiras semanas, aulas adicionais de harmonização de conhecimentos no âmbito da geologia. Poderão ocorrer diversas visitas a empresas ou minas, desde que existam meios para a sua realização. A unidade curricular contempla uma abordagem de espectro alargado e mais generalista do tema dos recursos geológicos, dada a sua diversidade e complexidade. A tipologia dos recursos a aprofundar no semestre poderá ir ao encontro do interesse dos alunos. Faz-se uma ponte entre os conhecimentos gerais de geologia e as ciências aplicadas de cariz mais económico, incluindo ainda os aspectos de natureza ambiental, de modo a fornecer as ferramentas de análise e operacionais para diferentes tipos de protagonistas. Alguns conhecimentos mais avançados, no âmbito de recursos naturais ou geológicos, como recursos petrolíferos, hidrominerais e geotérmicos, são desenvolvidos noutras unidades curriculares. A riqueza do acervo museológico de Geociências constitui uma mais-valia para estes estudos.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The program of the Curricular Unit “Recursos Geológicos” (Geological Resources), has been structured for 14 weeks of classes. From these, 13 are for lectures and one for the presentation and discussion of the student’s works. If necessary there will be in the first weeks extra classes, to consolidate acquired knowledge. Visits to firms and mines might occur. This Curricular Unit, given the complexity and diversity of its themes, will focus on a more generalist approach. The studied themes could be adapted to the students preferences. A connection between the general geological knowledge and its economic potential will be established, as well as the validity of that knowledge for the environmental policies. More advanced knowledge of geological and natural resources such as petroleum, hydrogeological and geothermal resources is available in other Curricular Units. The collection of the “Museu de Geociências” constitutes an important asset for these studies.*

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

*A avaliação desta disciplina pode ser feita de duas maneiras: avaliação contínua através da realização de fichas de trabalho teóricas e práticas ou realização de um exame teórico-prático final.*

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

*The evaluation of this course can be done in two ways: continuous evaluation based on theoretical and practical works*

*executed along the semester or through a final theoretical-practical exam.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*O conteúdo teórico da Unidade Curricular é complementado por um conjunto diversificado de actividades práctico-laboratoriais e museológicas. Algumas das competências práticas a adquirir permitem que os alunos possam realizar trabalhos científicos de caracterização e avaliação de recursos ou matérias-primas minerais. Quando possível as aulas são complementadas com visitas de campo, de modo facilitar a compreensão e promover a reflexão em torno da problemática dos recursos naturais, em particular dos recursos geológicos. Incentivam-se os alunos a explorar os temas considerados de maior actualidade, de modo a criar melhores condições de empregabilidade. Poderá haver colaboração de entidades oficiais ou outras para a realização de seminários dentro da temática dos recursos. Proporciona-se aos alunos um vasto conjunto de informação, acessível on-line, com todas as sebatas e apresentações das aulas, assim como documentação complementar de aprofundamento dos temas. Estes temas são disponibilizados previamente, de modo a que os alunos possam fazer leituras prévias, promovendo assim uma maior discussão nas aulas. Conhecimentos considerados básicos na área da geologia são também disponibilizados no mesmo site de internet. Incentiva-se a participação de alunos em diversas actividades extracurriculares, no âmbito dos recursos geológicos, desenvolvidas nos espaços museológicos e nos laboratórios. Devido a algumas limitações de equipamentos e de espaços algumas aulas de microscopia serão efectuadas em grupo, com projecção e discussão alargada a toda a turma. Existe sempre um contacto directo dos alunos com os equipamentos de análise. No caso de turmas com mais de 20 alunos, as aulas práticas deverão ser desdobradas, de modo a garantir qualidade de aprendizagem.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*The theoretical basis of the Curricular Unit is complemented by diversified activities which include laboratory and museum practices. Some of the practical skills to be acquired will allow the students to accomplish scientific works of characterization and evaluation of resources and minerals. When possible, the classes will be complemented with field trips, to fully understand the importance of natural resources, particularly the geological ones. The students are encouraged to explore up-to-date themes, having in view the job market. It's possible the cooperation of official entities for the realization of seminars within the resources thematic. A vast array of information will be available on-line, including summaries of the classes and complementary sources. The themes for each class will be previously available. Basic geological knowledge will also be available in the same internet site. The cooperation of the students in extra-curricular activities concerning the geological resources is encouraged. These activities will take place in the museums and laboratories. Due to limitations of space and equipment, some classes of microscopy will be performed in small working groups or through image projections followed by debates. There always will be a direct interaction of the students with the analysis equipments. In the case of classes with more than 20 students these might be broken in two, thus guarantying the quality of the learning.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*http://geomuseu.ist.utl.pt/2011 (2010, 2009, 2008) – inclui sebatas e fichas de trabalho e bibliografia especializada por temas da unidade curricular*  
*Publicações e cartografia publicada pelo LNEG (ex-IGM, Serviços Geológicos de Portugal) e outras revistas da especialidade nacionais*  
*Publicações disponíveis nas bibliotecas de Geociências do IST, incluindo a Biblioteca de jazigos Minerais do Prof. Décio Thadeu*  
*Mineral Facts and Problems: 1985 Edition. Washington D. C. United States Bureau of Mines, UNT Digital Library. http://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc12817/.*  
*Minerals Yearbook (vários anos), United States Geological Survey. http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/*  
*Minerals UK, British Geological Survey. http://www.bgs.ac.uk/mineralsuk/statistics/home.html*  
*Serviços Geológicos do Brasil. http://www.cprm.gov.br/*  
*Harben, P. W. 1999 – The Industrial minerals handbook, 3rd Ed. Industrail Minerals Information Ltd., Surrey, U.K, 296 p.*

**Anexo IV - Regiões e Redes**

**3.3.1. Unidade curricular:**  
**Regiões e Redes**

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**  
**José Manuel Viegas**

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**  
**<sem resposta>**



**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:***Entender os conceitos-chave sobre:**O1 – Identificação de áreas de captação de equipamentos/empreendimentos públicos/privados e os limiares de procura para a sua sustentabilidade**O2 – Teorias de localização, economias de aglomeração e redes urbanas**O3 – Interação entre infraestruturas de transportes e usos do solo**O4 – Cooperação e redes de inovação e desenvolvimento económico**E a desenvolver competências no uso de modelos computacionais para:**O5 – Avaliação da concorrência entre equipamentos/empreendimentos e os níveis de cobertura territorial**O6 – Avaliação da estrutura topológica e desempenho operacional das redes de transporte e conceitos introdutórios sobre a optimização do desenho e expansão das redes***3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:***Understanding the key concepts on: a) Catchment areas for facilities and demand thresholds for their sustainability b)**Location Theories, Agglomeration Economies, Urban Networks c) Interaction between accessibilities and land use**structures d) Cooperation and Innovation networks And having competencies on the use of computational models for**e) Competition between facilities and levels of territorial coverage f) Evaluation of the topological structure and**operational performance of transport networks and optimization of the design and expansion of those networks***3.3.5. Conteúdos programáticos:***a) Área de influência de equipamentos e serviços, degradação da procura com os custos de acesso, possibilidades de substituição. Custos fixos e variáveis na operação dos equipamentos, limiares de procura para a rentabilidade**b) Teorias de localização de actividades económicas face a recursos e mercados. Economias de aglomeração. Redes Urbanas, suas missões e configurações hierárquicas**c) Conceito de acessibilidade e sua operacionalização**d) Avaliação do desenho e do desempenho operacional e fiabilidade de redes de transportes, face a objectivos individuais e colectivos. Justificação económica do recurso à hierarquização e à intermodalidade**e) Interação entre Usos de solo e redes de transportes: avaliação de acessibilidades, optimização de decisões num e noutro domínio**f) A Cooperação e de Inovação como fluxos estruturantes nas redes da economia do conhecimento***3.3.5. Syllabus:***a) Catchment areas of public facilities and services, degradation of demand with access costs, possibility of substitution. Fixed and Variable costs in operations, demand thresholds for economic sustainability**b) Location Theories for economic activities considering resources and markets. Agglomeration economies. Urban networks, their missions and hierarchical configurations**c) Accessibility concept and its operationalization**d) Evaluation of design, operational performance and reliability of transport networks, considering individual and collective objectives. Economic justification of the recourse to hierarchization and intermodality**e) Interaction between Land Use and Transport Networks: evaluation of accessibilities, optimization of decision in either domain**f) Cooperation and Innovation as the structuring flows in the networks of the Economy of Knowledge***3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.***O objectivo 1 será atingido sobretudo através dos conteúdos programáticos (CP) 1**O objectivo 2 será atingido através do CP 2**O objectivo 3 será atingido através dos CP 3 e 5**O objectivo 4 será atingido através do CP 6**O objectivo 5 será atingido através do CP 2 e 3**O objectivo 6 será atingido através do CP 4***3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.***The first objective will be achieved mainly through the syllabus item CP 1**The second objective will be achieved through CP 2**The third objective will be achieved through CP 3 and 5**The fourth objective will be achieved through CP 6**The fifth aim will be achieved through CP 2 and 3**The sixth objective will be achieved through CP 4***3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Trabalho realizado durante o semestre - 70% da nota final*

- **Bibliografia de cada caso de cada tema - 30% da nota do trabalho durante o semestre**
- o **Presentation and discussion during the class**
- **Casos de Estudo/Problemas - 70% da nota do trabalho durante o semestre**
- o **DaAquisição de dados**
- o **Análise dos problemas e resolução**
- o **Ada nota do trabalho durante o semestresentação oral e discussão**
- o **Participação na discussão dos trabalhos dos demais grupos**
- o **Relatório final**
- Todos os trabalhos durante o semestre serão realizados em grupos pequenos (2-3 pessoas)**
- Exame individual escrito - 30% da nota final**
- Em ambas avaliações é exigida uma nota mínima de 8 (em 20 valores) para a aprovação**

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

- Work done during the semester - 70% weight in final score**
- **Bibliography analysis of each topic - 30% weight in the semester score**
- o **Presentation and discussion during the class**
- **Case studies/Problems - 70% weight in the semester score**
- o **Data acquisition**
- o **Problem analysis and solving**
- o **Oral presentation and discussion**
- o **Participation on the discussion in the case studies of other groups presentation**
- o **Final report**
- All the work during the semester will be done in small groups (2-3 students)**
- Individual Written Exam - 30% weight in final score**
- In both evaluations a minimum score of 8.0 (on 20) is needed to avoid failure**

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

**Qualquer dos objectivos da unidade curricular inclui uma componente teórica em que são apresentados conceitos através dos quais se pretende que os alunos incorporem os conhecimentos de base suficientes para poderem elaborar sobre os problemas que virão a encontrar na vida profissional ou académica. Por isso serão abordados e estudados no início das aulas, que relembramos, são eminentemente teórico-práticas. É sempre reservado tempo para a discussão na aula com os alunos sobre casos de estudo relacionados com os conceitos apresentados. Da mesma forma, existe sempre uma componente mais prática onde são chamados a desenvolver métodos quantitativos para consolidação dos conhecimentos adquiridos.**

**Finalmente, o sistema de avaliação é coerente no sentido em que se valoriza a nota final do aluno:**

-  **trabalho prático (70%): avaliação de competências na aplicação dos conceitos e metodologias em grupo**
-  **exame final teórico (30%): avaliação de conhecimentos individuais (teóricos e práticos).**

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

**Any of the objectives of the course includes a theoretical component where concepts are presented and through which students are expected to learn the grounds to solve practical problems that they might face in their professional or academic life. Therefore those theoretical concepts shall be addressed in the beginning of lectures followed by a discussion with the students participation. Likewise, there is always a more practical component where students are called to develop quantitative methods for consolidation of theoretical knowledge.**

**The evaluation system is consistent in the sense that all components are included in the student's final grade:**

- **Practical work (70%): assessment of the students' skills in using the right concepts and methodologies to solve practical exercises**
- **Theoretical final exam (30%): assessment of individual knowledge (theoretical and practical).**

### 3.3.9. Bibliografia principal:

- Economics of Agglomeration : Cities, Industrial Location, and Regional Growth , Masahisa Fujita, Jacques-Francois Thisse, 2002, Cambridge University Press, ISBN: 0521805244, Paperback, 480 pages;**
- Transportation: A Geographical Analysis (Hardcover) , William R. Black, 2003, The Guilford Press, ISBN: 1572308486,**
- “Economics of Agglomeration : Cities, Industrial Location, and Regional Growth” , Masahisa Fujita, Jacques-Francois Thisse, 2002, Cambridge University Press, ISBN: 0521805244, Paperback, 480 pages**
- “Transportation: A Geographical Analysis” (Hardcover) , William R. Black, 2003, The Guilford Press, ISBN: 1572308486, Hardcover, 375 pages**
- “Location, Transport and Land-Use : Modelling Spatial-Temporal Information” , Yupo Chan, 2004, Springer, ISBN: 3540210873, Hardcover, 929 pages**
- “An Introduction to Geographical Economics” , Steven Brakman, Harry Garretsen, Charles van Marrewijk, 2001, Cambridge University Press, ISBN: 0521779677, Paperback, 400 pages**

## Anexo IV - Design Ambiental I

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Design Ambiental I*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*José Luis Bento Coelho*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Promover a formação básica em arquitectura bioclimática. Entender o seu contributo como factor essencial a um desenvolvimento sustentável. Sublinhar a importância da arquitectura como resposta eficiente aos problemas de: a) manutenção do conforto ambiental e satisfação do utilizador do ponto de vista térmico, lumínico e acústico; b) consumo energético em edifícios e suas consequências em termos ecológicos e económicos. Identificar, analisar e aplicar estratégias de design ambiental no projecto de reabilitação e nova construção. O enfoque da disciplina é essencialmente na escala da edificação, precedendo e dando enquadramento à disciplina de Design Ambiental II, que aborda a escala urbana.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*The objective of the discipline of Environmental Design is to provide basic knowledge on Bioclimatic Architecture and Sustainability issues. The importance of Architecture is underlined as an efficient response to problems of: a) user satisfaction and environmental comfort maintenance; and b) energy consumption and its negative repercussions in environmental and economic terms.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*INTRODUÇÃO: Meio ambiente, uso de energia e design de arquitectura.*

*TÉRMICA: Estratégias de design passivo de aquecimento e arrefecimento. Ventilação e qualidade do ar. Critérios de conforto térmico. Integração de sistemas activos de baixo consumo energético. Análise de casos de estudo, com utilização de software apropriado.*

*ILUMINAÇÃO: Iluminação natural em Arquitectura: função, conforto, estética e eficiência energética. Tecnologias de design de iluminação natural e artificial. Relação entre iluminação e térmica de edifícios: compromissos a nível do design passivo e activo. Relação entre o uso de iluminação natural e os sistemas de iluminação artificial.*

*ACÚSTICA: Design de Arquitectura e optimização acústica. Análise de casos de estudo.*

### 3.3.5. Syllabus:

*The program involves 14 weeks of theoretical and practical classes. The theoretical classes provide basic knowledge on environmental design , covering a wide range of subjects such as passive design strategies, environmental comfort criteria, urban sustainability, etc. The practical classes involve the supervision of a design project developed throughout the semester. This project is generally part of an international student competition, and can be articulated with the work carried out on the discipline of Final Project.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*O programa incorpora os aspectos teóricos e práticos da unidade curricular, permitindo ao aluno adquirir novos conhecimentos que o capacitarão para uma mais completa prática profissional. Na componente prática são utilizadas as ferramentas mais importantes de análise de desempenho ambiental (software,, modelação física). São também facultados conhecimentos destinados a eventual actividade de investigação.*

*O programa inclui a apresentação de exemplos práticos, estando previstas visitas de estudo e seminários com oradores convidados.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The program incorporates the main theoretical concepts and practical examples and tools (softwares, physical modelling) in the area of Environmental Design and bioclimatic Architecture, allowing the student to acquire skills that are critical to his future professional practice. The theoretical knowledge also capacitates the students for research activity.*

*The students will develop practical projects, identifying the main design strategies through the use of adequate software and physical tools. The course will also include a few field trips to visit best-practice examples, and two or three seminars (invited speakers).*

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

*A metodologia de ensino é desenvolvida por uma componente teórica e uma componente prática. A componente prática consistirá em exercícios de desenho, identificação e análise dos vários tipos de estratégias passivas em projecto, e em visitas de estudo a edifícios representativos. A avaliação da disciplina será feita através dos resultados do projecto e monografia realizados nas aulas práticas.*

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

*The students will carry out practical projects, identifying the main environmental design strategies through the use of adequate software and physical tools. The final evaluation will consider both the results of the final project (practical component) and a small essay on theoretical subjects*

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

*A experiência adquirida ao longo de 10 anos de leccionação desta matéria de estudo no IST (a nível de Licenciatura, Mestrado e Doutoramento), tem demonstrado que o modelo de ensino e de avaliação é adequado ao nível de inserção da unidade curricular.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The experience acquired throughout the last 10 years teaching this subject in the IST (in both Graduate and Undergraduate courses), shows that the proposed model of teaching and of grading is adequate for the level of the envisaged course.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Energy in Architecture - The European Passive Solar Handbook , Goulding, J.; Lewis, J.O.; Steemers, T., 1992, Batsford for the Commission of the European Communities, London ;  
Energy and Environment in Architecture: A Technical Design Guide , Baker, Nick; Steemers, K., 2000, E&FN Spon, London ;  
Energy Conscious Design: A Primer for Architects , Goulding, J., Lewis, J.O., Steemers, 1992, Published for the Commission of the European Communities by B.T. Batsford, London ;  
Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible , González, F., 2004, ed. Munilla-Leria, Madrid ;  
Sustainable Housing: principles and practice , Brian Edwards, David Turrent, 2000, E and FN Spon, London;  
Design With Climate - Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism , Olgyay, Victor, 1963, Princeton University Press, Princeton ;  
Daylighting in Architecture: A European Reference Book , Baker, N.V., Fanchiotti, A., Steemers, K. A. (Eds), 1993, Published for the EC, James and James, London;*

**Anexo IV - Engenharia de Tráfego Rodoviário****3.3.1. Unidade curricular:**

*Engenharia de Tráfego Rodoviário*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Filipe Manuel Mercier Vilaça e Moura*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A Engenharia de Tráfego Rodoviário pode ser encaradas por duas perspectivas: dimensionar as infraestruturas rodoviárias com base na procura existente ou estimada, visando atingir um determinado desempenho (Nível de Serviço); ou avaliar o Nível Serviço de uma infraestrutura face ao seu dimensionamento e procura actuais. Nesta unidade curricular, visa-se:  
A Engenharia de Tráfego Rodoviário pode ser encaradas por duas perspectivas: dimensionar as infraestruturas rodoviárias com base na procura existente ou estimada, visando atingir um determinado desempenho (Nível de Serviço); ou avaliar o Nível de Serviço uma infraestrutura face ao seu dimensionamento e procura actuais. Nesta Proporcionar aos alunos os conhecimentos essenciais da teoria dos fluxos rodoviários e o domínio das técnicas fundamentais de engenharia de tráfego rodoviário quer em vias urbanas quer inter-urbanas, bem como a competência e experiência uso modelos computacionais de gestão de redes rodoviárias, quer urbanas quer interurbanas.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*Provide the students with the knowledge of the fundamentals of Traffic Flow Theory and of the fundamental techniques of Road traffic Engineering, both for urban and inter-urban roads, and with the competencies and experience in the use of computer models for management of road networks, at urban and inter-urban levels.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

**CP1 – Conceitos e elementos fundamentais da engenharia de tráfego rodoviário: conceitos base.**

**CP2 – Capacidade e Nível de Serviço de infraestruturas rodoviárias interurbanas**

**CP3 - Capacidade e Nível de Serviço de infraestruturas rodoviárias urbanas: arruamentos urbanos (várias hierarquias)**

**CP4 – Capacidade e Nível de Serviço de infraestruturas rodoviárias urbanas: intersecções semaforizadas e não-semaforizadas (incluindo rotundas)**

**CP5 – Capacidade e Nível de Serviço de modos suaves: pedonal e ciclovia**

**3.3.5. Syllabus:**

**A - Fundamental variables for the observation, registration and representation of road traffic systems. Fundamental Relations. Propagation of disturbances, queues and shock waves**

**B - Capacity and Level of Service: Concepts, Influencing Factors and computational procedures for the main elements of road networks, at inter-urban and urban networks**

**C - Intelligent Transport Systems in Road Traffic**

**D - Road Networks in Urban Areas: Hierarchy of the network, treatment of the requisites posed by public transport, pedestrians, parking, loading and unloading operations**

**E - Safety and Signalling**

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

 **O objectivo 1 será atingido sobretudo através dos conteúdos programáticos (CP) 1**

 **O objectivo 2 será atingido através do CP 1**

 **O objectivo 3 será atingido através dos CP 2 a 5**

 **O objectivo 4 será atingido através do CP 1 e 2**

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

 **The first objective will be achieved mainly through the syllabus item CP 1**

 **The second objective will be achieved through CP 1**

 **The third objective will be achieved through CP 2 to 5**

 **The fourth objective will be achieved through CP 1 and 2**

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

•**Exposição de teoria**

•**Discussão de conceitos e problemas trazidos pelos alunos ou pelo docente (dinamização das discussões e síntese dos conceitos discutidos a cargo do docente)**

•**Nas aulas práticas os alunos aplicam e praticam os conceitos teóricos desenvolvendo exercícios. É apresentada o Os alunos têm de prestar as seguintes provas para obter aprovação na unidade de crédito:**

**a) Monografia (e apresentação/discussão na sala de aulas) sobre um tema relacionado com a engenharia de tráfego rodoviário - tema condicionado à aprovação do docente (30% de peso na nota final)**

**b) Relatório do trabalho de modelação sobre redes de tráfego rodoviário, realizado pequenos grupos (2-3 alunos) (30% de peso na nota final)**

**c) Exame escrito individual (40% de peso na nota final).**

**Em qualquer destas provas a nota mínima que evita reprovação é 8.0 valores (em 20 valores). Se o aluno tiver uma nota final superior a 16 valores, terá de apresentar a defesa de nota (caso contrário ficará com 16 valores).**

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

**Evaluation is composed by the following items:**

**a) Presentation/discussion of a memo exploring issues related to road traffic engineering themes - final theme is subject to approval by the teacher (30% weight in final grade)**

**b) Report on a road traffic modeling exercise, in small groups (2-3 students) (30% weight in final grade)**

**c) Individual Written Exam (40% weight in final grade).**

**In both evaluations a minimum grade of 8.0 (in 20) is needed to avoid failure. If the student's final grade is above 16.0 then he/she must present him/herself to an oral defense (otherwise his/her final grade will be 16.0).**

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

*Qualquer dos objectivos da unidade curricular inclui uma componente teórica em que são apresentados conceitos através dos quais se pretende que os alunos incorporem os conhecimentos de base suficientes para poderem elaborar sobre os problemas que virão a encontrar na vida profissional ou académica. Por isso serão abordados e estudados no início das aulas, que relembramos, são eminentemente teórico-práticas. É sempre reservado tempo para a discussão na aula com os alunos sobre casos práticos relacionados com os conceitos apresentados. Da mesma forma, existe sempre uma componente mais prática onde são chamados a resolver exercícios quantitativos para consolidação dos conhecimentos adquiridos.*

*Finalmente, o sistema de avaliação é coerente no sentido em que se valoriza a nota final do aluno:*

- ☐ *exame final teórico (50%): avaliação de conhecimentos individuais (teóricos e práticos);*
- ☐ *trabalho prático (50%): avaliação de competências na aplicação dos conceitos e metodologias em grupo.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*Any of the objectives of the course includes a theoretical component where concepts are presented and through which students are expected to learn the grounds to solve practical problems that they might face in their professional or academic life. Therefore those theoretical concepts shall be addressed in the beginning of lectures followed by tutorial sessions where students are expected to participate actively. Likewise, there is always a more practical component where students are called to develop quantitative methods for consolidation of theoretical knowledge.*

*The evaluation system is consistent in the sense that all components are included in the student's final grade:*

- *Practical work (50%): assessment of the students' skills in using the right concepts and methodologies to solve practical exercises*
- *Theoretical final exam (50%): assessment of individual knowledge (theoretical and practical).*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

- ☐ *"Highway Capacity Manual 2000" , Transportation Research Board, 2000, ISBN 0-309067-46-4, Binder, 1200 pages*
- ☐ *"Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis, 3rd edition" , Fred L. Mannering, Walter P. Kilareski, Scott S. Washburn, 2004, Wiley, ISBN: 0471472565, Hardcover, 384 pages*
- ☐ *"Fundamentals of Intelligent Transportation Systems Planning" , Mashrur A Chowdhury, Adel Sadek, 2003, Artech House, ISBN 1580531601, Hardcover, 210 Pages*
- ☐ *"Traffic Calming Primer" , Pat Noyes and Associates, 1998, s.r.*
- ☐ *"Pedestrian Facilities Users Guide ? Providing Safety and Mobility", Publication No. FHWA-RD-01-102, 2002, 164 pages*

## Anexo IV - Hidráulica I

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Hidráulica I*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*António Heleno Cardoso*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*São objectivos compreender os conceitos básicos da Mecânica dos Fluidos e da Hidráulica e aplicá-los à resolução de problemas de Engenharia.*

*O conteúdo da matéria abrange, na primeira parte, os principais métodos de análise e de cálculo da Mecânica dos Fluidos (hidrostática e hidrodinâmica), incluindo os princípios da conservação e a aplicação da técnica do volume de controlo, e, na segunda parte, elementos fundamentais de Hidráulica para a resolução de problemas de engenharia, envolvendo escoamentos internos (sistemas em pressão) e externos (acções em torno de corpos imersos). A segunda parte inclui, também, uma introdução à teoria da semelhança, com aplicações na exploração de modelos físicos e de modelos matemáticos.*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*The objectives consist on the understanding of basic concepts of Fluid Mechanics and Hydraulics and on their application to the resolution of engineering problems. Contents includes, in the first half, the most important methods of analysis of Fluid Mechanics (hydrostatics and hydrodynamics), including the principles of conservation and the*

*application of the Reynolds transport theorem to the control volume. In the second half, contents includes basic concepts of Hydraulics as applied to the resolution of engineering problems, namely internal flows (pressure flows) and external flows (actions on immersed bodies); it also includes the introduction to hydraulics similitude with applications to physical models as well as mathematical modeling.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

#### 1.INTRODUÇÃO

#### 2.PROPRIEDADES FLUIDOS E DOS ESCOAMENTOS

3.HIDROSTÁTICA:Lei hidrostática pressões;Impulsão Hidrostática sobre corpos imersos, flutuantes e em superfícies planas e curvas.

#### 4.HIDROCINEMÁTICA.

5.HIDRODINÂMICA.PRINCÍPIOS DE CONSERVAÇÃO (massa,energia e quantidade movimento):Forma integral Teorema Transporte Reynolds,Forma diferencial- Equações da continuidade, Cauchy e Navier-Stokes;Fluidos perfeitos equações de Euler; T.de Bernoulli;Potência e carga hidráulica.Bombas e turbinas.

#### 6.ANÁLISE DIMENSIONAL.TEORIA SEMELHANÇA

7.LEIS DE RESISTÊNCIA:Conceitos fundamentais;Tensão tangencial nas fronteiras sólidas;Escoamentos laminares e turbulentos.Camada limite e leis para regime turbulento.

8.ESCOAMENTOS EXTERNOS.FORÇAS EM CORPOS IMERSOS.Resistência e sustentação.Acção do vento sobre estruturas.

9.ESCOAMENTOS INTERNOS SOB PRESSÃO-REGIME PERMANENTE;Perdas de carga;Cálculo instalações; Bombas em série e paralelo;Conduitas com consumo de percurso.

10.REGIME VARIÁVEL EM PRESSÃO.

### 3.3.5. Syllabus:

#### 1. INTRODUCTION.

#### 2. FLUID AND FLOW PROPERTIES.

3. HYDROSTATICS. Hydrostatic pressure distribution and hydrostatic force; on immersed and floating bodies and on plane and on curved surfaces.

#### 4. HYDROKINEMATICS.

5. HYDRODYNAMICS. CONSERVATION PRINCIPLES.INTEGRAL AND DIFFERENTIAL EQUATIONS. The integral equations based on control volumes. The Reynolds Transport Theorem (mass, momentum and energy, conservation principles) - the differential equations of continuity, Cauchy and Navier-Stokes. Ideal flows and Euler equations.Bernoulli Theorem.Pumps and turbines.

#### 6. DIMENSIONAL ANALYSIS AND SIMILITUDE.

7. RESISTANCE TO FLOW. Fluid shear stress in a solid boundary.Laminar and turbulent flows.Laws for turbulent flows.

#### 8. HYDRODYNAMIC FORCES ON IMMERSED BODIES.

9. INTERNAL (PRESSURE) FLOW. Friction and minor head losses. Pumps in series and in parallel. Hydraulic pressurized systems.

10. UNSTEADY PRESSURE FLOW. Water hammer.

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

**PRIMEIRA PARTE** - principais métodos de análise e de cálculo da Mecânica dos Fluidos (hidrostática e hidrodinâmica), incluindo os princípios da conservação e a aplicação da técnica do volume de controlo – tem tradução nos seguintes conteúdos programáticos: 1. Propriedades dos fluidos e dos escoamentos; 2. Hidrostática; 3. Hidrocinemática; 4. Hidrodinâmica. Princípios de conservação.

**SEGUNDA PARTE** - elementos fundamentais de Hidráulica para a resolução de problemas de engenharia, envolvendo escoamentos internos (sistemas em pressão) e externos (acções em torno de corpos imersos). A segunda parte inclui, também, uma introdução à teoria da semelhança, com aplicações na exploração de modelos físicos e de modelos matemáticos – tem tradução nos seguintes conteúdos programáticos: 5. Análise dimensional e teoria da semelhança; 6. Leis de resistência. 7.Escoamentos externos. Forças sobre corpos imersos. 8.Escoamentos internos sobre pressão – Regime permanente. 9.Regime variável em pressão.

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

**FIRST HALF** – important methods of analysis of Fluid Mechanics (hydrostatics and hydrodynamics), including the principles of conservation and the application of the Reynolds transport theorem to the control volume – It is materialized as follows: 1. Fluid and flow properties. 2. Hydrostatics; 3. Hydrokinematics; 4. Hydrodynamics. Conservation Principles. Integral and differential equations.

**SECOND HALF** – basic concepts of Hydraulics as applied to the resolution of engineering problems, namely internal flows (pressure flows) and external flows (actions on immersed bodies); it also includes the introduction to hydraulics similitude with applications to physical models as well as mathematical modeling – it is materialized in the following chapters: 5. Dimensional Analysis and Similitude; 6. Resistance to flow; 7. Hydrodynamic forces on immersed bodies; 8. Internal (pressure) flows; 9. Unsteady pressure flow.

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

*Oferecem-se aulas teóricas em que se recorre à exposição acompanhada de demonstrações no quadro e da projecção de alguns slides e pequenos filmes. Existem igualmente aulas práticas de aplicação dos conceitos teóricos à resolução de problemas, de demonstração laboratorial e de execução de trabalhos de laboratório.*

*Existem duas épocas de avaliação, contando a melhor das notas obtidas. 1ª ÉPOCA: 2 testes e 2 trabalhos ou 1º exame e 2 trabalhos; nota: ponderação da média dos testes ou do 1º exame (0,85) com a média dos trabalhos (0,15); nota mínima de 9,50 na média dos testes ou no 1º exame; nota mínima de 7,5 em cada teste. 2ª ÉPOCA: só 2º exame; nota mínima de 9,50 no exame. Alunos que obtenham nota superior a 16 e pretendam defendê-la realizarão uma prova oral.*

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

*There are theoretical magisterial classes using, mostly, blackboard, (few) slide projections and short movies. These classes are complemented with tutorials dedicated to problem solving and laboratory demonstrations and works.*

*There are two evaluation possibilities; the best grade prevails. 1st METHOD: 2 tests and 2 works or 1st exam and 2 works; grade: weighted average of the tests' average or 1st exam (0.85) with the average of the works (0.15); minimum grade of 9.50 in the tests' average or in the 1st exam; minimum of 7,5 in each test. 2nd METHOD: only 2nd exam; minimum of 9.50 in the exam. Students who want to maintain grades higher than 16 must face an oral exam.*

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

*A unidade curricular tem uma forte componente teórica que implica, entre outros aspectos, a demonstração dos principais princípios de conservação, das leis de resistência ao escoamento e dos princípios da análise dimensional e teoria da semelhança. Esta vertente demonstrativa não pode deixar de ser transmitida de forma gradual e a um ritmo incompatível com os mais recentes metodologias, de tipo power-point. Por isso, privilegia-se o método clássico, sem perder as vantagens que podem advir da projecção de figuras e de filmes ilustrativos dos conteúdos e conceitos. As aulas práticas e de laboratório e, bem assim, os trabalhos de laboratório servem para aplicar, com algum desfasamento temporal, os conceitos apreendidos nas aulas teóricas. Este método tem-se mostrado adequado.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*This course has a strong theoretical nature that implies, among other aspects, the demonstration of the most important conservation principles, of the resistance to flow laws as well as of the basic concepts of dimensional analysis and similitude. This demonstration character can only be communicated gradually at a rhythm that is incompatible with the most recent methodologies such as power-point projections. Thus, the classical method is privileged, keeping at the same time the advantages that naturally come from the projection of figures and movies illustrating concepts and contents. Tutorials and laboratory classes as well as laboratory works are dedicated to the application, with some time lag, the concepts learnt in the theoretical magisterial classes. The method as shown to be appropriate.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Hidráulica , Quintela, A., 1985, Fundação Calouste Gulbenkian, 2ª ed.*

*Fundamentals of Fluid Mechanics , Munson, B.R.; Young, D.F.; Okiishi, T.H., 2006, Wiley, 5ª edição c/CD*

*Apontamentos complementares das aulas teóricas*

**Anexo IV - Hidrologia e Recursos Hídricos****3.3.1. Unidade curricular:**

*Hidrologia e Recursos Hídricos*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Maria Manuela Portela Correia dos Santos Ramos da Silva*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Apresentação dos conceitos básicos para análise dos recursos hídricos, disponibilidade e necessidades, e para definição dos constrangimentos decorrentes da circulação da água. Os alunos ficarão habilitados a: a) definir as características de bacias hidrográficas; b) calcular os volumes de água envolvidos na precipitação, evaporação, infiltração e escoamento; c) analisar estatisticamente as variáveis hidrológicas; d) caracterizar fenómenos extremos, cheias e secas; e) estimar hidrogramas de cheia e caudais de ponta de cheia; f) simular o amortecimento de cheias e o funcionamento de albufeiras.*



**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*Presentation of the basic concepts for the analysis of the water resources availability and demand, and for the definition of the constraints imposed by the circulation of water. The student will be able of performing: a) the characterization of a watershed; b) the evaluation of the volumes of precipitation, evapotranspiration, infiltration and runoff ; c) the statistical analysis of hydrologic variables; d) the analysis of extreme phenomena, floods and droughts; e) the design of flood peaks and hydrographs; f) the flood attenuation; g) the simulation of the behavior of a reservoir.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Armazenamentos e fluxos de água no Globo, nos continentes, na Península Ibérica e em Portugal. Ciclo hidrológico. Processos de formação do escoamento. Bacias hidrográficas e processos hidrológicos. Balanço hidrológico. Avaliação e caracterização espacial e temporal da precipitação, da evapotranspiração, da infiltração e do escoamento. Avaliação do escoamento a partir de elementos climáticos. Medição de variáveis hidrológicas. Métodos estatísticos. Período de retorno e risco. Análise e caracterização de secas hidrológicas. Precipitações intensas. Análise de cheias. Hidrogramas de cheia. Caudal de dimensionamento de obras. Aproveitamento de recursos hídricos. Simulação do funcionamento de uma albufeira.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Water storages and fluxes over the Globe, the continents, the Iberia, and the Portugal. Hydrologic cycle. Rainfall runoff processes. Watershed and hydrologic processes analysis. Hydrologic budget. Spatial and temporal evaluation and characterization of the precipitation, evapotranspiration, infiltration, and streamflow. Measurement of hydrological variables. Statiscal methods. Return period and risk. Analysis and characterization of hydrologic droughts. Intense rainfall. Flood flow analysis. Flood hydrographs. Design discharge. Water resources development. Simulation of the behavior of a reservoir.*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*O programa proposto engloba os aspectos teóricos e práticos e as ferramentas mais importantes relacionadas com o âmbito da unidade curricular, bem como algumas das suas aplicações pertinentes, permitindo ao aluno recordar e actualizar conhecimentos antecedentes e adquirir novos conhecimentos que o capacitarão para uma mais completa prática profissional (no sector, quer privado, quer público). Faculta também conhecimentos teóricos adicionais destinados a sustentar uma eventual actividade de investigação. O programa inclui a apresentação de conceitos teóricos e práticos e a exemplos de aplicação. Pretende-se que os estudantes se “entrem” nas matérias através, quer do estudo teórico, quer da resolução de exemplos práticos. Sendo compatível com o horário, prevê-se que o programa inclua dois ou três seminários sobre eventuais temas de pesquisa relacionados com o âmbito da disciplina.*

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The programmatic content covers the main theoretical and practical issues and tools of the hydrology and of the hydrologic modelling and as well as their relevant applications, allowing the student to refresh and to enhance his previous knowledge and to acquire additional skills that will enable his professional performance (either as a private consultant or in the public sector). It also comprehends the additional theoretical knowledge require to continue a research activity.*

*The training program includes the presentation of theoretical concepts and the resolution of application examples. The students are deeply involved either through the study of concepts and models or through the resolution of practical exercises.*

*When compatible with the timetable, the course will also include two or three seminars providing examples of research activities related with the subjects presented in the classes or suggesting possible additional research topics and fields.*

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

*Para obter aprovação na disciplina os alunos têm de realizar um exame final e quatro trabalhos práticos, em parte realizados no laboratório de informática.*

*A nota final será a média ponderada dos quatro trabalhos práticos realizados (40%) com o exame final (60%). Quer na média dos trabalhos práticos, quer no exame final, a nota mínima é 8,00. Se a média ponderada for superior a 16, os alunos deverão efectuar uma prova oral para a defesa dessa nota.*

*Em caso de não aprovação na disciplina, não serão transferidas as notas parciais, quer do exame, quer dos trabalhos práticos, para os anos seguintes.*

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

*To be approved in the Course the students must accomplish a final examination and four practical works, partially developed in the informatics lab.*

*Weighted average of practical works (40%) and final examination (60%). In either of these evaluations the minimum classification is 8.00 in 20. If the weighted average is over 16 in 20 then the student has to submit to an oral*

*examination.*

*In case of failure, the partial classifications of the examination or of the practical works will not be transfer to the next scholar year.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*A experiência adquirida em actividades de leccionação no IST equivalentes tem demonstrado que o modelo de ensino e de avaliação é adequado ao nível de inserção da unidade curricular.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*The experience acquired in similar teaching activities in IST shows that the proposed model of teaching and of grading is adequate for the level of the envisaged course.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Hidrologia e Recursos Hídricos , António C. Quintela, 1996, Reprografia ;  
 Trabalhos práticos da disciplina de HRH , Docentes da disciplina de HRH, 2005, Página alternativa da disciplina de HRH ;  
 Hidrologia e Recursos Hídricos. , António de Carvalho Quintela, 1996, Associação de Estudantes do Instituto Superior Técnico. Secção de Folhas ;  
 Slides de apoio à unidade curricular de Hidrologia e Recursos Hídricos, DECivil, IST, Lisboa.  
 Slides de apoio às aulas teóricas. Parte 1, 2, 3, 4, 5, M.M.Portela, 2011, Maria Manuela Portela, 2010, Slides de apoio à unidade curricular de Hidrologia e Recursos Hídricos, DECivil, IST, Lisboa.;  
 Palestra Hydraulic-hydrologic model for the Zambezi River using satellite data and machine learning techniques - from hydrology to everywhere and back , José Pedro Matos, 2011, Palestra;  
 Slides da aula teórica de apoio ao 4º Trabalho Prático , Maria Manuela Portela, 2011, Maria Manuela Portela.*

#### **Anexo IV - Modelação e Planeamento de Recursos Hídricos**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Modelação e Planeamento de Recursos Hídricos*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*Maria Manuela Portela Correia dos Santos Ramos da Silva*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Proporcionar formação complementar em Hidrologia, com ênfase para os critérios relacionados com a análise de cheias, para o desenvolvimento de modelos hidrológicos de transformação da precipitação em escoamento e de propagação de cheias e para a utilização de software de modelação hidrológica, e proporcionar formação específica em Planeamento de Recursos Hídricos, nas suas diversas fases, na análise económica de projectos alternativos, no dimensionamento de albufeiras e nas intervenções em áreas inundáveis.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*To provide additional background in Hydrology, with emphasis to flood analysis criteria, to the development of hydrologic models such as rainfall-runoff models, and to the use of hydrologic modeling software, and to provide specific background in all the phases of Water Resources Planning, in the economic analysis of alternative designs, in the reservoir design, and in the flood plain management.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Análise de hietogramas e de hidrogramas. Precipitação útil e perdas. Escoamento directo e de base. Curvas de recessão do escoamento. Modelo do hidrograma unitário. Modelos de transformação da precipitação em escoamento. Modelos de propagação de cheias. Sistemas complexos de bacias hidrológicas interligadas. Modelo HEC-HMS. Modelo HEC-RAS. Fases do planeamento. Critérios de análise económica. Planeamento, sustentabilidade e incerteza. Dimensionamento de albufeiras. Análise de zonas inundáveis. Ocupação de zonas ribeirinhas. Sistemas de previsão e alerta. Noções de rega e drenagem. Legislação.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Analysis of hyetograms and hydrographs. Effective rainfall and rainfall abstractions. Direct runoff and base flow. Runoff*

*recession curves. Unit hydrograph models. Rainfall-runoff models. Flood routing models. Complex systems of interconnected watersheds. HEC-HMS model. HEC-RAS model. Planning levels. Criteria for the economic analysis. Planning, sustainability and uncertainty. Reservoir design. Flood plain management. Flood forecasting and warning. Introduction to irrigation and drainage. Legislation.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*O programa proposto engloba os aspectos teóricos e práticos e as ferramentas mais importantes relacionadas com o âmbito da unidade curricular, bem como algumas das suas aplicações pertinentes, permitindo ao aluno recordar e actualizar conhecimentos antecedentes e adquirir novos conhecimentos que o capacitarão para uma mais completa prática profissional (no sector, quer privado, quer público). Faculta também conhecimentos teóricos adicionais destinados a sustentar uma eventual actividade de investigação.*

*O programa inclui a apresentação de conceitos teóricos e práticos e a exemplos de aplicação. Pretende-se que os estudantes se “entrossem” nas matérias através, quer do estudo teórico, quer da resolução de exemplos práticos. Sendo compatível com o horário, prevê-se que o programa inclua dois ou três seminários sobre eventuais temas de pesquisa relacionados com o âmbito da disciplina.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The programmatic content covers the main theoretical and practical issues and tools of the hydrology and of the hydrologic modelling and as well as their relevant applications, allowing the student to refresh and to enhance his previous knowledge and to acquire additional skills that will enable his professional performance (either as a private consultant or in the public sector). It also comprehends the additional theoretical knowledge require to continue a research activity.*

*The training program includes the presentation of theoretical concepts and the resolution of application examples. The students are deeply involved either through the study of concepts and models or through the resolution of practical exercises.*

*When compatible with the timetable, the course will also include two or three seminars providing examples of research activities related with the subjects presented in the classes or suggesting possible additional research topics and fields.*

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

*Média ponderada dos cinco trabalhos práticos realizados no laboratório de informática (50%) com o exame final (50%). Quer na média dos trabalhos práticos, quer no exame final, a nota mínima é 8,00. Se a média ponderada for superior a 16, os alunos poderão ter de efectuar uma prova oral para a defesa dessa nota.*

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

*Weighted average of five practical work in the informatics lab (50%) and final examination (50%). In either of these evaluations the minimum classification is 8.00 in 20. If the weighted average is over 16 in 20 then an additional oral examination may be requested.*

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

*A experiência adquirida em actividades de leccionação no IST equivalentes tem demonstrado que o modelo de ensino e de avaliação é adequado ao nível de inserção da unidade curricular.*

### 3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The experience acquired in similar teaching activities in IST shows that the proposed model of teaching and of grading is adequate for the level of the envisaged course.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Modelação Hidrológica. (Doc. apoio), PORTELA, M.M., 2008, Texto apoio à disciplina de Modelação e Planeamento de Recursos Hídricos, 106 p., Lisboa.*

*Planeamento e Gestão de Recursos Hídricos, E.G. Santos, 2006.*

*Water resources yield, McMAHON T, ADELOYE A, 2005, Water Resources Publications, Colorado.*

*Guidelines for the design of small hydropower schemes (Chapter 4–Hydrology & Chapter 10–Economic analysis), PORTELA, M.M., 2000, PORTELA, M.M., 2000, in RAMOS, H. (ed.) Guidelines for the design of small hydropower plants, CEHIDRO/WREAN/DED, ISBN 972 96346 4 5, Irlanda.*

*Dimensionamento de reservatórios, SANTOS, E.G., s/d, Texto Apoio, IST.*

*Applied Hydrology, CHOW, V.T., MAIDMENT, D.R. e MAYS, L.W., 1988, McGraw Hill International Student Edition, Singapore*

*Modelação Hidrológica. (Critérios análise económica), PORTELA, M.M., 1988, Análise da Rentabilidade de PCHs.*

*Relatório CEHIDRO para Projecto PCH (Pequenas Centrais Hidroeléctricas), 30 p., IST, CEHIDRO, Lisboa.*

*HEC – HMS e HEC – RAS, User and technical manuals, HEC.*

## Anexo IV - Petróleo e Gás

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Petróleo e Gás*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):

*Antonio José da Costa Silva*

### 3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:

*<sem resposta>*

### 3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Com esta disciplina o aluno toma conhecimento dos conceitos básicos da Engenharia de Reservatórios. Esta disciplina fornece ao aluno fica as componentes fundamentais de toda a cadeia científica, técnica e tecnológica da engenharia de reservatórios, desde as etapas de prospecção, avaliação, desenvolvimento, exploração até à gestão dos reservatórios ao longo do tempo. Além disso o aluno fica com a noção das diferentes metodologias de abordagem daquela cadeia aos diferentes tipos de reservatórios petrolíferos ligados à sua génese ( que aprendeu na geologia de reservatórios)..*

### 3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:

*The successful student will be the one that learns the basic concepts of Reservoir Engineering. With this course the student will come to know the fundamental components of the scientific, technical and technological chain of reservoir engineering ranging from prospection, evaluation, development and exploration to the long-term management of reservoirs and the different approaches of this chain to each genetic class of reservoirs (learnt at reservoir geology).*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*A natureza dos reservatórios de Petróleo e Gás. Conceitos básicos de Geologia de Petróleos: a génese dos hidrocarbonetos, processos e condições gerais de formação. Bacias Sedimentares, geologia estrutural, tipos de armadilhas. Caracterização dos vários tipos de reservatórios: Clásticos e Carbonatados. 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. As propriedades dos Fluidos. O Grau API, o Factor de Volume da Formação, a Razão Gás/Óleo , a Razão Água/ Óleo. Composição e propriedades dos Hidrocarbonetos , Métodos de recuperação do Petróleo e Gás: quantificação dos Factores de Recuperação e regimes de Escoamento dos fluidos. O Balanço de Massas aplicado aos Reservatórios de Fluidos, os Mecanismos de Drenagem, a Produção de Hidrocarbonetos e a Utilização do Petróleo e Gás.*

### 3.3.5. Syllabus:

*The nature of Oil and Gas reservoirs. Fundamentals of Petroleum Geology: The genesis of hydrocarbons, process and general conditions of formation. Sedimentary basins, structural geology, types of traps and illustrative examples. Characterization of various types of reservoirs: clastic and carbonate. Reservoir rocks properties: porosity, permeability, fluid saturations wettability. Basic concepts for the calculation of reserves: methods of formation evaluation, geological maps and profiles, characterization of petrophysical properties, practical examples of application. Fluids properties. API gravity, Volume of the formation factor, gas/oil Ratio, water/oil ratio. Composition and Properties of Hydrocarbons, Oil and Gas recovery methods: quantification of recovery factors and schemes for fluid flow. The mass balance applied to Fluid Reservoirs, drainage mechanisms, hydrocarbons production and use of Oil and Gas.*

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Conceitos básicos e introdutórios da Engenharia dos Petróleos. Tratam-se de conhecimentos de reservatórios, das áreas tecnológicas do “upstream” desde a pesquisa, prospecção sísmica, furação e exploração, até às noções básicas das operações “downstream”.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*Basic and introductory concepts of Petroleum Engineering. These are basic concepts of oil reservoirs necessary for the technological areas of upstream, like the seismic exploration, drilling, production, and for the management and planning of exploration and production.*

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

*Aulas teóricas essencialmente expositivas com recurso eventual a meios de projecção. Aulas práticas para o*

**desenvolvimento de aplicações. A avaliação consiste num exame escrito**

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

*Lectures essentially expository eventually using means of projection. Practical lessons for the development of applications. The assessment is a written examination.*

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

*Os docentes têm ampla experiência na leccionação de conteúdos semelhantes aos que integram os programas das unidades curriculares que constituem o curso. A experiência pedagógica de todo o corpo docente permite garantir antecipadamente a adequabilidade dos métodos de ensino a aplicar aos diferentes conteúdos a leccionar.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The professors of this curricular unit have a wide experience on teaching its contents. The pedagogical experience of the staff is a guarantee of the adequateness of the teaching methodologies as regard the intended learning outcomes.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Sebenta prática: fundamentos da engenharia de reservatórios, por António José da Costa Silva\_ Curso de Mestrado em Geo-recursos, IST, Outubro 1995*

*Sebenta teórica (de Petróleo e Gás): Petróleo e Gás, por António José da Costa Silva, IST, Outubro 2004*

**Anexo IV - Mecânica de Fluidos Computacional**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Mecânica de Fluidos Computacional*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):**

*José Carlos Fernandes Pereira*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Adquirir fundamentos de métodos de discretização, principalmente de (DF) diferenças finitas e (VF) volume finito para a solução das equações de Euler ou Navier-Stokes. Prática computacional de solução de escoamentos invíscidos ou viscosos em geometrias complexas. Capacidade de conceber, realizar, testar e aplicar algoritmos de cálculo baseados no método de volume finito para a solução de problemas de escoamentos incompressíveis ou compressíveis e perceber e controlar as fontes de imprecisão numérica de modo a saber aumentar a precisão dos cálculos.*

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:**

*To get the basic knowledge on the theory and practice of numerical solutions of the Navier-Stokes or Euler equations by Finite Difference, Finite volume methods. To practice how to calculate inviscid or viscous flows in complex geometries. To acquire the capability to develop, test and apply numerical algorithms, based in finite volume method to incompressible or compressible fluid flow problems and to understand and to control the numerical error sources in order to increase the numerical accuracy.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Natureza matemática das equações que governam os escoamentos de fluidos.*
- 2. Método das Diferenças Finitas.*
- 3. Método dos Volume Finitos 3.1 Discretização conservativa.*
- 4. Consistência, Estabilidade e Convergência.*
- 5. Discretização temporal de equações Parabólicas e Hiperbólicas.*
- 6. Discretização da equação de convecção-Difusão.*
- 7. Discretização das equações de Navier-Stokes para escoamentos Incompressíveis.*
- 8. Leis de Conservação de um escalar e Problema de Riemann.*
- 9. Geração de malhas curvilíneas.*
- 10. Método de volume finito em malhas estruturadas.*
- 11. Geração de malhas não-estruturadas.*
- 12. Método do volume finito em malhas não estruturadas.*
- 13. Métodos iterativos para a solução de sistemas de equações.*

**14. Aspectos Numéricos de modelos Físicos de escoamentos de fluidos.**

**15. Paralelização.**

### 3.3.5. Syllabus:

**1. Classification of governing fluid flow equations 2. Finite differences and finite volume methods 3. Consistency, linear stability and convergence 4. Discretization of elliptic equations 5. Discretization of parabolic and hyperbolic equations 6. Non-linear stability 7. Curvilinear grid generation 8. Unstructured grid generation 9. Iterative Methods 10. Solution methods for incompressible Navier-Stokes equations 11. Solution of turbulent flows 12. Solution of two-phase flows 13. Parallelization**

### 3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos estão em coerência com o objectivo da unidade curricular dado que o programa foi concebido para o aluno adquirir conhecimentos para compreender, e abordar de forma integrada a utilização de ferramentas, programas de software comerciais, com especial relevância para o projecto em aplicações de energia tão variadas como aerodinâmica, ventilação, combustão, turbomáquinas, etc. A multidisciplinaridade e a complexidade geométrica e as fontes de erro foram seleccionados para mostrar as várias funções que Mecânica dos Fluidos Computacional pode desempenhar no projecto de engenharia envolvendo escoamentos de fluidos. Ao longo da exposição dos conteúdos serão feitas alusões às principais questões e desafios que ocupam a atenção dos engenheiros e investigadores na área da aplicação da Mecânica dos Fluidos Computacional a escoamentos turbulentos.*

### 3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.

*The course contents are consistent with the objective of the course since the program was designed for the student to acquire knowledge to understand and adopt an integrated approach using tools, commercial software with particular relevance to energy project applications as diverse as aerodynamics, ventilation, combustion, turbomachinery, etc.. The geometric complexity and multidisciplinarity and sources of error were selected to show the various functions that Computational Fluid Dynamics can play in engineering design involving fluid flow. Throughout the exhibition of the content will be made allusions to the main issues and challenges that occupy the attention of engineers and researchers in the field of application of Computational Fluid Mechanics to turbulent flows.*

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

*Nota final é obtido com 50% de exame final e 50% projecto computacional*

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

*The teaching methodologies are consistent with the objectives of the course because:*

*1) exposure of the program is associated with the computational solution of practical cases of fluid flow in applications where energy using tools of professional nature, for example Star-CCM+, and the resolution of theoretical exercises to enable a proper understanding of content;*

*2) is comprehensive exposure to different areas of Energy, given the multidisciplinary science of mechanics Computational Fluid.*

*3) exposure of the issues is complemented by the current challenges in this field, supported by references to international journals, coupled with the writing of "leaves" to enable an understanding of the current state of research in Computational Fluid Mechanics.*

*The system of evaluation of the theoretical and computational work final exam during the semester was designed to measure the extent to which skills were developed.*

*Final mark is obtained by 50% term exam and 50% term project*

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

*(As metodologias de ensino estão em coerência com os objectivos da unidade curricular dado que:*

*1) a exposição do programa está associada à solução computacional de casos práticos de escoamentos de fluidos em aplicações em Energia usando ferramentas de índole profissional, por exemplo Star-CCM+, e à resolução de exercícios teóricos para possibilitar uma compreensão adequada dos conteúdos ;*

*2) a exposição é abrangente a diferentes áreas de Energia, dada a multidisciplinaridade científica da Mecânica dos Fluidos Computacional.*

*3) a exposição das questões é complementada pelos desafios actuais neste domínio , suportada em referências de revistas internacionais, aliada à escrita de "folhas " possibilitando uma compreensão do estado actual de investigação na área da Mecânica dos Fluidos Computacional.*

*O regime de avaliação com parte teórica de exame final e trabalho computacional ao longo do semestre foi concebido para medir até que ponto as competências foram desenvolvidas.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**

*The teaching methodologies are consistent with the objectives of the course because:*

*1) exposure of the program is associated with the computational solution of practical cases of fluid flow in applications where energy using tools of professional nature, for example Star-CCM +, and the resolution of theoretical exercises to enable a proper understanding of content;*

*2) is comprehensive exposure to different areas of Energy, given the multidisciplinary science of Computational Fluid Mechanics.*

*3) exposure of the issues is complemented by the current challenges in this field, supported by references to international journals, coupled with the writing of "leaves" to enable an understanding of the current state of research in Computational Fluid Mechanics.*

*The system of evaluation of the theoretical and computational work final exam during the semester was designed to measure the extent to which skills were developed.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Computational Methods for Fluid Dynamics , Ferziger J. H. and Perić M., 2002,*

*Numerical Computation of Internal and external flows, Vol. II , Hirsch C., 1989,*

**4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes****4.1 Descrição e fundamentação dos recursos docentes**

---

**4.1.1. Fichas curriculares dos docentes**

**Anexo V - Helena Margarida Machado da Silva Ramos Ferreira**

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

*Helena Margarida Machado da Silva Ramos Ferreira*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Manuel Guilherme Caras Altas Duarte Pinheiro**

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

*Manuel Guilherme Caras Altas Duarte Pinheiro*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

**Professor Auxiliar ou equivalente**

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Renato Jorge Caleira Nunes**

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

*Renato Jorge Caleira Nunes*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Rui Miguel Loureiro Nobre Baptista**

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

*Rui Miguel Loureiro Nobre Baptista*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Associado ou equivalente*

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - João Carlos da Cruz Lourenço**

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

*João Carlos da Cruz Lourenço*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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



**Instituto Superior Técnico****4.1.1.4. Categoria:*****Professor Auxiliar ou equivalente*****4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):*****100*****4.1.1.6. Ficha curricular de docente:****[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)****Anexo V - José Manuel Costa Dias de Figueiredo****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****José Manuel Costa Dias de Figueiredo*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade Técnica de Lisboa*****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*****Instituto Superior Técnico*****4.1.1.4. Categoria:*****Professor Auxiliar ou equivalente*****4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):*****100*****4.1.1.6. Ficha curricular de docente:****[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)****Anexo V - Ana Paula Ferreira Dias Barbosa Póvoa****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Ana Paula Ferreira Dias Barbosa Póvoa*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade Técnica de Lisboa*****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*****Instituto Superior Técnico*****4.1.1.4. Categoria:*****Professor Catedrático ou equivalente*****4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):*****100*****4.1.1.6. Ficha curricular de docente:****[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)****Anexo V - Mónica Duarte Correia de Oliveira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Mónica Duarte Correia de Oliveira*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

**Universidade Técnica de Lisboa**

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

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

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

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

**Anexo V - Maria Margarida Martelo Catalão Lopes de Oliveira Pires Pina**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
***Maria Margarida Martelo Catalão Lopes de Oliveira Pires Pina***

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

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

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

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

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

**Anexo V - João Agostinho de Oliveira Soares**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
***João Agostinho de Oliveira Soares***

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

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

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

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

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

**Anexo V - Carlos Manuel Ferreira Monteiro**

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

**Carlos Manuel Ferreira Monteiro**

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

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

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

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

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

**Anexo V - Maria Teresa Romeiras de Lemos**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
**Maria Teresa Romeiras de Lemos**

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

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

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

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

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

**Anexo V - Carlos António Bana e Costa**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
**Carlos António Bana e Costa**

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

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

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

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

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

**Anexo V - Paulo Manuel Cadete Ferrão****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Paulo Manuel Cadete Ferrão*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Catedrático ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - José Carlos Fernandes Pereira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Carlos Fernandes Pereira*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Catedrático ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - António José Nunes de Almeida Sarmento****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*António José Nunes de Almeida Sarmento*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

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

**Anexo V - João Miguel da Costa Sousa**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*João Miguel da Costa Sousa*

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

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

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

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

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

**Anexo V - Mário Manuel Gonçalves Costa**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Mário Manuel Gonçalves Costa*

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

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

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

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

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

**Anexo V - José Miguel Carrusca Mendes Lopes**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*José Miguel Carrusca Mendes Lopes*

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

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

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

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):****100****4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo V - Luís Manuel de Carvalho Gato****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Luís Manuel de Carvalho Gato*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade Técnica de Lisboa*****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*****Instituto Superior Técnico*****4.1.1.4. Categoria:*****Professor Associado ou equivalente*****4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):****100****4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo V - João Luís Toste de Azevedo****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****João Luís Toste de Azevedo*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade Técnica de Lisboa*****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*****Instituto Superior Técnico*****4.1.1.4. Categoria:*****Professor Auxiliar ou equivalente*****4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):****100****4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo V - José Alberto Caiado Falcão de Campos****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****José Alberto Caiado Falcão de Campos*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade Técnica de Lisboa*****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*****Instituto Superior Técnico***

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - João Eduardo de Barros Teixeira Borges****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*João Eduardo de Barros Teixeira Borges*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - João Miguel Pires Ventura****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*João Miguel Pires Ventura*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Pedro Jorge Martins Coelho****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Pedro Jorge Martins Coelho*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - José Pedro Miragaia Trancoso Vaz****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Pedro Miragaia Trancoso Vaz*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado convidado ou equivalente*

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

*30*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Maria Teresa Haderer de la Peña Stadler****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Maria Teresa Haderer de la Peña Stadler*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Carlos António Abreu Fonseca Varandas****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Carlos António Abreu Fonseca Varandas*



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

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

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

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

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

**Anexo V - João Carlos Carvalho de Sá Seixas**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*João Carlos Carvalho de Sá Seixas*

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

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

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

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

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

**Anexo V - Patrícia Carla Serrano Gonçalves**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Patrícia Carla Serrano Gonçalves*

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

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

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

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**  
*30*

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

**Anexo V - Joaquim António Fraga Gonçalves Dente**

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

*Joaquim António Fraga Gonçalves Dente*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Catedrático ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - José António da Cruz Pinto Gaspar****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José António da Cruz Pinto Gaspar*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - José Manuel Dias Ferreira de Jesus****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Manuel Dias Ferreira de Jesus*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Carlos Manuel Ribeiro Almeida****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Carlos Manuel Ribeiro Almeida*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Gil Domingos Marques****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Gil Domingos Marques*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Luís António Fialho Marcelino Ferreira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Luís António Fialho Marcelino Ferreira*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Catedrático ou equivalente*

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

*100*

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

**Anexo V - João José Esteves Santana**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*João José Esteves Santana*

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

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

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

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

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

**Anexo V - Carlos Alberto Ferreira Fernandes**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Carlos Alberto Ferreira Fernandes*

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

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

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

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

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

**Anexo V - Paulo José da Costa Branco**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Paulo José da Costa Branco*

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

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

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

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):****100****4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo V - José Fernando Alves da Silva****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****José Fernando Alves da Silva*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade Técnica de Lisboa*****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*****Instituto Superior Técnico*****4.1.1.4. Categoria:*****Professor Associado ou equivalente*****4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):****100****4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo V - Maria Joana Castelo Branco de Assis Teixeira Neiva Correia****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Maria Joana Castelo Branco de Assis Teixeira Neiva Correia*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade Técnica de Lisboa*****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*****Instituto Superior Técnico*****4.1.1.4. Categoria:*****Professor Auxiliar ou equivalente*****4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):****100****4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo V - Francisco Manuel da Silva Lemos****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Francisco Manuel da Silva Lemos*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade Técnica de Lisboa*****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*****Instituto Superior Técnico***

**4.1.1.4. Categoria:**

***Professor Catedrático ou equivalente***

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

***100***

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

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

**Anexo V - José Manuel Félix Madeira Lopes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

***José Manuel Félix Madeira Lopes***

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

***Universidade Técnica de Lisboa***

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

***Instituto Superior Técnico***

**4.1.1.4. Categoria:**

***Professor Associado ou equivalente***

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

***100***

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

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

**Anexo V - Dulce Elisabete Bornes Teixeira Pereira Simão****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

***Dulce Elisabete Bornes Teixeira Pereira Simão***

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

***Universidade Técnica de Lisboa***

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

***Instituto Superior Técnico***

**4.1.1.4. Categoria:**

***Professor Auxiliar ou equivalente***

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

***100***

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

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

**Anexo V - Maria de Fátima Machado da Costa Farelo****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

***Maria de Fátima Machado da Costa Farelo***

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

***Universidade Técnica de Lisboa***

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Carlos Manuel Faria de Barros Henriques****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Carlos Manuel Faria de Barros Henriques*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Alda Maria Pereira Simões****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Alda Maria Pereira Simões*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Vítor Manuel Geraledes Fernandes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Vítor Manuel Geraledes Fernandes*

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

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

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

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

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

**Anexo V - Maria de Lurdes dos Santos Serrano**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Maria de Lurdes dos Santos Serrano*

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

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

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

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

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

**Anexo V - Maria Filipa Gomes Ribeiro**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Maria Filipa Gomes Ribeiro*

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

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

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

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

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

**Anexo V - Francisco Manuel da Silva Lemos**



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

*Francisco Manuel da Silva Lemos*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Catedrático ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Maria Fernanda do nas cimento Neves de Carvalho****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Maria Fernanda do nas cimento Neves de Carvalho*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Anabela Catarino Fernandes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Anabela Catarino Fernandes*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Artur Fernando Delgado Lopes Ribeiro****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Artur Fernando Delgado Lopes Ribeiro*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Maria da Glória de Almeida Gomes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Maria da Glória de Almeida Gomes*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Maria do Rosario Sintra de Almeida Partidario****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Maria do Rosario Sintra de Almeida Partidario*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo V - Mário Manuel Paisana dos Santos Lopes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Mário Manuel Paisana dos Santos Lopes***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):***Universidade Técnica de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Instituto Superior Técnico***4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo V - Maria do Rosário Mauricio Ribeiro Macário****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Maria do Rosário Mauricio Ribeiro Macário***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):***Universidade Técnica de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Instituto Superior Técnico***4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo V - António Alberto do Nascimento Pinheiro****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***António Alberto do Nascimento Pinheiro***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):***Universidade Técnica de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Instituto Superior Técnico***4.1.1.4. Categoria:***Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):****100****4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo V - Amilcar de Oliveira Soares****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Amilcar de Oliveira Soares*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade Técnica de Lisboa*****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*****Instituto Superior Técnico*****4.1.1.4. Categoria:*****Professor Associado ou equivalente*****4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):****100****4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo V - Manuel Francisco Costa Pereira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Manuel Francisco Costa Pereira*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade Técnica de Lisboa*****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*****Instituto Superior Técnico*****4.1.1.4. Categoria:*****Professor Auxiliar ou equivalente*****4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):****100****4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo V - Jose Manuel Caré Baptista Viegas****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Jose Manuel Caré Baptista Viegas*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):*****Universidade Técnica de Lisboa*****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):*****Instituto Superior Técnico***

**4.1.1.4. Categoria:**

***Professor Catedrático ou equivalente***

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

***100***

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

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

**Anexo V - Filipe Manuel Mercier Vilaça e Moura****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

***Filipe Manuel Mercier Vilaça e Moura***

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

***Universidade Técnica de Lisboa***

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

***Instituto Superior Técnico***

**4.1.1.4. Categoria:**

***Professor Auxiliar ou equivalente***

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

***100***

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

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

**Anexo V - José Luís Bento Coelho****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

***José Luís Bento Coelho***

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

***Universidade Técnica de Lisboa***

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

***Instituto Superior Técnico***

**4.1.1.4. Categoria:**

***Professor Associado ou equivalente***

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

***100***

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

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

**Anexo V - António Heleno Cardoso****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

***António Heleno Cardoso***

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

***Universidade Técnica de Lisboa***

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Catedrático ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Maria Manuela Portela Correia dos Santos Ramos da Silva****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Maria Manuela Portela Correia dos Santos Ramos da Silva*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - António José da Costa Silva****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*António José da Costa Silva*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - José Manuel Vaz Velho Barbosa Marques****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Manuel Vaz Velho Barbosa Marques*

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

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

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

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

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

**Anexo V - Vasco Miguel Gomes Nunes Manquinho**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Vasco Miguel Gomes Nunes Manquinho*

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

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

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

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

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

**Anexo V - João Agostinho de Oliveira Soares**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*João Agostinho de Oliveira Soares*

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

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

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

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

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

**Anexo V - José Maria Campos da Silva André**

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

*José Maria Campos da Silva André*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - José Luís Costa Pinto de Sá****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Luís Costa Pinto de Sá*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Filipe José da Cunha Monteiro Gama Freire****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Filipe José da Cunha Monteiro Gama Freire*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)



**Anexo V - João Miguel Pires Ventura****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*João Miguel Pires Ventura*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Paulo Vasconcelos Dias Correia****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Paulo Vasconcelos Dias Correia*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Maria Teresa Nunes Padilha de Castro Correia de Barros****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Maria Teresa Nunes Padilha de Castro Correia de Barros*

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

*Universidade Técnica de Lisboa*

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

*Instituto Superior Técnico*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

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

**Anexo V - Sebastião Manuel Tavares da Silva Alves**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Sebastião Manuel Tavares da Silva Alves*

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

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

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

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

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

**4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos**

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

| Nome / Name                                                  | Grau / Degree | Área científica / Scientific Area                                                                         | Regime de tempo / Employment link | Informação/ Information         |
|--------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Helena Margarida Machado da Silva Ramos Ferreira             | Doutor        | Engenharia Civil                                                                                          | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Manuel Guilherme Caras Altas Duarte Pinheiro                 | Doutor        | Eng <sup>a</sup> do Ambiente, Sustentabilidade; Construção Sustentável                                    | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Renato Jorge Caleira Nunes                                   | Doutor        | Engenharia Electrotécnica e de Computadores                                                               | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Rui Miguel Loureiro Nobre Baptista                           | Doutor        | Engenharia e Gestão de Organizações                                                                       | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| João Carlos da Cruz Lourenço                                 | Doutor        | Engenharia e Gestão Industrial                                                                            | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| José Manuel Costa Dias de Figueiredo                         | Doutor        | Engenharia e Gestão Industrial                                                                            | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Ana Paula Ferreira Dias Barbosa Póvoa                        | Doutor        | Engenharia e Gestão – Operações e Logística                                                               | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Mónica Duarte Correia de Oliveira                            | Doutor        | Investigação Operacional                                                                                  | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Maria Margarida Martelo Catalão Lopes de Oliveira Pires Pina | Doutor        | Economia                                                                                                  | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| João Agostinho de Oliveira Soares                            | Doutor        | Engenharia e Gestão Industrial                                                                            | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Carlos Manuel Ferreira Monteiro                              | Doutor        | Engenharia e Gestão Industrial                                                                            | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Maria Teresa Romeiras de Lemos                               | Doutor        | Gestão e Engenharia Industrial e Business & Informatics da School of Construction and Property Management | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Carlos António Bana e Costa                                  | Doutor        | Engenharia de Sistemas                                                                                    | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Paulo Manuel Cadete Ferrão                                   | Doutor        | Ambiente e Energia                                                                                        | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| José Carlos Fernandes Pereira                                | Doutor        | Termofluidos e Tecnologias de Conversão de energia                                                        | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| António José Nunes de Almeida Sarmiento                      | Doutor        | Engenharia Mecânica                                                                                       | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| João Miguel da Costa Sousa                                   | Doutor        | Engenharia Electrotécnica                                                                                 | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Mário Manuel Gonçalves Costa                                 | Doutor        | Engenharia Mecânica                                                                                       | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| José Miguel Carrusca Mendes Lopes                            | Doutor        | Engenharia Mecânica                                                                                       | 100                               | <a href="#">Ficha submetida</a> |

|                                                            |        |                                             |     |                                 |
|------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------|-----|---------------------------------|
| Luís Manuel de Carvalho Gato                               | Doutor | Engenharia Mecânica                         | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| João Luís Toste de Azevedo                                 | Doutor | Engenharia Mecânica                         | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| José Alberto Caiado Falcão de Campos                       | Doutor | Engenharia Naval                            | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| João Eduardo de Barros Teixeira Borges                     | Doutor | Turbomáquinas                               | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| João Miguel Pires Ventura                                  | Doutor | Ambiente e Energia                          | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Pedro Jorge Martins Coelho                                 | Doutor | Engenharia Mecânica                         | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| José Pedro Miragaia Trancoso Vaz                           | Doutor | Física de Partículas                        | 30  | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Maria Teresa Haderer de la Peña Stadler                    | Doutor | Física                                      | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Carlos António Abreu Fonseca Varandas                      | Doutor | Física                                      | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| João Carlos Carvalho de Sá Seixas                          | Doutor | Física                                      | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Patrícia Carla Serrano Gonçalves                           | Doutor | Física                                      | 30  | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Joaquim António Fraga Gonçalves Dente                      | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| José António da Cruz Pinto Gaspar                          | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| José Manuel Dias Ferreira de Jesus                         | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Carlos Manuel Ribeiro Almeida                              | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Gil Domingos Marques                                       | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Luís António Fialho Marcelino Ferreira                     | Doutor | Energia                                     | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| João José Esteves Santana                                  | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Carlos Alberto Ferreira Fernandes                          | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Paulo José da Costa Branco                                 | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| José Fernando Alves da Silva                               | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Maria Joana Castelo Branco de Assis Teixeira Neiva Correia | Doutor | Engenharia Química                          | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Francisco Manuel da Silva Lemos                            | Doutor | Engenharia Química                          | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| José Manuel Félix Madeira Lopes                            | Doutor | Engenharia Química                          | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Dulce Elisabete Bornes Teixeira Pereira Simão              | Doutor | Química                                     | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Maria de Fátima Machado da Costa Farelo                    | Doutor | Engenharia Química (Processos Químicos)     | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Carlos Manuel Faria de Barros Henriques                    | Doutor | Engenharia Química                          | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Alda Maria Pereira Simões                                  | Doutor | Engenharia Química                          | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Vítor Manuel Geraudes Fernandes                            | Doutor | Engenharia Química                          | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Maria de Lurdes dos Santos Serrano                         | Doutor | Engenharia Química                          | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Maria Filipa Gomes Ribeiro                                 | Doutor | Engenharia Química                          | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Francisco Manuel da Silva Lemos                            | Doutor | Engenharia Química                          | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Maria Fernanda do nas cimento Neves de Carvalho            | Doutor | Engenharia Química                          | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Anabela Catarino Fernandes                                 | Doutor | Engenharia Química                          | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Artur Fernando Delgado Lopes Ribeiro                       | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Maria da Glória de Almeida Gomes                           | Doutor | Engenharia Civil                            | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Maria do Rosario Sintra de Almeida Partidario              | Doutor | Engenharia do Ambiente                      | 100 | <a href="#">Ficha submetida</a> |

|                                                         |        |                                             |             |                                 |
|---------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------|-------------|---------------------------------|
| Mário Manuel Paisana dos Santos Lopes                   | Doutor | Engenharia Civil                            | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Maria do Rosário Mauricio Ribeiro Macário               | Doutor | Transportes                                 | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| António Alberto do Nascimento Pinheiro                  | Doutor | Engenharia Civil                            | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Amílcar de Oliveira Soares                              | Doutor | Engenharia de Minas                         | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Manuel Francisco Costa Pereira                          | Doutor | Engenharia de Minas                         | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Jose Manuel Caré Baptista Viegas                        | Doutor | Engenharia Civil                            | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Filipe Manuel Mercier Vilaça e Moura                    | Doutor | Transportes                                 | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| José Luís Bento Coelho                                  | Doutor | Engenharia Electrotecnica                   | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| António Heleno Cardoso                                  | Doutor | Engenharia Civil                            | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Maria Manuela Portela Correia dos Santos Ramos da Silva | Doutor | Engenharia Civil                            | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| António José da Costa Silva                             | Doutor | Engenharia de Minas                         | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| José Manuel Vaz Velho Barbosa Marques                   | Doutor | Engenharia de Minas                         | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Vasco Miguel Gomes Nunes Manquinho                      | Doutor | Engenharia Informatica e de Computadores    | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| João Agostinho de Oliveira Soares                       | Doutor | Engenharia e Gestão Industrial              | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| José Maria Campos da Silva André                        | Doutor | Engenharia Mecanica                         | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| José Luís Costa Pinto de Sá                             | Doutor | Eng. Electrotecnica e de Computadores       | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Filipe José da Cunha Monteiro Gama Freire               | Doutor | Engenharia Quimica                          | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| João Miguel Pires Ventura                               | Doutor | Engenharia Mecanica                         | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Paulo Vasconcelos Dias Correia                          | Doutor | Engenharia Civil                            | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Maria Teresa Nunes Padilha de Castro Correia de Barros  | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Sebastião Manuel Tavares da Silva Alves                 | Doutor | Engenharia Química                          | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
|                                                         |        |                                             | <b>7560</b> |                                 |

<sem resposta>

## 4.2. Dados percentuais da equipa docente do ciclo de estudos

### 4.2.1.a Número de docentes em tempo integral na instituição

75

### 4.2.1.b Percentagem dos docentes em tempo integral na instituição (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário)

99,2

### 4.2.2.a Número de docentes em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos

75

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

99,2

### 4.2.3.a Número de docentes em tempo integral com grau de doutor

75

### 4.2.3.b Percentagem dos docentes em tempo integral com grau de doutor (campo de preenchimento automático calculado

após a submissão do formulário)

99,2

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

### 4.3. Procedimento de avaliação do desempenho

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

*A avaliação do desempenho do pessoal docente do IST assenta no sistema multicritério definido no “Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes do Instituto Superior Técnico” (Despacho Reitoral n.º 4576/2010, DR 2ª Série, n.º 51 de 15 de Março), sendo aplicado a cada docente, individualmente e é aplicado nos períodos estipulados por Lei. Permite a avaliação quantitativa da actuação do pessoal docente nas diferentes vertentes, e reflecte-se nomeadamente sobre a distribuição de serviço docente regulamentada pelo Despacho Reitoral n.º 8985/2011 (DR, 2ª Série, N.º 130 de 8 de Julho).*

*Paralelamente, a avaliação das actividades pedagógicas é feita recorrendo ao Sistema de Garantia da Qualidade das Unidades Curriculares. Este sistema baseia-se na realização de inquéritos pedagógicos aos alunos, na avaliação por parte de coordenadores de curso e delegados de curso, na realização de auditorias de qualidade e na elaboração de códigos de boas práticas.*

4.3. Academic staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating.

*Performance assessment of IST teaching-staff relies on the multicriterion system defined in the “Regulations of Performance of IST Teaching-staff” (Rectoral Order 4576/2010, Government Journal 2nd Series, No. 51 of 15 March), which is applied to each professor individually and for periods established under the law. It allows for the quantitative assessment of the performance of the teaching staff in different strands and is reflected particularly on the allocation of the teaching tasks, which is governed by the Rectory Order 8985/2011 (Government Journal, 2nd Series, No. 130 of 8th July).*

*In parallel, the teaching activities evaluation is performed using the Quality Guarantee System of the curricular units. This system is based on pedagogic surveys to the students, on the performance evaluation implemented by the course coordinators and delegates and on quality audits and elaboration of good practice codes.*

## 5. Descrição e fundamentação de outros recursos humanos e materiais

5.1. Pessoal não docente adstrito ao ciclo de estudos.

*Pessoal não docente adstrito ao ciclo de estudos.*

*O curso contará com o apoio de um funcionário a meio tempo para actividades de secretariado. As aulas experimentais no IST serão apoiadas pelos respectivos técnicos de laboratório.*

5.1. Non academic staff allocated to the study cycle.

*Non academic staff allocated to the study cycle.*

*The secretariat of the program will be composed by a half-time employee.*

*The laboratories staff at IST will support the experimental work.*

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

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

*As unidades curriculares do curso decorrerão essencialmente em salas de aula.*

*Os alunos terão acesso físico às bibliotecas do IST e acesso aos recursos bibliográficos “on line” subscritos pelo IST.*

*Os alunos terão acesso aos meios informáticos disponibilizados a todos os alunos do IST, nomeadamente aos laboratórios de tecnologias de informação e à rede sem fios.*

*A componente experimental das unidades curriculares será assegurada pelos laboratórios afectos aos seguintes departamentos do IST:*

*Engenharia Mecânica;*

*Engenharia Electrotécnica e de Computadores;*

*Engenharia Civil, Arquitectura e Georrecursos;*

*Engenharia Química;*

*Física.*

**5.2. Facilities allocated and/or used by the study cycle (teaching spaces, libraries, laboratories, computer rooms, etc.).**

*Facilities allocated and/or used by the study cycle (teaching spaces, libraries, laboratories, computer rooms, etc.).*

*The programme courses will take place mainly in classrooms.*

*Students will have access to IST libraries, both in its physical location and in its online component.*

*Students will have access to computer facilities available to all IST students, including computer labs and wireless network.*

*The experimental component of the courses will be provided at the following departmental labs:*

*Mechanical Engineering;*

*Electrical and Computer Engineering;*

*Civil Engineering, Architecture and Georesources;*

*Chemical Engineering;*

*Physics.*

**5.3. Indicação dos principais equipamentos e materiais afectos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didácticos e científicos, materiais e TICs).**

*Indicação dos principais equipamentos e materiais afectos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didácticos e científicos, materiais e TICs). As salas de aula estão equipadas com o material de apoio usual (projector, data-show, computador, etc.). Os alunos terão ainda acesso a software específico disponibilizado nos laboratórios de tecnologias de informação do IST. Através do sistema de gestão académica Fénix, os alunos terão acesso aos elementos de apoio ao ensino fornecidos pelos docentes. A componente experimental será assegurada através da utilização dos equipamentos existentes nos laboratórios acima listados. A componente experimental será assegurada através da utilização dos laboratórios acima mencionados, salientando-se o equipamento existente em: Laboratórios de Hidráulica, de Estruturas e de Arquitectura, na área do desempenho térmico de edifícios; Laboratórios de Motores Térmicos, de Termofluidos, de Energia e Combustão, de Hidrogénio e de Aerodinâmica.*

**5.3. Indication of the main equipments and materials allocated and/or used by the study cycle (didactic and scientific equipments and materials and ICTs).**

*Indication of the main equipments and materials allocated and/or used by the study cycle (didactic and scientific equipments and materials and ICTs).*

*IST classrooms are equipped with the usual supporting materials (projector, data-show, computer, etc.). Students will also have access to specific software available in IST computer labs. Through the system of academic management Fénix, students will have access to other documentation provided by teachers.*

*The experimental component will be ensured through the use of existing equipment in the laboratories listed above.*

*The experimental component will be ensured through the use of existing equipment in the laboratories referred above, namely: Laboratory of Hydraulics, Structures and Architecture in the area of the thermal performance of buildings; Laboratories of Thermal Engines, of Thermo-fluids, Energy and Combustion, of Hydrogen and of aerodynamics*

## **6. Actividades de formação e investigação**

**6.1. Indicação do(s) Centro(s) de Investigação devidamente reconhecido(s), na área científica predominante do ciclo de estudos e respectiva classificação.**

CEHIDRO (<http://www.civil.ist.utl.pt/cehidro>)  
 CEPGIST (<http://cepgist.ist.utl.pt>)  
 CERENA (<http://cerena.ist.utl.pt>)  
 CESUR ([www.civil.ist.utl.pt/cesur](http://www.civil.ist.utl.pt/cesur))  
 CVRM (<http://cvmr.ist.utl.pt>)  
 ICIST (<http://www.civil.ist.utl.pt/icist>)  
 IDMEC () Muito Bom  
 IN+ () Excelente.  
 MARETEC () Muito Bom.  
 CPQ (<https://fenix.ist.utl.pt/investigacao/CPQUTL>) Bom  
 CEBQ (<https://fenix.ist.utl.pt/investigacao/ibb/CEBQ>) Excelente  
 CQFM (<http://cqfm.ist.utl.pt>) Excelente  
 ICEMS (<http://www.icems.ist.utl.pt>) Muito Bom  
 CIEEE () Bom  
 IPFN () Excelente

**6.1. Research Centre(s) duly recognised in the main scientific area of the new study cycle and its mark.**

CPQ (<https://fenix.ist.utl.pt/investigacao/CPQUTL>) Good  
 CEBQ (<https://fenix.ist.utl.pt/investigacao/ibb/CEBQ>) Excellent  
 CQFM (<http://cqfm.ist.utl.pt>) Excellent  
 ICEMS (<http://www.icems.ist.utl.pt>) Very Good

**6.2. Indicação do número de publicações científicas da unidade orgânica, na área predominante do ciclo de estudos, em revistas internacionais com revisão por pares nos últimos três anos.**

852

**6.3. Lista dos principais projectos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as actividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área de ciclo de estudos.**

*Elevado número de projectos na área da Energia em programas nacionais e internacionais: EURATOM, European Space Agency, JET, ITER, ELI, CERN, LaserLAB-Europe, ASDEX-Upgrade, TJ-II, TCV, MAST, TORESUPRA, W7-X, FP7-EU, PRIME, BIOVEGETAL, QREN e FCT.*  
*Elevado número de projectos na área da Energia directamente financiados por empresas nacionais e estrangeiras (ex.EDP,GALP,Petrobrás,CUF,Iberol,Unicer, BRISA, EUROAMER, CP, REFER, EFACEC), Câmaras e Empresas Municipais e Secretarias Regionais.*

**6.3. Indication of the main projects and/or national and international partnerships where the scientific, technological, cultural and artistic activities developed in the area of the study cycle are integrated.**

*High number of projects in the area of Energy in national and international programs: EURATOM, the European Space Agency, JET, ITER, ELI, CERN, LaserLAB-Europe, ASDEX-Upgrade, TJ-II, TCV, MAST, TORESUPRA, W7-X FP7-EU PRIME BIOVEGETAL, NSRF and FCT.*  
*High number of projects in the area of Energy directly funded by domestic and foreign companies (ex.EDP, Galp, Petrobras, CUF, Iberdrol unique, BRISA, EUROAMER, CP, REFER, EFACEC), Chambers and Business Councils and Municipalities.*

## **7. Actividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada**

**7.1. Descreva estas actividades e se a sua oferta corresponde às necessidades do mercado, à missão e aos objectivos da instituição.**

*Esta actividade é muito diversificada. Nos centros de investigação existe conjunto de projectos com impacto significativo no desenvolvimento tecnológico em Energia. Salientam-se os projectos de prestação de serviços a empresas nacionais e estrangeiras (ex.EDP,GALP,Petrobrás,CUF,Iberol,Unicer, BRISA, EUROAMER, CP, REFER, EFACEC), Câmaras e Empresas Municipais e Secretarias Regionais.*

*Na actividade de formação avançada, destacam-se:*

- no prog. MIT-Portugal – DFA e prog. doutoral em “Sustainable Energy Systems”
- Prog. Dout. Eng. da Refinação, Petroquímica e Química (em associação com UA,FCT-UC, FCT-UNL, FEUP) e estreita parceria empresas associadas AIPQR

- Prog. Dout. IDS-FunMat (ERASMUS MUNDUS com diversas Univ. europeias e Univ. Waterloo-Canadá)
  - Prog. Dout. Intern. IDPASC
  - Prog. Dout. Europeu em Fusão Controlada
  - no EIT Prog. Mest. SELECT e RENE.
- Presta ainda serviços à comunidade através da Sociedade Portuguesa de Física (SPF), na formação de professores.

**7.1. Describe these activities and if they correspond to market needs and to the mission and objectives of the institution.**

*This activity is much diversified. Research centers have a set of projects with significant impact on technological development in energy. Among those projects providing services to domestic and foreign companies (ex.EDP, Galp, Petrobras, CUF, Iberdrol unique, BRISA, EUROAMER, CP, REFER, EFACEC), Chambers and Business Councils and Municipalities.*

*In advanced training activities, include:*

- in MIT-Portugal - DFA and PhD on "Sustainable Energy Systems"
- PhD in Refining, Petrochemical and Chemical (in association with AU-UC FCT, FCT-UNL, FEUP) and close partnership with AIPQR
- International PhD IDS FunMat (Erasmus Mundus - several European Univ. and Waterloo Univ., Canada)
- International PhD IDPASC
- European PhD on Controlled Fusion
- In EIT MSc SELECT and MSc RENE.

*Also provided services to the national scientific community through the Portuguese Physics Society (SPF), in training of teachers.*

## **8. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)**

**8.1. Avaliação da previsível empregabilidade dos graduados por este ciclo de estudos com base nos dados do MTSS.**

*Considerando as características distintivas da oferta formativa proposta, verifica-se não existirem dados específicos no Quadro II.5.12 publicado pelo MTSS.*

*Sendo o estabelecimento de ensino onde é adquirido o grau académico condicionante da empregabilidade, admitindo o fraco índice de mobilidade verificado em Portugal e considerando áreas de formação com intersecção com a formação oferecida no curso proposto, tomam-se como indicadores de empregabilidade relevantes os dados do Quadro II.5.12 referentes aos pares com os códigos 8062, 4195, 9641, 9367, 9369, 4492 e 9104.*

*Com base nesses indicadores e no real desenvolvimento da oferta de emprego no sector da Energia, conclui-se que os formados no curso proposto terão elevada empregabilidade, podendo ainda contribuir para o aumento da empregabilidade global, pelo redireccionamento de detentores de graus de 1º ciclo em áreas científicas afins.*

**8.1. Evaluation of the graduates' foreseen employability based on MTSS data.**

*Considering the distinct characteristics of the programmes proposed, there is no specific information on Table II.5.12 published by the MTSS.*

*As the institution where the academic degree determines employability, admitting the weak rate of mobility in Portugal and considering that there are areas that cut across the proposed programme, employability indicators on Table II.5.12, relating to pairs with codes 8062, 4195, 9641, 9367, 9369, 4492 and 9104, become relevant.*

*Based on these indicators and on the real development of the employment supply in the sector of Energy, the conclusion to be drawn is that the students attending the proposed programme will have high employability rates, and can also contribute to the increase in the global employability, by redirecting 1st cycle holders in to related scientific areas.*

**8.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES).**

*Nos dados publicados pela DGES relativos ao Acesso ao Ensino Superior 2011 consideraram-se os cursos apreciados para avaliação da previsível empregabilidade (códigos 9811, 9641, 9367, 9369, e 9104) e outros que no IST actualmente conferem formação inicial adequada ao ingresso no Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia (códigos 9360, 9458 e 9508).*

*No CNA 2011 todos estes 8 cursos tiveram todas as vagas preenchidas em 1ª fase, demonstrando as notas do último colocado do contingente geral em cada um dos cursos mencionados (respectivamente:138,0; 152,5; 152,5; 158,8; 143,5; 149,3; 176,0; 146,5) o elevado nível dos potenciais candidatos a ingressar no Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia.*

**8.2. Evaluation of the capacity to attract students based on access data (DGES).**

*The data published by the DGES, dealing with Admission to Higher Education in 2011, considers the programmes for assessment of foreseeable employability (codes 9811, 9641, 9367, 9369, and 9104) and other programmes, which at IST*



*currently confer initial training that proves adequate to the MSc in Energy Engineering and Management (codes 9360, 9458 and 9508).*

*At CNA 2011 all vacancies have been filled in all these 8 programmes in the 1st phase, which shows the high degree of the potential candidates to be admitted in MSc in Energy Engineering and Management based on the grades of the last student placed of the general contingent in each one of the said programmes (respectively:138,0; 152,5; 152,5; 158,8; 143,5; 149,3; 176,0; 146,5).*

8.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que leccionam ciclos de estudos similares.  
<sem resposta>

8.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study cycles.  
<no answer>

## 9. Fundamentação do número total de ECTS do novo ciclo de estudos

9.1. Justificação do número total de unidades de crédito e da duração do ciclo de estudos com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do Decreto-Lei n.º 74/2006.

*De acordo com o n.º 1 do art. 18.º do DL 74/2006, o ciclo de estudos conducente ao grau de mestre tem 90 a 120 créditos e uma duração normal compreendida entre três e quatro semestres curriculares de trabalho dos alunos. Das reuniões da comissão encarregue de redigir a proposta, com os diversos órgãos da Escola (CG,CC,CP e CE) resultou que, atendendo à tipologia de formações oferecidas nesta área, em instituições congéneres este segundo ciclo de estudos corresponde a 3/4 semestres de formação, i.e., de acordo com a s linhas orientadoras estabelecidas pelo DL 42/2005, 90/120 ECTS.*

9.1. Justification of the total number of credit units and of the duration of the study cycle, based on articles no.8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of Decreto-Lei no. 74/2006.

*According to No. 1 of article 18 of Decree-Law 74/2006, the cycle of studies leading to the MSc degree has 90 to 120 credits and a normal duration between three to four academic semesters. The outcome of the meetings held by the committee responsible for drafting the proposal with the different School's bodies (Management Board, Scientific Board, Pedagogical Council and Executive Board) was that, taking into account the type of programmes supplied in this area in comparable institutions, this second cycle of studies corresponds to 3/4 semesters, i.e., according to the guidelines set out by Decree-Law 42/2005, 90/120 ECTS.*

9.2. Metodologia utilizada no cálculo dos créditos ECTS das unidades curriculares.

*O número de ECTS atribuídos a cada unidade curricular foi definido tendo por base as linhas de orientação estabelecidas pelo Decreto Lei N.º 42/2005, bem como as discussões havidas nos órgãos científicos e pedagógicos do IST acerca da implementação dessas linhas gerais. Desse modo o IST adoptou como padrão 1 ECTS = 28 horas de trabalho, 35 a 45% das quais correspondendo a horas de contacto efectivo. O rácio contacto efectivo / horas totais de trabalho é depende da tipologia das aulas (práticas, teóricas, laboratórios, seminários ou orientação tutorial), do nível da formação e da área científica específica, sendo estabelecida mediante parecer do conselho científico.*

9.2. Methodology used for the calculation of ECTS credits

*The ECTS number awarded to each course unit was defined on the basis of the guidelines established by Decree-Law 42/2005 and on the discussions held by the scientific and pedagogical bodies of IST regarding the implementation of those general guidelines. Therefore, the IST adopted, as pattern 1, ECTS = 28 working hours, 35% to 45% of which correspond to effective contact hours. The effective contact time/total working time ratio depends on the type of class (theory , laboratory, seminar or tutorial), on the level of training and on the specific scientific area, and is set up on the basis of an opinion by the Scientific Board.*

9.3. Indicação da forma como os docentes foram consultados sobre o método de cálculo das unidades de crédito.

*Como referido anteriormente o IST tem um padrão para a definição de ECTS nas UCs de todos os seus ciclos de estudo, estipulado após uma discussão aprofundada na escola na altura da implementação do processo de Bolonha. Alterações específicas a esse padrão são analisadas caso a caso pelo Conselho Científico mediante proposta das coordenações de curso.*

9.3. Indication of the way the academic staff was consulted about the method for calculating the credit units.

*As previously mentioned, the IST has a pattern to define the ECTS for the course units of all its study cycles, which was set out after an in-depth internal debate by the time the Bologna process was implemented. Specific amendments to*

*that pattern are analysed on a case-by-case approach at the request of the Scientific Board on a proposal from the course coordinators.*

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

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

*Foram analisados casos na Suécia, Reino Unido, Irlanda, Dinamarca, Holanda, Itália, Espanha, Bélgica e Finlândia, dos quais se consideram exemplos mais relevantes:*

- *Màster d'Enginyeria en Energia, da Universidade Politècnica da Catalunya (Espanha) (<http://energia.masters.upc.edu/estudis/assignatures>). Não há indicação de numerus clausus, mas o número de estudantes admitidos em 2010 ronda os 40.*
- *Nordic Master's in Innovative and Sustainable Energy Engineering, de um consórcio constituídos por 6 universidades em 5 países nórdicos: KTH (Suécia), Chalmers (Suécia) NTNU (Noruega), DTU (Dinamarca), Aalto TKK (Finlândia) e HI (Islândia), ([http://www.nordicmaster.eu/courses\\_main.htm](http://www.nordicmaster.eu/courses_main.htm)). Não há indicação de numerus clausus, sendo especificamente mencionado que o número de vagas não é ilimitado.*
- *Master of Science Sustainable Energy Technology, da Universidade Técnica de Delft (Holanda) (<http://set.msc.tudelft.nl/>). Não há indicação de numerus clausus.*

### 10.1. Examples of study cycles offered in reference institutions of the European Area of Higher Education with similar duration and structure to the proposed study cycle.

*Cases have been analysed in Sweden, in the UK, in Ireland, in Denmark, in Hollnad in Italym in Speain, in Belgim and in France, of which the following are the most relevant ones:*

- *Màster d'Enginyeria en Energia, da Universidade Politècnica da Catalunya (Espanha) (<http://energia.masters.upc.edu/estudis/assignatures>). There is no information on numerus clausus, but the number of students admitted in 2010 is around 40.*
- *Nordic Master's in Innovative and Sustainable Energy Engineering, of a consortium cmposed of 6 universities in 5 Scandinavian countries: KTH (Sweden), Chalmers (Sweden) NTNU (Norway), DTU (Denmark), Aalto TKK (Finland) and HI (Iceland), ([http://www.nordicmaster.eu/courses\\_main.htm](http://www.nordicmaster.eu/courses_main.htm)). There is no information on numerus clausus. The number of vacancies is not unlimited.*
- *Master of Science Sustainable Energy Technology, of the Technical University of Delft (Holland) (<http://set.msc.tudelft.nl/>). There is no information on numerus clausus.*

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

*A estrutura básica do mestrado oferecido pela Universidade Politècnica da Catalunya pode sugerir semelhanças com a que está a ser proposta pelo IST: contém um semestre de nivelamento (diferente de harmonização de competências), um semestre de formação transversal, um semestre de especialização e um semestre para a tese, cumprindo o requisito de Bolonha de 120 ECTS para o 2º Ciclo.*

*No entanto, deverá notar-se que o nivelamento não se aplica a alunos oriundos de formação universitária, pelo que, na prática, não fica garantida uma harmonização de competências e, consequentemente, poderá estar comprometido o nível de aprofundamento das matérias e o nível de exigência na formação transversal e da especialidade.*

*O “Nordic Master's in Innovative and Sustainable Energy Engineering” está estruturado numa base muito semelhante ao caso anterior: 1 semestre de harmonização, 2 semestres de especialização e 1 semestre de tese. As áreas de harmonização são: Introdução à tecnologia energética (Termodinâmica e Transferência de Calor e Massa); Tecnologia de energias renováveis (aborda todas as energias renováveis); Geração de energia sustentável (Ciclos e produção de energia; princípios básicos de reactores nucleares); Utilização de energia sustentável (Formas básicas de energia; produção de frio e calor; física do ambiente no interior de edifícios); Energia e ambiente (Conversão de energia; impacto ambiental). A área de especialização pode ser feita numa das universidades do consórcio, existindo áreas de especialização específicas para cada uma. Os candidatos ao mestrado devem ter conhecimentos básicos em ciências da engenharia, o que inclui Termodinâmica, Transferência de Calor, Mecânica de Fluidos, Matemática e Métodos Numéricos.*

*A estrutura do curso oferecido pela Universidade de Delft segue em linhas gerais os casos anteriores: um semestre de harmonização, 2 semestres de especialização, 1 semestre de tese. Durante o 1º ano são introduzidos os conceitos básicos como energias renováveis, fenómenos de transporte e ‘Smart Energy Products’. A área de especialização inclui biomassa, energia solar, hidrogénio, energia eólica e engenharia eléctrica. Um dos objectivos do curso é estimular a interdisciplinaridade. Isso é conseguido em várias fases, mas em particular em vários projectos de grupo, o primeiro dos quais ocorre logo no 1º semestre da formação. Não há especialização em energia nuclear. As condições de admissão assumem uma formação prévia nas áreas de Física Aplicada, Engenharia Aeroespacial, Engenharia Química, Engenharia Electrotécnica ou Engenharia Mecânica.*

*Em resumo, a oferta europeia nesta área segue uma abordagem semelhante à que está a ser proposta pelo IST, se bem que em alguns cursos a formação tenha um espectro de alternativas mais estreito e outros cursos apresentem uma*

*fragilidade quanto à garantia de consistência da formação ministrada.*

## 10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study cycles offered in reference institutions of the European Area of Higher Education.

*The basic structure of the MSc supplied by the Polytechnic University of Catalonia may suggest similarities with what is being proposed by the IST: it has 1 levelling semester (different from harmonizing competences), 1 crosscutting training semester, 1 specialization semester and 1 semester allocated for the thesis, therefore observing the Bologna requirement of 120 ECTS for the 2nd cycle.*

*Nevertheless, it should be noted that the levelling is not applied to students from university education. Therefore, in practice, competence harmonization is not guaranteed and, consequently, the level of analysis of the subject matters and the level of requirement in the crosscutting and specialization training may be jeopardized.*

*The “Nordic Master’s in Innovative and Sustainable Energy Engineering” is structured on a very similar basis to the previous case : 1 harmonization semester, 2 specialization semesters and 1 semester thesis. The harmonization areas are: Introduction to energy technology (Thermodynamics and Mass and Heat Transfer); Renewable energy technologies (covering all renewable energies); Sustainable energy generation (Energy cycles and production; basic principles of nuclear reactors); Use of sustainable energy (Basic forms of energy; production of cold and heat; environment physics inside buildings); Energy and environment (Energy conversion; environmental impact). The specialization area may be done in one of the Consortium universities, there being specific specialization areas for each. Applicants to the MSc programme should have basic knowledge in engineering sciences, which includes Thermodynamics, Heat Transfer, Fluid Mechanics, Mathematics and Numerical Methods.*

*The course structure supplied by the University of Delft broadly follows the previous cases: 1 harmonization semester, 2 specialization semesters and 1 semester thesis. During the 1st year basic concepts are introduced such as renewable energies, transport phenomena and Smart Energy Products. The specialization area includes biomass, solar energy, hydrogen, wind energy and electrical engineering. One of the programme objectives is to stimulate interdisciplinarity. This is achieved in different phases, but, in particular, in different group projects, the first of which occurs in the 1st semester. There is no specialization in nuclear energy. The admission conditions assume a previous background in the areas of Applied Physics, Aerospace Engineering, Chemical Engineering, Electrical Engineering or Mechanical Engineering.*

*In short, European supply in this area follows an approach similar to that is being proposed at IST, although in some courses training has a narrower alternative spectrum and other programmes show their frailty regarding the consistency in the training that is ministered.*

## 11. Estágios e Períodos de Formação em Serviço

### 11.1. Indicação dos locais de estágio e/ou formação em serviço (quando aplicável)

---

Anexo VI - Protocolos de Cooperação

Anexo VI - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 100kB):

<sem resposta>

Anexo VII. Mapas de distribuição de estudantes

11.2. Anexo VII. Mapas de distribuição de estudantes. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio.(PDF, máx. 100kB)

Documento com o planeamento da distribuição dos estudantes pelos locais de formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.

<sem resposta>

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

---

11.3. Indicação dos recursos próprios da instituição para o acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e

períodos de formação em serviço.  
<sem resposta>

11.3. Indication of the institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods.  
<no answer>

## 11.4. Orientadores cooperantes

Anexo VIII. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes

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

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

<sem resposta>

Anexo IX. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço

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

| Nome /<br>Name | Instituição ou estabelecimento a<br>que pertence / Institution | Categoria Profissional /<br>Professional Title | Habilitação Profissional /<br>Professional qualifications | Nº de anos de serviço /<br>Nº of working years |
|----------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|----------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|

<sem resposta>

## 12. Análise SWOT do novo ciclo de estudos

12.1. Apresentação dos pontos fortes.

- *coerência percursos formativos;*
- *abrangência áreas de especialização oferecidas;*
- *importância dessas áreas especialização para o desenvolvimento sócio-económico;*
- *profundidade na abordagem as matérias leccionadas;*
- *elevado nível científico corpo docente;*
- *internacionalização garantida por programas já existentes.*

*A coerência dos percursos é garantida pela adequada estruturação do curso.*

*A abrangência das áreas de especialização oferecida advém do vasto leque de competências existentes no IST. A sua importância decorre da importância estratégica da Energia para o desenvolvimento sócio-económico e da atenção que a essa área tem o IST dedicado.*

*O elevado nível científico com que são abordadas as matérias leccionadas decorre das competências do corpo docente, alicerçadas em actividade de investigação de valor reconhecido internacionalmente e é viabilizado pela inclusão da componente de harmonização das competências.*

*A internacionalização é garantida por parcerias ERASMUS e EIT.*

12.1. Strengths.

- *The coherence of the training paths;*
- *The wide-ranging coverage of the specialization areas;*
- *The importance of those specialization areas for the socio-economic development;*
- *The specificity of approach of the subject matters;*
- *The high scientific level of the teaching body;*
- *The internationalization ensured by already extant programmes.*

*The coherence of the paths is ensured by the adequate programme structure.*

*The coverage of the specialization areas arises from the wide range of competences existing at IST. This importance comes from the strategic importance of Energy for the socio-economic development and attention to which that area*

*has been devoted.*

*The high scientific level is due to the competences of the teaching-staff, which are founded on internationally recognized research activity and is made possible by including the competence harmonization component.*

*The internationalization is ensured by the ERASMUS and EIT partnerships.*

## 12.2. Apresentação dos pontos fracos.

*Poderão considerar-se pontos fracos do curso:*

*•o número de áreas de especialização oferecidas, face ao número de alunos previsto no seu primeiro ano de funcionamento;*

*•o número de unidades curriculares oferecidas, face ao número de alunos previsto.*

*Estes aspectos podem ser vistos como pontos fracos pelo facto de dificultarem a construção do espírito de corpo entre os alunos do curso, se bem que tenha havido a preocupação de garantir, em todos os semestres do programa curricular, disciplinas comuns a todos os alunos.*

## 12.2. Weaknesses.

*Programme weaknesses:*

*•the number of specialization areas supplied, vis-à-vis the number of students estimated in its first year;*

*•the number of courses units supplied, vis-à-vis the number of students estimated.*

*These aspects may be considered as weaknesses because of the bottlenecks in team spirit building among the students, although there has been concern to ensure in all semesters of the curriculum common subjects to all students.*

## 12.3. Apresentação das oportunidades criadas pela implementação.

*As oportunidades criadas situam ao nível da Escola, ao nível nacional e no plano internacional. A criação deste curso contribuirá para que o desejado desenvolvimento desta área no IST seja efectuado de uma forma estruturada e integrada, permitindo: Promover a multidisciplinaridade na abordagem dos temas da Energia e a colaboração entre unidades orgânicas com valências na área; Potenciar recursos humanos e materiais, assim como unidades curriculares de outros cursos; Desenvolver linhas investigação existentes e promover novas, nas quais poderão inserir trabalhos conducentes a dissertações de mestrado; Promover a ligação ao tecido económico nacional, tanto por intermédio dos graduados deste curso, como pela colaboração que se pretende estimular, com a constituição de uma Comissão de Acompanhamento do curso.*

*Contribuirá para desenvolver competências e sustentar políticas no sector energético nacional e para a internacionalização do ensino em Energia, através dos programas em curso e a desenvolver.*

## 12.3. Opportunities.

*The opportunities place IST in a good position at national and international level. This programme will contribute to develop this area in a structured and integrated manner, therefore making it possible: i) to promote multidisciplinary in approaching Energy issues and the cooperation between organic units with advantages in this area; ii) to enhance human and material resources, as well as course units of other programmes; iii) to develop existing research and promote new research, in which assignments leading to MSc and PhD thesis may be included; iv) to promote the link to the national economic fabric, by the graduates of this programme and by the cooperation that is meant to be stimulated, through the set-up of a Programme Follow-up Committee.*

*It will contribute to develop competences and sustain policies in the national energy sector and for the internationalization of the teaching in Energy, through on-going and future programmes.*

## 12.4. Apresentação dos constrangimentos ao êxito da implementação.

*Estes constrangimentos poderão ser externos ou internos à Escola.*

*No plano externo ao IST, o grau de exigência deste projecto formativo, bem como o valor estabelecido para a sua propina, poderão limitar a sua atractividade, no universo de ofertas formativas de 2º ciclo existentes na área da Energia.*

*No plano interno ao IST, o número de unidades curriculares oferecidas, face ao número de alunos previsto, levará a que os alunos deste curso frequentem a maioria das unidades curriculares em conjunto com alunos de outros cursos, o que leva a dificuldades no estabelecimento de horários.*

*Outro constrangimento interno será a sobrecarga nas tarefas de coordenação do curso, decorrente do facto de as diferentes formações iniciais dos alunos e a existência de diversas especializações obrigar ao estabelecimento de um plano de estudo individualizado para cada aluno. Este constrangimento será ultrapassado pelo manifesto empenho dos docentes e órgãos de gestão da Escola no êxito do MEGE.*

## 12.4. Threats.

*These bottlenecks may be external or internal to IST.*

*As to the former, the demanding level of this project and the amount set out for its tuition fee may jeopardize supply, within an array of 2nd cycle programmes in the area of Energy.*

*As to the latter, the number of course units supplied, vis-à-vis the number of students estimated, will make students*

*attend most of the course units along with students of other programmes, which may pose difficulties in the establishment of timetables.*

*Additionally, the overload of tasks allocated to the teaching-staff, arising from the fact that the different initial background of students and the existence of different specializations require the set-up of an individual study plan per student. This constraint will be overcome by the obvious commitment of the teaching staff and the IST's management bodies for the success of this Master Programme (MEGE).*

## 12.5. CONCLUSÕES

*O Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia agora proposto corresponde a uma oferta formativa de sólida base científica que permitirá dar resposta a necessidades existentes nesta área, tanto no país como no estrangeiro. As cinco áreas de Especialização propostas cobrem importantes áreas de intervenção do Engenheiro no sector da Energia e têm uma abrangência que espelha o largo espectro de competências existente no IST.*

*Proporciona-se uma formação consistente utilizando, quase exclusivamente, unidades curriculares já leccionadas no Instituto Superior Técnico. A necessidade de adequação dos conteúdos actualmente leccionados em algumas das UCs, de forma a melhor responderem à formação pretendida no Mestrado de Engenharia e Gestão da Energia, deverá ser tida em consideração. A evolução da oferta formativa agora proposta deverá ser assegurada. Esta oferta poderá crescer e ser adaptada, tanto em função das necessidades das entidades empregadoras, como dos alunos que procurarem esta formação.*

*No panorama nacional, o Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia ora proposto no IST apresenta uma alternativa formativa de 2º ciclo no âmbito da energia que é singular, na medida em que, através das suas áreas de especialização, faz uma cobertura consistente e abrangente dos domínios de intervenção profissional associados à temática da energia.*

*Será importante que, desde a fase do seu lançamento, o curso seja acompanhado por uma comissão formada por individualidades do meio empresarial, de entre as mais relevantes para o desenvolvimento do sector da Energia em Portugal.*

*A criação do Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia está alinhada com a estratégia do Instituto Superior Técnico, de consolidação e desenvolvimento das suas competências a capacidade de intervenção no sector da Energia nos planos nacional e internacional.*

## 12.5. CONCLUSIONS

*The MSc Programme in Energy Engineering and Management now being proposed corresponds to a sound scientific-based educational supply, which will allow for responding to the needs that exist in this area, internally and abroad. The 5 specialization areas cover important intervention areas for an Engineer in the Energy sector and have a wide-ranging coverage which shows the broad spectrum of competences existing at IST.*

*Consistent training is supplied through course units already taught at the IST. The need for adequacy of the contents of some of the course units taught at IST, in order to better respond to the requirements of this MSc Programme should be taken into account. The development of the educational supply now being proposed must be ensured. It may grow and adapt, depending on the need of employers and students.*

*At national level, this MSc Programme, now being proposed by the IST shows an 2nd cycle alternative under the sector of energy, which is unique, in so far through its specialization areas, it makes a consistent and wide-ranging coverage of the fields of professional intervention linked to the energy issue.*

*Since it has been launched it is important that the programme be followed up by a committee composed of personalities of the business sector, among whom the most relevant for the development of the Energy sector in Portugal.*

*The creation of the MSc in Energy Management and Engineering is in line with the strategy of the Instituto Superior Técnico, namely the consolidation and development of its competences and the capacity of intervention in the Energy sector nationally and internationally.*