

# NCE/11/00576 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

---

## Apresentação do pedido

### Perguntas A1 a A4

---

**A1. Instituição de ensino superior / Entidade instituidora:**

*Universidade De Aveiro*

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

*Universidade De Aveiro*

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

*Universidade De Aveiro*

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

*Universidade De Aveiro*

**A3. Ciclo de estudos:**

*Engenharia de Materiais*

**A3. Study cycle:**

*Materials Engineering*

**A4. Grau:**

*Mestre*

### Perguntas A5 a A10

---

**A5. Área científica predominante do ciclo de estudos:**

*Ciência e Engenharia de Materiais*

**A5. Main scientific area of the study cycle:**

*Materials Science and Engineering*

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

*543*

**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.**

*<sem resposta>*

**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.**

*<sem resposta>*

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

*120*

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

*4 semestres*

**A8. Duration of the study cycle (art.º 3 DL-74/2006):****4 semesters****A9. Número de vagas proposto:****30****A10. Condições de acesso e ingresso:****São condições de acesso e ingresso no curso de Mestrado as seguintes:**

*i) Serem os candidatos titulares de grau de licenciado ou equivalente legal em Engenharia de Materiais, em Engenharia Cerâmica e do Vidro, em Engenharia Física, em Física, em Engenharia Química, em Química, em Design com formação de Materiais e titulares de outras Licenciaturas em áreas afins; ou titulares de um grau académico superior estrangeiro nestas mesmas áreas conferido na sequência de um 1º ciclo de estudos organizado de acordo com os princípios do Processo de Bolonha por um Estado aderente a este processo, ou que seja reconhecido como satisfazendo os objectivos do grau de licenciado pelo órgão científico e estatutariamente competente.*

*ii) O Conselho Científico da Universidade de Aveiro pode admitir candidatos que não satisfaçam as condições referidas de i) acima mas cujo curriculum escolar, científico ou profissional demonstre adequada preparação para a frequência do mestrado, como previsto na Lei.*

**A10. Entry Requirements:****The entry qualifications to this MSc course are as follows:**

*i) Candidates with Licenciatura level degree, or legal equivalent in Materials Engineering, Ceramic and Glass Engineering, Physics Engineering, Physics, Chemical Engineering, Chemistry, Design with courses on materials and other Licenciatura level degrees in domains related to materials; or with a foreign higher education degree in the same domains of education awarded either on completion of a 1st cycle study programme organised in accordance with the principles of the Bologna Process by a State adhering to this process, or recognised as satisfying the objectives of the licenciatura degree by the scientifically and statutorily competent body.*

*ii) The Scientific Council of the University of Aveiro can admit applicants who do not meet the conditions specified above but whose academic, scientific or professional curriculum reveal an adequate preparation for the attendance of the Masters programme.*

**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):**

Engenharia de Materiais

Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico

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

Materials Engineering

Materials Engineering - Branch of Ceramic Processing

**A12. Estrutura curricular**

---

**Anexo I - Engenharia de Materiais****A12.1. Ciclo de Estudos:*****Engenharia de Materiais***

**A12.1. Study Cycle:****Materials Engineering****A12.2. Grau:****Mestre****A12.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)****Engenharia de Materiais****A12.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)****Materials Engineering****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* |
|--|----------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Ciência e Engenharia de Materiais / Materials Science and Engineering  | CEM                  | 78                                 | 18                               |
| Gestão/ Management   | GES                  | 0                                  | 0                                |
| Design/ Design   | DS                   | 0                                  | 0                                |
| Engenharia Civil   | ECIVIL               | 0                                  | 0                                |
| Ciência e Engenharia do Ambiente/ Environment Science and Engineering  | CEA                  | 0                                  | 0                                |
| Engenharia Industrial/ Industrial Engineering  | EGI                  | 0                                  | 0                                |
| De entre as áreas científicas de Gestão, Design, Engenharia Civil, Ciência e Engenharia do Ambiente/ From any of the four scientific areas | GES/ DS/ ECIVIL/ CEA | 0                                  | 6                                |
| De entre as áreas científicas de Ciência e Engenharia de Materiais, Engenharia Industrial, Gestão/ From any of the three scientific areas  | CEM/ EGI/ GES        | 0                                  | 18                               |
| <b>(8 Items)</b>   |                      | <b>78</b>                          | <b>42</b>                        |

**Anexo I - Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico****A12.1. Ciclo de Estudos:****Engenharia de Materiais****A12.1. Study Cycle:****Materials Engineering****A12.2. Grau:****Mestre****A12.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)****Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico****A12.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)****Materials Engineering - Branch of Ceramics Processing****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* |
|-----------------------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------------------|
|-----------------------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------------------|

|  |                      |           |           |
|--|----------------------|-----------|-----------|
| Ciência e Engenharia de Materiais/ Materials Science and Engineering   | CEM                  | 78        | 18        |
| Gestão/ Management   | GES                  | 0         | 0         |
| Design/ Design   | DS                   | 0         | 0         |
| Engenharia Civil/ Civil Engineering  | ECIVIL               | 0         | 0         |
| Ciência e Engenharia do Ambiente/ Environment Science and Engineering  | CEA                  | 0         | 0         |
| Engenharia Industrial/ Industrial Engineering  | EGI                  | 0         | 0         |
| De entre as áreas científicas de Gestão, Design, Engenharia Civil, Ciência e Engenharia do Ambiente/ From any of the four scientific areas | GES/ DS/ ECIVIL/ CEA | 0         | 6         |
| De entre as áreas científicas de Ciência e Engenharia de Materiais e Engenharia Industrial/ From any of the two scientific areas           | CEM/ EGI             | 0         | 18        |
| <b>(8 Items)</b>   |                      | <b>78</b> | <b>42</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:

- (A.11.1) – *Este Mestrado mantém a designação do actual mestrado acreditado em Engenharia de Materiais da Universidade de Aveiro. Sendo a intenção criar 2 percursos distintos, um alinhado para uma formação inclusiva e outro guiado por uma maior correspondência com a indústria regional que potencia a empregabilidade, optou-se de entre as várias terminologias pela designação de “ramo”. O plano de estudos valoriza um tronco comum de formação: Instrumentação e Controlo Automático, as 3 unidades curriculares (UC) das tecnologias de Materiais e 2 UCs de natureza prática.*

- (Anexo III, 2.) *Para prosseguir os estudos de Mestrado na opção de Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico o formando deverá obter aprovação de pelo menos 4 das seguintes UCs de opção, que conferem a especialização:*

- *Matérias Primas Cerâmicas e Reologia,*
- *Química-Física de Superfícies,*
- *Refractários,*
- *Cimentos e Betão,*
- *Tecnologia do Vidro*
- *Técnicas de Caracterização de Materiais,*
- *Integração do Processo Cerâmico.*

*Cumulativamente com Tecnologia Cerâmica e o tema de Dissertação/Projecto/Estágio, a ser escolhido necessariamente em ciência e tecnologia dos materiais cerâmicos, este ramo do curso garante ao mestre uma formação diferenciada em pelo menos 72 ECTS no domínio de especialização dos materiais cerâmicos. Este valor compara “ramo” com a tipologia de “major” na terminologia dos currícula de cursos dos EUA.*

- (3.1.3) *Em 2010 foi celebrado o Convénio UA-Centro Universitário Barriga Verde UNIBAVE (Brasil), para que os alunos (cerca de 10) deste Centro realizem 1 semestre de formação em Engenharia Cerâmica na UA. Um grupo de alunos foi recebido no 2º semestre de 2010/2011. Cópia da página inicial arquivada em 11.1.2.*

(3.3) *Foram celebrados protocolos com 3 empresas fabris para efeitos de estágios nas empresas no âmbito da UC de Dissertação/Projecto/Estágio do actual mestrado. Cópia das páginas iniciais de um destes protocolos arquivada em 11.1.2.*

#### - (4. Recursos docentes):

- *Até à presente data foram nomeados pelo Conselho Científico 3 especialistas da indústria para a área do curso de mestrado.*

- *Para além dos docentes indicados nas fichas da UCs, um Investigador Coordenador, especialista em AFM, colabora na leccionação de Técnicas de Caracterização de Materiais e um conjunto significativo de investigadores doutorados em início de carreira do CICECO participa actualmente na leccionação até 4h/semana de UCs dos cursos e na orientação e co-orientação de temas de Dissertação/Projecto/Estágio. Não listados.*

**(6.2) De 2008 a 2010, inclusive, foram publicados pelo CICECO 1131 artigos SCI (ISI-Web of Science) e publicaram-se/submeteram-se 35 patentes (15 internacionais). A contribuição dos docentes e investigadores do CICECO pertencentes ao DECV foi de 42%, com 475 artigos SCI. Os Essential Indicators da Web of Science colocam a UA em lugar 77 (citações) no Mundo na área dos materiais, sendo o CICECO o principal contribuinte.**

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

**- (A.11.1) - The Master proposal retains the designation of the running and accredited 2nd Cycle course Master in Materials Engineering of the University of Aveiro. As the intention of creating two separate branches, one aligned to inclusive training and another motivated by a greater correspondence with the regional industry that enhances the employability, it was decided among the various terminologies for the designation of "ramo/branch". The curriculum promotes a common core curriculum with Instrumentation and Automatic Control, all the three units (UC) on materials technologies and the two UC's that are essentially practice.**

**- (Annex III, 2.) To accomplish the studies in the branch of Master in Materials Engineering - Ceramic Processing the student must pass at least four of the following elective UCs, which provide the specialization:**

- Ceramic Raw Materials and Rheology,**
- Physics-Chemistry of Surfaces,**
- Refractories,**
- Cement and Concrete,**
- Glass Technology**
- Materials Characterization Techniques,**
- Integration of Ceramic Processing.**

**Cumulatively with the UC of Ceramic Technology and the topic of Thesis / Project / Internship, necessarily to be chosen from among subjects of ceramic science and technology, this branch of the Master course provides differentiated training in at least 72 ECTS in the specialization field of ceramic materials. This compares "branch" to the type of "major" in the terminology of course curricula in the USA.**

**- (3.1.3) The Convention UA- Centro Universitário Barriga Verde UNIBAVE (Brazil) was celebrated in 2010 for students (about 10) of this Center to conduct 1 semester training in Ceramic Engineering at the UA. A group of students was received in the 2nd semester of 2010/2011. Copy of 1st page filed under 11.1.2.**

**(3.3) Protocols were signed with three companies for the purpose of co-internships in companies within the UC Thesis / Project / Internship of the running Master. A copy of the initial pages of one protocol filed under 11.1.2.**

#### **(4. Teaching Resources):**

**- To date, the Scientific Council of UA appointed three experts from the industry to the area of the Master program.**

**- In addition to faculty listed in the UC records a Coordinator Investigator, an expert in AFM, collaborates in the lecturing of Materials Characterization Techniques and a significant number of PhD holding early stage researchers of CICECO is currently involved in lecturing until 4h/week in courses and participates in the orientation and co-orientation of Thesis / Project / Internship themes of this Master.**

**(6.2) From 2008 to 2010 inclusive, were published by CICECO 1131 SCI papers (ISI-Web of Science) and published/submitted patents (15 international). The contribution of department faculty and CICECO researchers belonging to DECV was 42%, with 475 SCI papers.**

**The Essential Indicators of Web of Science put of the UA in place 77 (citations) in the World in the area of materials, being the main contributor CICECO.**

## **Instrução do pedido**

### **1. Formalização do pedido**

---

#### **1.1. Deliberações**

#### **Anexo II - Conselho Científico da Universidade de Aveiro**

##### **1.1.1. Órgão ouvido:**

**Conselho Científico da Universidade de Aveiro**

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

**[1.1.2.\\_Del.nº11\\_CC\\_MEngMat.pdf](#)**

#### **Anexo II - Conselho Pedagógico da Universidade de Aveiro**

**1.1.1. Órgão ouvido:*****Conselho Pedagógico da Universidade de Aveiro*****1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):****[1.1.2.\\_Del.nº15\\_CP\\_MEngMat.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.*****Joaquim Manuel Vieira*****2. Plano de estudos**

---

**Anexo III - Engenharia de Materiais - 1º Ano/ 1º Semestre****2.1. Ciclo de Estudos:*****Engenharia de Materiais*****2.1. Study Cycle:*****Materials Engineering*****2.2. Grau:*****Mestre*****2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)*****Engenharia de Materiais*****2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)*****Materials Engineering*****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*****1º Ano/ 1º Semestre*****2.4. Curricular year/semester/trimester:*****1st Year/ 1st Semester*****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> |
|---|--|-----------------------------------|---|---|-------------|---|
| Instrumentação e<br>Controlo Automático             | CEM  | Semestral                         | 162   | 15T 30TP 0P; 15OT                             | 6           | Obrigatória                               |
| Tecnologia Cerâmica                                 | CEM  | Semestral                         | 162   | 15T 30TP 0P; 15OT                             | 6           | Obrigatória                               |
| Tecnologia Metalúrgica                              | CEM  | Semestral                         | 162   | 15T 30TP 0P; 15OT                             | 6           | Obrigatória                               |
| Laboratórios de<br>Tecnologia de Materiais          | CEM  | Semestral                         | 162   | 0T 0TP 60PL ; 15OT                            | 6           | Obrigatória                               |
| Opção 1-A   | CEM  | Semestral                         | 162   | 45, T TP P; 15OT                              | 6           | Optativa                                  |

**(5 Items)**

**Anexo III - Engenharia de Materiais - 1º Ano/ 2º Semestre****2.1. Ciclo de Estudos:*****Engenharia de Materiais*****2.1. Study Cycle:**

**Materials Engineering****2.2. Grau:****Mestre****2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)****Engenharia de Materiais****2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)****Materials Engineering****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:****1º Ano/ 2º Semestre****2.4. Curricular year/semester/trimester:****1st Year/ 2d Semester****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) |
|--|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|--------------------------------|
| Tecnologia de Polímeros                  | CEM                                   | Semestral              | 162                                | 15T 30TP 0P; 15OT                  | 6    | Obrigatória                    |
| Prática de Instalação Industrial         | CEM                                   | Semestral              | 162                                | 0T TP 60P; 15OT                    | 6    | Obrigatória                    |
| Opção II-A                               | GES/CEA /DS/ECIVIL                    | Semestral              | 162                                | 45, T/TP/P; 15OT                   | 6    | Optativa                       |
| Opção III-A                              | CEM                                   | Semestral              | 162                                | 45, T/TP/P, 15OT                   | 6    | Optativa                       |
| Opção IV-A                               | CEM                                   | Semestral              | 162                                | 45, T/TP/P; 15OT                   | 6    | Optativa                       |

(5 Items)

**Anexo III - Engenharia de Materiais - 2º Ano/ 1º Semestre****2.1. Ciclo de Estudos:****Engenharia de Materiais****2.1. Study Cycle:****Materials Engineering****2.2. Grau:****Mestre****2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)****Engenharia de Materiais****2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)****Materials Engineering****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:****2º Ano/ 1º Semestre****2.4. Curricular year/semester/trimester:****2d Year/ 1st Semester**

**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) |
|---|--|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|-----------------------------------|
| Dissertação/Projecto/Estágio                | CEM                                      | Anual                     | 324                                   | 0T 30TP 75P                           | 12   | Obrigatória                       |
| Opção V-A                                   | CEM/GES/ EGI                             | Semestral                 | 162                                   | 45, T/TP/P; 15OT                      | 6    | Optativa                          |
| Opção VI-A                                  | CEM/GES/ EGI                             | Semestral                 | 162                                   | 45, T/TP/P; 15OT                      | 6    | Optativa                          |
| Opção VII-A                                 | CEM/GES/ EGI                             | Semestral                 | 162                                   | 45, T/TP/P; 15OT                      | 6    | Optativa                          |

(4 Items)

**Anexo III - Engenharia de Materiais - 2º Ano/ 2º Semestre****2.1. Ciclo de Estudos:**  
*Engenharia de Materiais***2.1. Study Cycle:**  
*Materials Engineering***2.2. Grau:**  
*Mestre***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)**  
*Engenharia de Materiais***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)**  
*Materials Engineering***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*2º Ano/ 2º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:**  
*2d Year/ 2d Semester***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) |
|---|--|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|-----------------------------------|
| Dissertação/Projecto/Estágio                | CEM                                      | Anual                     | 812                                   | 0T 0TP 240P                           | 30   | Obrigatória                       |

(1 Item)

**Anexo III - Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico - 1º Ano/ 1º Semestre****2.1. Ciclo de Estudos:**  
*Engenharia de Materiais***2.1. Study Cycle:**  
*Materials Engineering***2.2. Grau:**  
*Mestre***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)**  
*Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico*



**2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)****Materials Engineering - Branch of Ceramics Processing****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:****1º Ano/ 1º Semestre****2.4. Curricular year/semester/trimester:****1st Year/ 1st Semester****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> |
|---|--|-----------------------------------|---|---|-------------|---|
| Instrumentação e<br>Controlo Automático             | CEM  | Semestral                         | 162   | 15T 30TP 0P; 15OT                             | 6           | Obrigatória                               |
| Tecnologia Cerâmica                                 | CEM  | Semestral                         | 162   | 15T 30TP 0P; 15OT                             | 6           | Obrigatória                               |
| Tecnologia Metalúrgica                              | CEM  | Semestral                         | 162   | 15T 30TP 0P; 15OT                             | 6           | Obrigatória                               |
| Laboratórios de<br>Tecnologia de Materiais          | CEM  | Semestral                         | 162   | 0T 0TP 60PL; 15OT                             | 6           | Obrigatória                               |
| Opção 1-B<br>(5 Items)                              | CEM  | Semestral                         | 162   | 45, T/TP/P; 15OT                              | 6           | Optativa                                  |

**Anexo III - Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico - 1º Ano/ 2º Semestre****2.1. Ciclo de Estudos:****Engenharia de Materiais****2.1. Study Cycle:****Materials Engineering****2.2. Grau:****Mestre****2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)****Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico****2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)****Materials Engineering - Branch of Ceramics Processing****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:****1º Ano/ 2º Semestre****2.4. Curricular year/semester/trimester:****1st Year/ 2d Semester****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> |
|---|--|-----------------------------------|---|---|-------------|---|
| Tecnologia de Polímeros                             | CEM  | Semestral                         | 162   | 15T 30TP 0P; 15OT                             | 6           | Obrigatória                               |
| Prática de Instalação<br>Industrial                 | CEM  | Semestral                         | 162   | 0T 0TP 60P; 15OT                              | 6           | Obrigatória                               |

|             |                       |           |     |                   |   |          |
|-------------|-----------------------|-----------|-----|-------------------|---|----------|
| Opção II-B  | GES/CEA/<br>DS/ECIVIL | Semestral | 162 | 45, T/TP/P; 15/OT | 6 | Optativa |
| Opção III-B | CEM                   | Semestral | 162 | 45, T/TP/P; 15OT  | 6 | Optativa |
| Opção IV-B  | CEM                   | Semestral | 162 | 45, T/TP/P; 15OT  | 6 | Optativa |

(5 Items)

### Anexo III - Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico - 2º Ano/ 1º Semestre

#### 2.1. Ciclo de Estudos: *Engenharia de Materiais*

#### 2.1. Study Cycle: *Materials Engineering*

#### 2.2. Grau: *Mestre*

#### 2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável) *Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico*

#### 2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable) *Materials Engineering - Branch of Ceramics Processing*

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

#### 2.4. Curricular year/semester/trimester: *2d Year/ 1st Semester*

#### 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) |
|---|--|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|-----------------------------------|
| Dissertação/Projecto/Estágio                | CEM                                      | Anual                     | 324                                   | 0T 30TP 75P                           | 12   | Obrigatória                       |
| Opção V-B                                   | CEM/EGI                                  | Semestral                 | 162                                   | 45, T/TP/P; 15OT                      | 6    | Optativa                          |
| Opção VI-B                                  | CEM/EGI                                  | Semestral                 | 162                                   | 45, T/TP/P; 15OT                      | 6    | Optativa                          |
| Opção VII-B                                 | CEM/EGI                                  | Semestral                 | 162                                   | 45, T/TP/P; 15OT                      | 6    | Optativa                          |

(4 Items)

### Anexo III - Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico - 2º Ano/ 2º Semestre

#### 2.1. Ciclo de Estudos: *Engenharia de Materiais*

#### 2.1. Study Cycle: *Materials Engineering*

#### 2.2. Grau: *Mestre*

#### 2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável) *Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico*

**2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)****Materials Engineering - Branch of Ceramics Engineering****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:****2º Ano/ 2º Semestre****2.4. Curricular year/semester/trimester:****2d Year/ 2d Semester****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) |
|---|--|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|-----------------------------------|
| Dissertação/Projecto/Estágio<br>(1 Item)    | CEM                                      | Anual                     | 812                                   | 0T 0TP 240P                           | 30   | Obrigatória                       |

**Anexo III - Engenharia de Materiais - Elenco de opções, Opção 1-A (1º Ano/ 1º SEM)****2.1. Ciclo de Estudos:****Engenharia de Materiais****2.1. Study Cycle:****Materials Engineering****2.2. Grau:****Mestre****2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)****Engenharia de Materiais****2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)****Materials Engineering****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:****Elenco de opções, Opção 1-A (1º Ano/ 1º SEM)****2.4. Curricular year/semester/trimester:****Elective Disciplines, Option 1-A (1st Year/ 1st SEM)****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) |
|---|--|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|-----------------------------------|
| Química-Física de<br>Superfícies            | CEM                                      | Semestral                 | 162                                   | 15T 30TP 0P; 15OT                     | 6    | Optativa                          |
| Materiais em Tecnologia                     | CEM                                      | Semestral                 | 162                                   | 0T 45TP 0P; 15OT                      | 6    | Optativa                          |

(2 Items)

**Anexo III - Engenharia de Materiais - Elenco de opções, Opção II-A (1º Ano/ 2º SEM)****2.1. Ciclo de Estudos:****Engenharia de Materiais**

**2.1. Study Cycle:*****Materials Engineering*****2.2. Grau:*****Mestre*****2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)*****Engenharia de Materiais*****2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)*****Materials Engineering*****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*****Elenco de opções, Opção II-A (1º Ano/ 2º SEM)*****2.4. Curricular year/semester/trimester:*****Elective disciplines, Option II-A (1st Year/ 2d SEM)*****2.5. Plano de Estudos / Study plan**

| <b>Unidades Curriculares / Curricular Units</b> | <b>Área Científica / Scientific Area (1)</b> | <b>Duração / Duration (2)</b> | <b>Horas Trabalho / Working Hours (3)</b> | <b>Horas Contacto / Contact Hours (4)</b> | <b>ECTS</b> | <b>Observações / Observations (5)</b> |
|---|--|-------------------------------|---|---|-------------|---------------------------------------|
| Gestão da Qualidade                             | GES  | Semestral                     | 162                                       | 0T 45TP 0P; 15OT                          | 6           | Optativa                              |
| Sistemas de Gestão Ambiental                    | CEA  | Semestral                     | 162                                       | 15T 0TP 30P; 15OT                         | 6           | Optativa                              |
| Noções de Design Industrial                     | DS   | Semestral                     | 162                                       | 15T 30TP 0P; 15OT                         | 6           | Optativa                              |
| Segurança e Higiene no Trabalho                 | ECIVIL                                       | Semestral                     | 162                                       | 0T 45TP 0P; 15OT                          | 6           | Optativa                              |

**(4 Items)**

**Anexo III - Engenharia de Materiais - Elenco de opções, Opções III-A e IV-A (1º Ano/ 2º SEM)****2.1. Ciclo de Estudos:*****Engenharia de Materiais*****2.1. Study Cycle:*****Materials Engineering*****2.2. Grau:*****Mestre*****2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)*****Engenharia de Materiais*****2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)*****Materials Engineering*****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*****Elenco de opções, Opções III-A e IV-A (1º Ano/ 2º SEM)*****2.4. Curricular year/semester/trimester:*****Elective disciplines, Options III-A and IV-A (1st Year/ 2d SEM)***

**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) |
|--|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|--------------------------------|
| Tratamentos Térmicos                     | CEM                                   | Semestral              | 162                                | 15T 30TP 0P; 15OT                  | 6    | Optativa                       |
| Tecnologia do Vidro                      | CEM                                   | Semestral              | 162                                | 15T 30TP 0P; 15OT                  | 6    | Optativa                       |
| Biomateriais                             | CEM                                   | Semestral              | 162                                | 15T 30TP 0P; 15OT                  | 6    | Optativa                       |
| Materiais em Conversão de Energia        | CEM                                   | Semestral              | 162                                | 15T 30TP 0P; 15OT                  | 6    | Optativa                       |

(4 Items)

**Anexo III - Engenharia de Materiais - Elenco de opções, Opções V-A a VII-A (2d Ano/ 2º SEM)****2.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia de Materiais***2.1. Study Cycle:***Materials Engineering***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)***Engenharia de Materiais***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)***Materials Engineering***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***Elenco de opções, Opções V-A a VII-A (2d Ano/ 2º SEM)***2.4. Curricular year/semester/trimester:***Elective disciplines, Options V-A to VII-A (2d Year/ 1st SEM)***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) |
|--|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|--------------------------------|
| Técnicas de Caracterização de Materiais  | CEM                                   | Semestral              | 162                                | 0T 15TP 30P; 15OT                  | 6    | Optativa                       |
| Processamento Avançado de Materiais      | CEM                                   | Semestral              | 162                                | 15T 0TP 30P; 15OT                  | 6    | Optativa                       |
| Reciclagem e Novos Produtos              | CEM                                   | Semestral              | 162                                | 15T 30TP 0P; 15OT                  | 6    | Optativa                       |
| Gestão de Recursos Humanos               | GES                                   | Semestral              | 162                                | 15T 30TP 0P; 15OT                  | 6    | Optativa                       |
| Gestão de Energia                        | EGL                                   | Semestral              | 162                                | 0T 45TP 0P; 15OT                   | 6    | Optativa                       |

(5 Items)

**Anexo III - Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico - Elenco de opções, Opção I-B (1º Ano/ 1º SEM)****2.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia de Materiais*

**2.1. Study Cycle:*****Materials Engineering*****2.2. Grau:*****Mestre*****2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)*****Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico*****2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)*****Materials Engineering - Branch of Ceramics Engineering*****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*****Elenco de opções, Opção I-B (1º Ano/ 1º SEM)*****2.4. Curricular year/semester/trimester:*****Elective disciplines, Option I-B (1st Year/ 1st SEM)*****2.5. Plano de Estudos / Study plan**

| <b>Unidades Curriculares / Curricular Units</b> | <b>Área Científica / Scientific Area (1)</b> | <b>Duração / Duration (2)</b> | <b>Horas Trabalho / Working Hours (3)</b> | <b>Horas Contacto / Contact Hours (4)</b> | <b>ECTS</b> | <b>Observações / Observations (5)</b> |
|---|--|-------------------------------|---|---|-------------|---------------------------------------|
| Matérias Primas Cerâmicas e Reologia            | CEM  | Semestral                     | 162                                       | 15T 30TP 0P; 15OT                         | 6           | Optativa                              |
| Química-Física de Superfícies                   | CEM  | Semestral                     | 162                                       | 15T 30TP 0P; 15OT                         | 6           | Optativa                              |
| Materiais em Tecnologia<br>(3 Items)            | CEM  | Semestral                     | 162                                       | 0T 45TP 0P; 15OT                          | 6           | Optativa                              |

**Anexo III - Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico - Elenco de opções, Opção II-B ( 1º Ano/ 2º SEM)****2.1. Ciclo de Estudos:*****Engenharia de Materiais*****2.1. Study Cycle:*****Materials Engineering*****2.2. Grau:*****Mestre*****2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)*****Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico*****2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)*****Materials Engineering - Branch of Ceramics Processing*****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*****Elenco de opções, Opção II-B ( 1º Ano/ 2º SEM)*****2.4. Curricular year/semester/trimester:*****Elective disciplines, Option II-B (1st Year/ 2d SEM)***

**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) |
|--|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|--------------------------------|
| Gestão da Qualidade                      | GES                                   | Semestral              | 162                                | 0T 45TP 0P; 15OT                   | 6    | Optativa                       |
| Sistemas de Gestão Ambiental             | CEA                                   | Semestral              | 162                                | 15T 0TP 30P; 15OT                  | 6    | Optativa                       |
| Noções de Design Industrial              | DS                                    | Semestral              | 162                                | 15T 30TP 0P; 15OT                  | 6    | Optativa                       |
| Segurança e Higiene no Trabalho          | ECIVIL                                | Semestral              | 162                                | 0T 45TP 0P; 15OT                   | 6    | Optativa                       |

(4 Items)

**Anexo III - Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico - Elenco de opções, Opções III-B e IV-B (1º Ano/ 2º SEM)****2.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia de Materiais***2.1. Study Cycle:***Materials Engineering***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)***Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)***Materials Engineering - Branch of Ceramics Processing***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***Elenco de opções, Opções III-B e IV-B (1º Ano/ 2º SEM)***2.4. Curricular year/semester/trimester:***Electives disciplines, Options III-B and IV-B (1st Year/ 2d SEM)***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) |
|--|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|--------------------------------|
| Refractários                             | CEM                                   | Semestral              | 162                                | 15T 30TP 0P; 15OT                  | 6    | Optativa                       |
| Tecnologia do Vidro                      | CEM                                   | Semestral              | 162                                | 15T 30TP 0P; 15OT                  | 6    | Optativa                       |
| Biomateriais                             | CEM                                   | Semestral              | 162                                | 15T 30TP 0P; 15OT                  | 6    | Optativa                       |
| Cimentos e Betão                         | CEM                                   | Semestral              | 162                                | 15T 30TP 0P; 15OT                  | 6    | Optativa                       |

(4 Items)

**Anexo III - Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico - Elenco de opções, Opções V-B a VII-B (2º Ano/ 1º SEM)****2.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia de Materiais***2.1. Study Cycle:**

**Materials Engineering****2.2. Grau:****Mestre****2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável)****Engenharia de Materiais - Ramo de Processamento Cerâmico****2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable)****Materials Engineering - Branch of Ceramics Processing****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:****Elenco de opções, Opções V-B a VII-B (2º Ano/ 1º SEM)****2.4. Curricular year/semester/trimester:****Elective disciplines, Options V-B to VII-B (2d Year/ 1st SEM)****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) |
|---|--|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|-----------------------------------|
| Técnicas de<br>Caracterização de<br>Materiais | CEM                                      | Semestral                 | 162                                   | 0T 15TP 30P; 15OT                     | 6    | Optativa                          |
| Processamento Avançado<br>de Materiais        | CEM                                      | Semestral                 | 162                                   | 15T 0TP 30P; 15OT                     | 6    | Optativa                          |
| Reciclagem e Novos<br>Produtos                | CEM                                      | Semestral                 | 162                                   | 15T 30TP 0P; 15OT                     | 6    | Optativa                          |
| Integração do Processo<br>Cerâmico            | CEM                                      | Semestral                 | 162                                   | 0T 15TP 30P; 15OT                     | 6    | Optativa                          |
| Gestão de Energia                             | EGL                                      | Semestral                 | 162                                   | 0T 45TP 0P; 15OT                      | 6    | Optativa                          |

(5 Items)

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

*O Mestrado tem por objetivos educacionais gerais formar profissionais com conhecimentos ao nível da ciência e tecnologias atuais, que lhes permitam seguir carreiras longas e produtivas, com intervenções inovadoras na indústria e na investigação em materiais, e bem assim:*

- *demonstrar capacidade para equacionar problemas em situações novas e para intervir na seleção, uso, processamento e desenvolvimento de materiais;*
- *desenvolver um exercício judicioso de atividades nas áreas da qualidade ou do processamento em empresas dos setores dos materiais metálicos, cerâmicos, vítreos, poliméricos e compósitos.*
- *Proporcionar formação para estes poderem criar e aplicar critérios de qualidade e estabelecer normas de certificação de procedimentos e ensaios de materiais.*
- *Dotar os estudantes que optem pelo Ramo de Processamento Cerâmico do curso, com uma formação compreensiva nesta área e na fronteira desta indústria com as dos refratários, os cimentos ou os betões.*

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

*The Program Educational Objectives of the master degree in Materials Engineering are to prepare professionals with educational knowledge and skills leveled to the science and technology of today that will lead them to long and productive careers with innovative interventions in industry and research on materials, as well as:*

- *Demonstrate ability to equate problems in new situations and to intervene in the selection, use, processing and development of materials;*
- *Develop a judicious exercise of activities in the areas of quality or processing inside companies of the sectors of metals, ceramics, glasses, polymers and composites.*
- *Provide them training to become able to create and enforce quality standards and establish certification standards*



*on procedures and testing of materials.*

*- Provide students who opt for the Ceramic Processing Branch of the course, with comprehensive training in this area and the border line with the refractory's, or cements and concretes industries.*

### 3.1.2. Objectivos de aprendizagem.

*Um mestre em Engenharia de Materiais deverá saber e ser capaz de:*

- diferenciar as diversas tecnologias disponíveis para o processamento dos materiais, compará-las e organizá-las consoante o fim a que se propõem e seleccioná-las segundo a sua adequação.*
- escolher amostras, em todo o processo de fabrico, medir as suas características relevantes, avaliar as quebras e propor soluções;*
- dar valor à reciclagem ou reutilização dos materiais e às técnicas mais avançadas de caracterização e de processamento dos materiais;*
- expor ideias e comunicar os resultados do trabalho realizado e suas conclusões, bem como os conhecimentos técnicos e científicos que as suportam e raciocínios subjacentes, publicamente e sob diferentes formas, usando tecnologias de comunicação adequadas e atualizadas;*
- avaliar a sua prestação na comunicação dos trabalhos que elabora;*
- desenvolver trabalho original de forma autónoma e em equipa, atento às implicações e responsabilidades éticas e sociais deste.*

### 3.1.2. Intended learning outcomes.

*Graduates from the Master in Materials Engineering must know and be able to:*

- Differentiate between the various technologies available for processing of materials, compare them and organize them according to aimed purposes and select them according to suitability.*
- Select samples throughout the manufacturing process, measure their properties, assess rejects and propose solutions;*
- Give due value to the recycling or reuse of materials and to most advanced techniques of materials characterization and processing;*
- Expose ideas and communicate the results of work and its conclusions, as well as technical and scientific knowledge and underlying reasoning that support them, publicly and in different ways, by using appropriate and updated communication technologies;*
- Self-assess performance in the communication of his/her own work;*
- Develop original work on his own and in teams, aware of the implications and ethical and social responsibilities of this work.*

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

*A Universidade de Aveiro define, em síntese, a sua missão presente como a de “criar conhecimento, expandir o acesso ao saber em benefício das pessoas e da sociedade, através da investigação, do ensino e da cooperação; assumir um projecto de formação global do indivíduo; ser actor na construção de um espaço europeu de investigação e educação, e de um modelo de desenvolvimento regional assente na inovação e no conhecimento científico e tecnológico”.*

*O curso de Mestrado com a estrutura de dois ramos, ou perfis de especialização da proposta colhe e integra em si as mais valias científicas e pedagógicas dos correspondentes dois cursos de Engenharia no domínio dos Materiais, acreditados pela Ordem dos Engenheiros e com dois ciclos de avaliações positivas, cursos criados como resposta da Universidade a elementos específicos do desenvolvimento regional, a indústria cerâmica e as indústrias da fundição, de componentes metálicas e ligas, de polímeros, e acessórios em materiais diversos. Ambos os cursos, organizados primeiro como licenciaturas de 5 anos, seguiram modelos europeus de ensino em Materiais. Foram registados em 2006 como novos cursos de 2º Ciclo e acreditados em 2010, com coerência científica com um mesmo curso de 1º Ciclo em Engenharia de Materiais. Tiveram permanentemente e têm como suporte da inovação a investigação em Materiais que se faz na Universidade de Aveiro reconhecida como excelente em sucessivos exercícios de avaliação.*

*Os objectivos definidos para o curso encontram correspondência e são coerentes com elementos identificados na estratégia da Universidade estabelecida no programa de acção para o quadriénio 2010-2014:*

- o curso procura promover a inovação e o desenvolvimento por via da educação com base na consolidação de sinergias entre a esta e a investigação,*
  - o curso tem um corpo docente na quase totalidade doutorado,*
  - as mudanças introduzidas, criando um estrutura em dois ramos para o curso são justificados como uma solução que visa tirar o máximo partido das novas condições, proporcionando ganhos de eficiência e eficácia e simultaneamente reforçar a cooperação com o exterior e catalisar o desenvolvimento regional e a inovação. Com efeito, na concorrência das áreas de formação e das instituições, a opção da Universidade pela oferta dos dois cursos de mestrado no domínio de materiais revela-se de eficácia limitada na conjuntura actual. Neste balanço, a procura interna penaliza a formação em engenharia cerâmica e do vidro. Contudo, registou-se no último biénio no espaço dos PALOP o reforço da cooperação com o exterior com a procura desta mesma formação em engenharia cerâmica ministrada pela Universidade de Aveiro.*
- Também, os indicadores mais recentes do INE, referentes a 2009-10, mostram que o sector da Indústria Cerâmica retem um peso muito significativo na indústria transformadora nacional: possui 566 empresas, com um bom desempenho nas exportações. Identifica-se a necessidade de renovação dos quadros deste sector.*

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

*The University of Aveiro presently defines, in summary, as its mission to "create knowledge, expand access to knowledge for the benefit of people and society through research, education and cooperation; to take a project of global training of individuals; to be an actor in the construction of a European space of research and education, and of a model of regional development based on innovation and scientific and technological knowledge".*

*The Masters course with the structure of two branches or specialization profiles in the proposal integrates itself the scientific and pedagogical gains of the corresponding two courses in the field of Materials Engineering, accredited by the Order of Engineers and two rounds of positive evaluations, courses created in response of the University to specific elements of regional development, the ceramic industry and foundry industries, the industries and metallic components and alloys, polymers, and accessories in various materials. Both courses organized at first as in five year degrees, followed European models of education in materials. They were registered in 2006 as new 2nd cycle courses and accredited in 2010, a sequence of scientific coherence to the same 1st Cycle course in Materials Engineering. They have and always had in support of innovation the research in materials that is done at the University of Aveiro recognized as excellent in successive assessment exercises.*

*The objectives for the course are matched and are consistent with elements identified in the strategy of the University established in the action program for the four years 2010-2014:*

- *The course seeks to promote innovation and development through education based on the consolidation of synergies between this and the research,*
- *The course has a faculty in almost all doctorates;*
- *The changes introduced, creating a structure in two branches for the course are justified as a solution that aims to take full advantage of the new conditions, providing efficiency and effectiveness while enhancing external cooperation and catalyzing regional development and innovation .*

*Indeed, in the competition among high education areas and institutions, the option of the University by offering two Master courses in the field of Materials appears to be of limited effectiveness in the current conjuncture. In this balance, internal demand penalizes the master in ceramics and glass engineering. However, in the last biennium there was in the space of PALOPs strengthening cooperation that demand this same training in ceramic engineering from the University of Aveiro.*

*Also, the most recent indicators of the INE, referring to 2009-10, show that the sector of Ceramics Industry retains a very significant weight in the national manufacturing industry: it has 566 companies and a good export performance. There is the need for renewal of the technical staff of this sector.*

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

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

*A UA pretende reforçar a sua afirmação como centro de excelência internacionalmente reconhecido e potenciar o seu contributo para o desenvolvimento regional e nacional. Mantendo a dimensão atual a UA pretende aumentar o impacto da sua atuação:*

**Consolidando a implementação dos princípios subjacentes ao processo de Bolonha, designadamente ao nível dos processos de ensino-aprendizagem, promovendo uma maior aproximação entre formação e investigação, desenvolvendo atitudes e autonomia nos formandos, e competências em áreas não curriculares, facilitando a integração profissional num mercado de trabalho aberto e globalizado**

**Reforçando o seu projeto educativo, inclusivo e de formação global do indivíduo, através do desenvolvimento de capacidades transversais, do apoio direto e diferenciado a alunos com necessidades específicas, designadamente através da Ação Social, e da promoção da prática de atividades extracurriculares.**

**Aumentando a proporção de alunos de pós-graduação para 40 a 50% do número de alunos.**

**Desenvolvendo um programa de formação de ativos, requalificação de licenciados e captação de novos públicos.**

**Fomentando o aumento do sucesso escolar nas formações que ministra, promovendo a utilização e a partilha de boas práticas, monitorizando os resultados e atuando sobre eles.**

**Implementando corretamente mecanismos de garantia de qualidade, de modo transversal a toda a sua ação.**

**Reforçando o caráter internacional do ensino e da investigação com o aumento da mobilidade de estudantes, docentes e funcionários, da oferta de ensino em língua inglesa, e do número de programas de pós-graduação em redes nacionais e internacionais.**

*A UA pretende reforçar a sua afirmação como centro de excelência de dimensão internacional, em matéria de investigação e de formação avançada, preconizando:*

**• Criação de uma escola doutoral, a constituir-se como uma referência, em termos nacionais e europeus, em áreas selecionadas.**

**• Estabelecimento de parcerias com instituições de ensino superior e investigação de referência a nível europeu, para o desenvolvimento de programas doutorais internacionais com múltipla titulação.**

**• A UA assume-se como instituição de excelência em Telecomunicações, Ciência e Engenharia dos Materiais, Nanociências e Ambiente e Mar, e com condições para se tornar uma instituição líder a nível europeu em algumas destas áreas.**

*Complementando esta forte aposta na internacionalização, a UA pretende ser um ator essencial ao processo de desenvolvimento da sociedade no âmbito nacional e regional. Para o efeito a UA propõe-se:*

**Intensificar as relações de investigação, desenvolvimento e transferência de conhecimento e tecnologia com as empresas e outras entidades**

**Reforçar o entendimento público da ciência promovendo iniciativas de divulgação da ciência, com especial enfoque no conceito da Fábrica de Ciência.**

**Dinamizar o desenvolvimento integrado da educação ao nível regional, em parceria com as autarquias e escolas.**

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

*The UA aims to reinforce its position as an internationally recognised centre of excellence and to strengthen its contribution to regional and national development. Maintaining its current size, the UA aims to increase the impact of its activities, by:*

- consolidating the implementation of the principles underlying the Bologna Process, namely at the level of teaching and learning processes, promoting a greater approximation between teaching and research, developing the attitude and autonomy of students and their competences in non-curricular areas, and facilitating their professional integration in the open and globalised workplace;
- reinforcing its educational project, the inclusive and global education of each individual, through the development of general skills, personal and differentiated support for students with special needs, namely through the Student Welfare Services, and the promotion of extra-curricular activities;
- increasing the proportion of post-graduate students to between 40% and 50 % of the total number of students;
- introducing training programmes for the active working population, requalification of graduates and securing new publics;
- promoting an increase in the academic success rate on its study programmes, promoting the use and sharing of good practices, monitoring the results and acting on them;
- correctly implementing mechanisms of quality assurance throughout the range of its activities;
- reinforcing the international character of its teaching and research by increasing the mobility of students, teaching and non-teaching staff, the use of English as language of instruction, and the number of post-graduate programmes integrated in national and international networks.

*The UA aims to reinforce its position as an internationally recognised centre of excellence in the field of research and advanced studies, foreseeing:*

- the creation of a doctoral school which will become a national and European reference in selected areas;
- the establishment of partnerships with European higher education and research institutions of renown, for developing international doctoral programmes, leading to multiple degrees;
- as an institution of excellence in Telecommunications, Materials Science and Engineering, Nanosciences and Environmental and Marine Studies, the UA is in a position to become a leading European institution in some of these areas.

*Complementing this strong emphasis on internationalisation, the UA aims to take a leading role in the process of social development at national and regional levels. To this end, the UA proposes:*

- to intensify the relationship between research, development and knowledge and technology transfer, and businesses and other entities;
- to reinforce the public understanding of science through initiatives for the dissemination of science, with special focus on the concept of the Science Factory;
- to encourage the integrated development of education at regional level.

### 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.

*A Universidade de Aveiro (UA) assume-se como instituição de excelência em diversas áreas, nomeadamente na de Ciência e Engenharia de Materiais, pretendendo reforçar a sua afirmação como centro de excelência em termos internacionais. O mestrado que se submete a acreditação é um pilar fundamental neste projeto da instituição, garantindo a formação científica necessária aos estudantes que pretendam continuar os seus estudos ao nível do terceiro ciclo (entrando no programa doutoral em Ciência e Engenharia de Materiais, em funcionamento). No plano de estudos evidencia-se a inclusão de unidades curriculares optativas de carácter transversal (Técnicas de caracterização de materiais, Processamento avançado de materiais) ou relacionadas com áreas de investigação do laboratório associado CICECO (Biomateriais, Materiais em conversão de energia, Reciclagem e novos produtos) que suportam a aquisição de conhecimentos e a sua compreensão necessários para o ciclo doutoral.*

*O mestrado assume como outra vertente a formação de profissionais com competências adequadas à sua ação no tecido empresarial. Este aspeto vem de encontro ao ponto anterior onde se diz que a UA propõe-se intensificar as relações de investigação, desenvolvimento e transferência de conhecimento e tecnologia com as empresas e outras entidades. Num plano intermédio, o Mestrado, quer porque envolve investigadores na formação dos alunos com a lecionação de partes do curso e sobretudo na (co-) orientação dos trabalhos de Dissertação/ Projecto/ Estágio, quer porque os temas desta unidade curricular são/serão, i) propostos pelos formandos enquanto técnicos das empresas e em questões de inovação da produção, ou ii) tem o apoio direto das empresas que proporcionam estágios dentro destas, o mestrado constitui-se como veículo efetivo de transferência de conhecimento e tecnologia com as empresas e gerador de oportunidades para cultura de empreendedorismo. Os objetivos gerais preconizados para o mestrado encaixam-se, assim, de forma praticamente direta no projeto educativo e científico da UA. De forma mais específica, aponta-se ainda para a consolidação dos princípios subjacentes ao processo de Bolonha através do desenvolvimento de atitudes e autonomia dos formandos (cf. com os objetivos específicos de auto-avaliação e de valorização doutros conhecimentos e ainda de objetivos de alto nível relacionados com o desenvolvimento de capacidades de análise, comparação, organização, escolha, avaliação, seleção e propostas de soluções).*

*Em correspondência com o propósito da UA de facilitar a integração profissional num mercado de trabalho aberto e globalizado, o Mestrado, com o ramo dirigido para a formação especializada em Engenharia de Materiais – Ramo de Processamento Cerâmico, pretende tornar-se numa resposta facilitadora da integração profissional mais direta*

*dos mestres num espaço representado por meio milhar de empresas do setor cerâmico nacional e nos espaços internacionais com que estas se relacionam.*

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

*The University of Aveiro (UA) is assumed as an institution of excellence in several areas, particularly in Materials Science and Engineering, intending to strengthen itself as a center of excellence in international terms. The Master submitted to accreditation is a fundamental pillar of the institution in this project, ensuring the scientific background necessary for students willing to continue their studies at the third cycles (entering the doctoral program in Materials Science and Engineering, already in operation). In the curriculum of the course is evident the inclusion of optional courses in cross-cutting areas (techniques for materials characterization, advanced processing of materials) or related to the research areas of CICECO- Associated Laboratory (biomaterials, materials for energy conversion, recycling and new products) that support the acquisition of knowledge and level of understanding required for the doctoral cycle.*

*The master takes as another aspect the training of professionals with skills appropriate to their action in the industry. This comes in alignment with the previous point where it is said that the UA intends to intensify relations of research, development and transfer of knowledge and technology with enterprises and other entities. In an interim plan, the Master, whether it involves researchers in training students with the teaching of parts of the course and especially in the (co-) supervision of Thesis / Project / Internship works, either because the topics of this course are/ will be, i) as proposed by the students that are staff of the enterprises in matters of technical innovation in the production processes, or ii) will have the direct support of companies that grant co-internship s to carry out in house studies, the master is effective as a vehicle to transfer knowledge and technology with companies and generator opportunities for entrepreneurship culture.*

*The general objectives set for the Master course fit, so, and much directly in the educational and scientific project of UA. Specifically, it is pointed out moreover the consolidation of the principles underlying the Bologna process through the development of attitudes and autonomy of learning (see the specific objectives of self-assessment and appreciation of knowledge and of other skills, and the high level aims with regarding to building of analysis capacity for the comparison, organization, selection, evaluation, selection and proposing solutions).*

*In correspondence with the purpose of the educational project of the AU to facilitate the professional integration in an open and globalized labor market, the Masters, with the branch directed towards specialized training, Materials Engineering - Ceramic Processing Branch, intends to become an answer facilitating the more direct integration of master graduates in a space represented by half thousand of companies in the national ceramics sector and in international spaces in which they do businesses.*

### 3.3. Unidades Curriculares

#### Anexo IV - Instrumentação e Controlo Automático

##### 3.3.1. Unidade curricular:

*Instrumentação e Controlo Automático*

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

*Fernando Manuel Bico Marques*

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

*Maria Elisabete Jorge Vieira da Costa*

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

*O aluno deverá conhecer conceitos e simbologia correntes em controlo automático, o papel e exemplos de diferentes tipos de instrumentos, conseguir interpretar um diagrama de instrumentação, compreender a metodologia de análise do comportamento de sistemas de diferente natureza, conhecer um conjunto de soluções típicas e compreender o papel dos parâmetros de regulação de um controlador em termos de estabilidade de uma cadeia de regulação, incluindo o efeito de intervenções de recurso face a situações de risco e/ou instabilidade. Conhecer os princípios de funcionamento e tendências em instrumentação de medida e correcção. Compreender soluções específicas de instrumentação em casos típicos de processos industriais e identificar o potencial associado à utilização da informação com origem em instrumentação de medida.*

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

*The student is expected to understand usual concepts and symbols in automatic control, the roles and examples of different instruments, to understand instrumentation diagrams and the methodology adopted in the analysis of typical dynamic responses of various open-loop and closed-loop systems as origin of typical examples of system behavior. Also, the student is asked to understand major control actions and procedure for the optimization of controller parameters in order to preserve/optimize the system stability, including urgent actions under situations*

*of risk.*

*Lastly, the student is asked to be aware of recent tendencies in instrumentation for process control and understand the potential of the information generated in these instruments as auxiliary process management tool.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Conceitos Básicos e Simbologia. Controlo em cadeia aberta. Controlo em cadeia fechada. Sinais para transporte de informação. Código de identificação de instrumentos (ISA)*

*Fundamentos Matemáticos. Transformada de Laplace. Transformação inversa de Laplace. Linearização de funções. Descrição Analítica de Sistemas. Função de transferência. Estudo de processos típicos e respectivas funções de transferência. Respostas de sistemas de 1º e 2ª ordem a diversos tipos de variações na entrada.*

*Controladores. Controladores de 2 posições. Controladores de 3 posições. Controladores de acção proporcional (P), de acção integral (I) e de acção derivativa (D), e respectivas combinações.*

*Estabilidade. Critério de Routh. Método dos lugares geométricos das raízes.*

*Instrumentação de Medida e Correção. Pressão. Temperatura. Caudal. Nível. Outros. Válvulas. Tendências actuais da instrumentação*

*Instrumentação em Instalações Industriais. Instrumentação e funções de gestão*

### 3.3.5. Syllabus:

*Concepts and definitions. Open-loop and closed-loop control. Instruments and functions. Symbols (ISA).*

*Linearization of functions and Laplace transform. Block diagrams and transfer functions. Control diagrams.*

*Process dynamics. 1st and 2nd order systems. System response to step, constant rate and sinusoidal forcing.*

*Two-positions, three-positions. proportional, integral and derivative control.*

*Stability. The Routh test. Effect of controller parameters on stability. Optimum controller settings. Root locus method.*

*Instruments for the measurement of pressure, temperature, flow, level and other variables. Valves. Instrumentation used in typical industrial processes. Communication between instruments and computers. Control and management.*

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

*O conteúdo programático inclui na sua fase inicial toda a informação indispensável ao reconhecimento e compreensão de símbolos e conceitos correntes em controlo automático, consolidando-se deste modo um modelo de linguagem e comunicação com características próprias, e desenvolvendo-se o suporte indispensável à introdução das restantes componentes programáticas. Os estudantes revisitam depois aspectos de formação em matemática que irão ser usados ao longo do programa, com destaque para a aplicação prática destas ferramentas em problemas concretos de controlo automático. Concluída esta fase, e usando as referidas ferramentas matemáticas, explora-se a análise concreta de um número significativo de processos típicos, envolvendo fenómenos de natureza física e química, com o duplo objectivo de identificar modelos semelhantes de comportamento e consolidar uma metodologia de análise do comportamento dinâmico de processos. Conclui-se a componente formativa nuclear com a introdução das funções de controlo mais relevantes, e integrando as mesmas em cadeias de regulação envolvendo processos representativos, tendo em vista a exploração de respostas típicas a perturbações, para conjuntos de parâmetros de controlo relevantes. Como consequência desta abordagem, o aluno é introduzido ao problema da estabilidade e a métodos eficazes de identificação de limites de estabilidade. Para complemento da componente informativa inicial, apresentam-se e estudam-se diferentes tipos de instrumentos de medição de uso corrente, usando-se esta realidade para mostrar o potencial da informação disponível em termos de funções complementares de gestão.*

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

*As introduction, the program includes all the information needed to understand and identify symbols and concepts frequently used in automatic control, in order to build a common language and basis for the following issues being addressed. As preparation for the following subjects, students are also asked to review a few mathematical tools learned in previous courses, with emphasis on situations relevant to automatic control. Using these same tools, the students are introduced to the analysis of several problems of process dynamics, physical or chemical in nature, in order to identify typical examples and understand the usual methodology in the analysis of such problems. The students are then introduced to the major functions of controllers. Arrived here, combining all information available, the impact of a change in the load (disturbance) can be exploited for a variety of relevant control parameters and typical process dynamics, studying the closed control chain response. The identification of conditions of stability and non-stability is used to introduce a few effective solutions to test the stability of a given control chain. Lastly, as a complement of early information on types of instruments, the student is introduced to specific types of sensors frequently used in automatic control. This is also used to show the corresponding potential as an auxiliary source of information for various types of management functions.*

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

*Aulas teóricas envolvendo a exposição das matérias a leccionar, são complementadas por aulas teórico-práticas envolvendo a realização de exercícios ilustrativos de temas tratados no programa. Todas as aulas envolvem*

*projecção de slides (PPT), realçando informação e tópicos considerados de especial relevo, ou figuras e fotografias ilustrativas de instrumentos e soluções de instrumentação. Os estudantes são chamados a participar activamente nas aulas, quer através de perguntas colocadas sobre os temas em discussão, quer através da colocação de dúvidas suscitadas nas aulas.*

*A avaliação inclui três testes parciais individuais durante o período lectivo normal, ou um exame final durante o período reservado para este efeito. Complementarmente, os estudantes recebem três exercícios como trabalho para casa, a realizar em grupo, centrados nas três componentes principais do programa: comportamento dinâmico de processos, controlo e estabilidade, e aspectos práticos de instrumentação.*

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

*Theoretical lectures highlighting the major aspects of the course content are complemented by tutorials including a large number of practical exercises. All lectures are supported by slides (PPT) either highlighting major topics or detailed views of instruments and instrumentation schemes. Students are asked to participate actively in all types of lectures, namely being frequently questioned on subjects under discussion or invited to raise their own questions.*

*The assessment is based on 3 partial written (individual) tests during the normal period of lectures or final examination on total course content in the assessment period after lectures plus three group exercises (home work) with emphasis on major aspects of this course: process dynamics, control and stability, and practical aspects of instrumentation.*

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

*O programa envolve uma componente informativa/descritiva com alguma expressão (simbologia e exemplos de instrumentação), que é tratada de forma directa através da apresentação das bases de informação de referência (ex: simbologia da Instrument Society of America) complementada pelo estudo de alguns casos típicos. A disponibilidade de slides/imagens com inúmeros exemplos e detalhes dos aspectos em análise favorece a qualidade da componente descritiva e prepara os estudantes de forma muito directa para aspectos práticos com que irão deparar na sua actividade profissional.*

*Na dimensão formativa envolvendo a capacidade de compreender e/ou encontrar soluções para situações típicas, porventura novas, assegura-se primeiramente que o aluno domina minimamente as ferramentas essenciais a usar, e posteriormente introduzem-se numa lógica construtiva progressiva as componentes informativas e metodologias de tratamento para os diferentes tipos de problemas (comportamento dinâmico de processos isolados, resposta em cadeia aberta, acções de controlo, resposta em cadeia fechada, estabilidade). Toda esta abordagem envolve ainda a exploração de um número significativo de estudo de casos.*

*Com o objectivo de consolidar conhecimentos e avaliar dificuldades eventuais em alguns domínios, os alunos realizam um conjunto de exercícios como trabalho fora de aulas, centrados nos principais assuntos tratados nesta disciplina. A definição desta actividade como trabalho em grupo favorece uma primeira homogeneização positiva de conhecimentos por nivelamento entre os diferentes elementos de um grupo. A obrigatoriedade de entrega de relatórios desses exercícios para avaliação favorece o estabelecimento de múltiplos contactos fora de aulas com os docentes responsáveis, tendo em vista o esclarecimento de dúvidas. Deste modo, conjugada a componente presencial em aulas com o trabalho em grupo e tempo de contacto fora de aulas, consegue-se assegurar uma metodologia de ensino ajustada às características específicas individuais dos alunos e aos objectivos de aprendizagem.*

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

*The program involves an informative/descriptive component with some expression (examples of symbolism and instrumentation), which is handled directly through the presentation of reference sources (ex: symbols of the Instrument Society of America) supplemented by the study of some typical cases. Availability of slides/images with examples and details of aspects under consideration favors the quality of the descriptive component and prepares students directly to practical aspects which they will face in their profession.*

*In the formative dimension, involving the ability to understand and/or find solutions to typical situations, maybe new, firstly the student is mastered on essential tools to use, and then exposed to a progressive constructive rational where information and methodologies are presented for different types of problems (dynamic behavior of individual processes, open-chain response, closed-loop response, stability). All this approach also involves the exploration of a significant number of case studies.*

*In order to consolidate knowledge and assess any difficulties in some areas, students perform a set of exercises to work outside the classroom, focusing on key issues addressed in this discipline. The definition of this activity as group work promotes a positive first homogenization of knowledge by leveling between the different elements of a group. The required submission of reports of these exercises for evaluation favors the establishment of multiple contacts with the academic staff outside the classroom, in order to clarify questions. Thus, combining the activity within the classroom with group work and contact outside classes, it is possible to secure a teaching methodology tailored to the specific characteristics of individual students and learning objectives.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*A. Pollard, Process Control, Ed. Heinemann Educational Books, London, 1981.*

*A. C. Solé, Instrumentacion Industrial, Ed. Marcombo, 1993.*

- C. L. Albert and D. A. Coggan, Fundamentals of industrial control: practical guides for measurement and control, Ed. Instrument Society of America, 1992.*
- E. Costa, F. Marques, Instrumentação e Controlo Automático, Universidade de Aveiro, 2006.*
- B. Lipták, Process Measurement and Analysis, Instrument Engineer's Handbook, 3th edition, 1999.*
- D. Coughanowr, Process systems Analysis and Control, 2d edition, Mc Graw Hill, 1991.*
- T. Marlin, Process Control, Mc Graw Hill, New York, 1995.*
- G. Stephanopoulos, Chemical Process Control: an Introduction to Theory and Practice, Prentice /Hall International, Inc., 1984.*

#### **Anexo IV - Tecnologia Cerâmica**

##### **3.3.1. Unidade curricular:**

***Tecnologia Cerâmica***

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

***Paula Maria Lousada Silveirinha Vilarinho***

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

***<sem resposta>***

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

- 1. Identificar os objectivos do processamento cerâmico (tradicional e técnico) e a sua evolução***
- 2. Identificar os Processos Gerais de Fabricação de cerâmicos (tradicional e técnicos) e identificar e entender as variáveis controladoras dos vários processos***
- 3. Identificar as matérias primas que estão na base da manufactura dos materiais cerâmicos tradicionais e técnicos; identificar o papel de cada uma das matérias primas e os seus requisitos morfológicos***
- 4. Identificar as operações Unitárias de fabrico de cerâmicos e identificar e entender as variáveis controladoras dos vários processos***
- 5. Identificar e entender os aspectos energéticos e ambientais mais relevantes do processamento cerâmico.***

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

- 1. Identify the objectives of ceramic processing (traditional and technical) and its evolution***
- 2. Identify the general processes of producing ceramics (traditional and technical) and to identify and understand the controlling variables of the various processes***
- 3. Identify the raw materials that underpin the manufacture of traditional and technical ceramics; identify the role of each of the raw material, requirements and morphology***
- 4. Identify unit operations of manufacture of ceramics and identify and understand the controlling variables of the various processes***
- 5. Identify and understand energy and environmental aspects relevant to the ceramic processing.***

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

- 1. Introdução: Objectivos, história, Desenvolvimentos futuros***
- 2. Processos Gerais de Fabricação: Introdução, Fases do processo, Preparação do sistema inicial, Conformação, Secagem, Sinterização, Beneficiação***
- 3. Matérias Primas: identificação e caracterização***
- 4. Operações unitárias do Processo***
  - 4.1. Prensagem de Pós Cerâmicos: Sistemas de prensagem, Etapas, Caract. pós para prensagem, teoria, Características do prensado***
  - 4.2. Extrusão: Teoria da extrusão, equipamentos, defeitos***
  - 4.3. Moldagem por Injecção: O processo, equipamento, formulação dos sistemas, defeitos***
  - 4.4. Enchimento: histórico, sistemas de enchimento e etapas do ciclo de conformação, Teoria, Estabilidade das suspensões, Reologia das suspensões, moldes, defeitos***
  - 4.5. Secagem: Mecanismos de secagem, Curvas de secagem, problemas de secagem***
  - 4.6. Cozedura: Etapas de cozedura, Curvas de cozedura, Fornos***
- 5. Cálculos de cargas e balanços mássicos***
- 6. Normalização, regras ambientais e reciclagem***

##### **3.3.5. Syllabus:**

- 1. Introduction: objectives, history, future developments***
- 2. General manufacturing processes: Introduction, process steps, preparation of the initial system, Forming, Drying, Sintering, Improvement***
- 3. Raw materials: natural and synthetic, identification and characterization***
- 4. Process unit operations***

- 4.1. *Pressing of ceramic powders: press systems, press cycle stages, characters. powders for pressing, pressing theory, characteristics of pressed bodies*
- 4.2. *Extrusion: Theory of extrusion, extrusion equipment, extrusion defects*
- 4.3. *Injection Molding: process, equipment, systems formulation, defects*
- 4.4. *Slip casting: casting systems, stages and conformation cycle, theory of slip casting, stability of suspensions, rheology of suspensions, molds, defects*
- 4.5. *Drying: drying mechanism, curves of drying, drying problems*
- 4.6. *Sintering: sintering cycles, sintering curves, furnaces*
5. *Calculations of charge and mass balances*
6. *Standards, environmental regulations and recycling.*

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

*A coerência do conteúdo programático com os objectivos de aprendizagem na unidade curricular de Tecnologia Cerâmica é muito clara e óbvia; assim:*

- *o objectivo 1 é cumprido pela leccionação do conteúdo dos pontos 1 e 2*
- *o objectivo 2 é cumprido pela leccionação do conteúdo dos pontos 2*
- *o objectivo 3 é cumprido pela leccionação do conteúdo dos pontos 3*
- *o objectivo 4 é cumprido pela leccionação do conteúdo dos pontos 4 e 5*
- *o objectivo 5 é cumprido pela leccionação do conteúdo dos pontos 6*

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

*The consistency of the curriculum with learning objectives in the course of Ceramic Technology is very clear and obvious:*

- *Objective 1 is fulfilled by teaching the contents of sections 1 and 2*
- *Objective 2 is accomplished by teaching the contents of section 2*
- *Objective 3 is accomplished by teaching the content of section 3*
- *Objective 4 is fulfilled by teaching the contents of sections 4 and 5*
- *Objective 5 is fulfilled by teaching the contents of sections 6*

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

*A metodologia de ensino usada na unidade curricular de Tecnologia Cerâmica envolve:*

1. *Aulas presenciais: i) de exposição dos assuntos que fazem parte do conteúdo programático da disciplina e incentivo à efectiva participação dos alunos na aula e ii) de resolução de problemas ou de casos de estudo associados à tecnologia cerâmica.*
2. *Aulas de apresentação: Apresentação e resolução de casos de estudo no âmbito da tecnologia cerâmica.*
3. *Visitas de Estudo: visitas a instalações fabris na área do fabrico cerâmico.*

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

*The teaching methodology used in the course involves:*

1. *Lectures: i) presentation of the topics that are part of the curriculum of the course and encouragement to the effective participation of students in class and ii) problem-solving or case studies related to ceramic technology.*
2. *Classroom presentation: Presentation and Resolution of case studies within ceramic technology.*
3. *Study visits: visits to manufacturing ceramic facilities.*

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

*A coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem na unidade curricular é também óbvia e clara; assim:*

- *o objectivo 1 é cumprido através das aulas presenciais e visitas às unidades fabris*
- *o objectivo 2 é cumprido através das aulas presenciais, visitas às unidades fabris e casos de estudo*
- *o objectivo 3 é cumprido através das aulas presenciais e visitas às unidades fabris*
- *o objectivo 4 é cumprido através das aulas presenciais, visitas às unidades fabris e casos de estudo*
- *o objectivo 5 é cumprido através das aulas presenciais, visitas às unidades fabris e casos de estudo*

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

*The consistency of teaching methods to learning objectives in the course unit is also obvious and clear,:*

- *The objective is fulfilled through a classroom and visits to factories*
- *Objective 2 is accomplished through classes, visits to factories and case studies*
- *Objective 3 is accomplished through classroom sessions and visits to factories*
- *Objective 4 is accomplished through classes, visits to factories and case studies*
- *The objective is met through the five classes, visits to factories and case studies*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

1. *James S. Reed, Principles of Ceramic Processing, John Wiley and Sons, 2nd Edition, 1995, ISBN 0-471-59721-X*



2. António Tomás da Fonseca, *Tecnologia do Processamento Cerâmico, Universidade Aberta, 2000.*
3. João Lopes Baptista, Darlindo Lucas, *Introdução à Tecnologia Cerâmica, Universidade de Aveiro.*
4. *Artigos científicos e técnicos relacionados com as operações unitárias do processo*

#### Anexo IV - Tecnologia Metalúrgica

##### 3.3.1. Unidade curricular:

*Tecnologia Metalúrgica*

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

*Ana Maria Bastos da Costa Segadães*

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

*Augusto Luís Barros Lopes*

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

*Fornecer conhecimentos técnico-científicos sobre a obtenção de produtos acabados metálicos pelos processos de fundição, enformação mecânica e metalurgia do pó. Promover a integração dos conhecimentos adquiridos ligando-os a estas técnicas de processamento. Sensibilizar os futuros engenheiros para a relação indústria/meio ambiente.*

*Com a aprovação a esta unidade curricular, os alunos deverão:*

- *compreender os fundamentos da extração de metais a partir dos correspondentes minérios usando a metalurgia dos ferrosos como exemplo;*
- *compreender os fundamentos das tecnologias de obtenção de produtos acabados metálicos pelos processos de fundição, enformação mecânica e pulverometalurgia, relacionando os conhecimentos adquiridos com a prática industrial;*
- *ser capazes de propor uma sequência de operações de vazamento/trabalho/recozimento adequada à obtenção de um produto com especificações determinadas; e*
- *estar sensibilizados para a relação indústria metalúrgica/meio ambiente.*

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

*With this course, students should acquire the technical-scientific basis to produce metal parts by foundry casting, plastic work and powder metallurgy, while integrating their foreknowledge with those production techniques and becoming aware of the relationship between metal industry and the environment.*

*After this course, students should:*

- *understand the basics of metal extraction from the corresponding ores, using ferrous metallurgy as an example;*
- *understand the basics of the technologies used to produce metal parts by casting, plastic work and powder metallurgy and relate such knowledge with industrial practice;*
- *be able to design a sequence of casting/work/anneal operations suitable to the production of a given metal part with specified characteristics; and*
- *be aware of the relationship between metal industry and the environment.*

##### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. *História e estado atual da indústria metalúrgica.*
2. *Metalurgia extrativa. Minérios. Equipamentos de fusão; coquerias. Transformações de fases nas ligas Fe-C. Aciaria. Processamento do metal líquido.*
3. *Vazamento e solidificação. Solidificação dentro de um molde, crescimento colunar, redução de volume, segregação de constituintes, libertação de gases. Tecnologia da fundição em areia: fabricação de moldes, moldações e machos. Gitagem (projeto). Fundição de precisão e injectada. Tecnologia do vazamento contínuo.*
4. *Enformação por deformação plástica. Tensões e deformações, ensaios de caracterização, relações constitutivas (revisão). Mecanismos e modelos da deformação plástica. Processos de enformação por deformação plástica: parâmetros do processo, equipamentos, defeitos. Laminagem. Forjamento. Extrusão. Trefilagem. Estampagem.*
5. *Metalurgia do pó. Processos de produção de pó, compactação, sinterização.*
6. *Metalurgia de ligas não ferrosas: alumínio, magnésio, titânio.*

##### 3.3.5. Syllabus:

1. *Metals: historical milestones and state of the art.*
2. *Extraction metallurgy. Ore preparation. Melting units; coke production. Phase changes in Fe-C alloys: steels and cast irons. Steel making and refining. Processing from the liquid metal.*
3. *Casting and solidification. Solidification inside a mold, columnar growth, volume shrinkage, minor constituents segregation, gas evolution. Process sequence in sand casting. Manufacture of patterns, molds and cores. Design of feeding and gating systems. Precision casting. Die casting. Continuous casting technology.*
4. *Metal forming by plastic deformation. Stress and strain, test methods, constitutive relationships (review).*

***Mechanisms and models for plastic deformation. Plastic forming processes: controlling parameters, typical machinery, defects. Rolling. Forging. Extrusion. Wire drawing. Deep drawing.***

***5. Powder metallurgy. Production of metal powders. Compaction. Sintering.***

***6. Non-ferrous alloys: aluminium, magnesium, titanium.***

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

*Os metais são quase sempre extraídos dos seus minérios no estado líquido e, portanto, é necessário que se conheçam os princípios básicos da metalurgia extrativa para se poder compreender as técnicas de processamento, ou enformação, de metais. As propriedades dos metais podem ser alteradas ou controladas essencialmente por três processos diferentes: formação de ligas, encruamento ou trabalho a frio, e tratamento térmico, pelo que as três principais tecnologias usadas para transformar metais e fabricar produtos metálicos são o vazamento e solidificação do metal líquido (fundição), a enformação plástica do metal solidificado e a sinterização de pós metálicos (pulverometalurgia). Das três, o trabalho plástico é talvez a mais antiga e a mais amadurecida e atualmente cerca de 90% dos componentes metálicos industriais são peças vazadas.*

*Os três processos dependem da, e são influenciados pela, natureza cristalina dos metais. Por isso, qualquer estudo nesta área pressupõe conhecimentos de cristalografia e dos fenómenos que ocorrem durante a solidificação de um metal líquido. Por outro lado, a formação de ligas e o tratamento térmico subjacente à manipulação das propriedades mecânicas dos metais exige o conhecimento do equilíbrio de fases do sistema. Já o estudo da Plasticidade tem especial relevância para o trabalho plástico (enformação plástica) de metais, onde o que se pretende é garantir que em cada secção a plasticidade seja completamente desenvolvida por forma a que ocorra uma deformação massiva e que a nucleação e propagação de fissuras seja inibida pelas elevadas pressões de compressão, e no dimensionamento de estruturas com capacidade de carga (Projeto).*

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

*Metals are generally extracted from the corresponding ores in the liquid state and, therefore, some knowledge of the basic principles of extraction metallurgy are necessary to understand metals processing, or forming, techniques. The properties of metals can be changed and controlled essentially by three different means: alloying, hardening and cold work, and thermal treatment. Thus, the three major technologies used to produce metal parts are casting and solidification of liquid metal (foundry), plastic deformation of solidified metal and sintering of metallic powders (powder metallurgy). Of those three, plastic work might be the oldest and most and best established, while near 90% of all industrial metal products today, are cast parts.*

*Those three technologies depend on, and are affected by, the crystal nature of metals. Thus, any study in this field requires knowledge about crystallography and the phenomena that take place during liquid phase solidification. On the other hand, alloy design and thermal treatment to manipulate metal mechanical properties requires a sound knowledge of phase equilibrium within the system. Understanding plasticity is especially relevant as it is for either metals plastic forming technologies, where full plasticity development is required for massive deformation while crack nucleation and growth is inhibited by high compressive forces used, or the design of structural units with load bearing capacity.*

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

*Exposição teórica com projeção de vídeos e diapositivos e resolução de exercícios. Estudo de casos. Visitas de estudo a unidades industriais.*

*Avaliação periódica (dois testes) durante o período letivo e exame de recurso, no período previsto no calendário escolar.*

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

*Multi-media supported teaching (videos and power-point presentations) and problem solving exercises. Case studies. Field trips to industrial sites.*

*Two individual tests during the semester and a reseat exam («recurso») as defined in the academic calendar.*

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

*Nesta unidade curricular pretende-se fornecer aos estudantes conhecimentos técnico-científicos sólidos sobre a obtenção de produtos acabados de metais e suas ligas pelos processos de fundição, enformação mecânica e metalurgia do pó: para tal, o ensino em sala de aula é amplamente ilustrado em projeção de vídeos e diapositivos, e complementado com visitas de estudo a unidades industriais.*

*É também objetivo da unidade curricular promover a integração dos conhecimentos adquiridos ligando-os àquelas técnicas de processamento dos materiais metálicos, para o que se recorre à resolução de exercícios e estudo de casos que não só aplicam os conhecimentos recém adquiridos como exigem conhecimentos antigos de outras unidades curriculares, nomeadamente, nucleação e crescimento de cristais a partir do líquido e desenvolvimento microestrutural, sinterização de pós, diagramas de equilíbrio de fases, comportamento mecânico e teoria da deformação plástica, desenho técnico e química orgânica.*

*Finalmente, são realçadas as situações e etapas de fabrico mais danosas do meio ambiente, seja pelos materiais usados, seja pelos sub-produtos ou resíduos gerados, e são apontadas hipóteses de reciclagem ou reutilização,*

*pele que os futuros engenheiros são sensibilizados para a relação indústria metalúrgica/meio ambiente.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*With this course, students should acquire the technical-scientific basis needed to produce metal parts by foundry casting, plastic work and powder metallurgy: to this aim, classroom teaching is profusely illustrated in videos and power-point presentations, and complemented by field trips to industrial sites.*

*The second objective of this course is to promote foreknowledge integration with the information provided about those production techniques, which is best accomplished by problem solving exercises and case studies. To this aim, students need to use not only recently acquired information but also older resources and tools, namely, crystal nucleation and growth from the liquid and microstructure development, powder sintering, phase equilibrium diagrams, mechanical behaviour and plastic deformation theory, technical drawing and organic chemistry. Finally, process situations and production stages are highlighted in which there might be a threat to the environment, due to the handled materials or by-products or waste generation, while seeking a possible recycling or reuse alternative. Therefore, it is expected that this will promote students awareness about the relationship between metal industry and the environment.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*W. F. Smith, Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais, 3ª ed., trad. M. E. Rosa, et. al., McGraw-Hill, Lisboa, 1998.*

*M. F. Ashby & D. R. H. Jones, Engineering Materials. 2—An Introduction to Microstructures, Processings and Design, 3ª ed., Pergamon Press, London, 2006.*

*W. K. Dalton, The technology of Metallurgy, Maxwell Macmillan Int., 1994.*

*V. Chiaverini, Tecnologia Mecânica, Vol.II, 2ª ed., McGraw-Hill, São Paulo, 1986.*

*A. H. Cottrell, An Introduction to Metallurgy, Edward Arnold Pub., London, 1968 (“Introdução à Metalurgia”, Fund. Calouste Gulbenkian).*

*G. E. Dieter, Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill, 1988.*

*A. V. Seabra, Metalurgia Geral, Vol.II, 3ª ed., LNEC, Lisboa, 2002.*

*J. M. G. Carvalho Ferreira, Tecnologia da Fundição, ed. Fund. Calouste Gulbenkian, 2007.*

*M. C. Flemings, Solidification Processing, ed. Mc. Graw Hill.*

*ASM Metals Handbook, Vol.7, Powder Metal Techn. Appl., Vol.14, Forming and Forging, Vol.15, Casting (1996), ed. Am. Soc. Metals.*

#### **Anexo IV - Laboratórios de Tecnologia de Materiais**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Laboratórios de Tecnologia de Materiais*

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

*João António Labrincha Batista*

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

*José Maria da Fonte Ferreira*

*Isabel Margarida Miranda Salvado*

*Pedro Manuel Lima de Quintanilha Mantas*

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

*O estudante compreenderá que a materiais diferentes se aplicam tecnologias de transformação (ou de fabricação) diferentes e que as mudanças de escala – do laboratório à produção – implicam uma distribuição no comportamento e nas propriedades medidas dos materiais, bem como nas tecnologias utilizadas.*

*No final da unidade o aluno deverá ser capaz de:*

- i. seleccionar e justificar a escolha dum tecnologia, ou dum conjunto de tecnologias, para o fabrico dum peça com especificações dadas;*
- ii. avaliar as características dum tecnologia fabricada em termos da escala utilizada.*

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

*The student should understand that distinct materials require different processing tools and preparation methods and additionally the need of adaptations in the scale-up from the laboratory to a pre-industrial level, in order to accommodate the distribution of properties along the bodies and achieve a homogeneous behavior.*

*In the end of the program the student should acquire knowledge to:*

- i. select, in a justified way considering scientific and technological aspects, the best suitable processing tool and operation conditions to produce samples that fulfill the pre-defined technical requirements;*
- ii. evaluate the relevant characteristics of the processed samples and perspective suitable changes to improve*

them.

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

#### 1. Módulo de Tecnologia Cerâmica

##### 1.1. Processamento e caracterização de peças cerâmicas

Obtenção de peças cerâmicas de composição distinta (ex. porcelana e grés ou faiança) e conformadas por técnicas distintas (enchimento com suspensão em moldes gesso e extrusão) e com estudo/optimização das condições e parâmetros operativos.

##### 1.2. Fusão e vazamento de vidro

Obtenção de peças de vidro por fusão e vazamento, com forma pré-definida, ausente de defeitos visíveis, com recozimento adequado e características compatíveis com o produto.

#### 2. Módulo de Tecnologia Metalúrgica

Práticas de fundição e dois tipos de vazamento (lento em moldação em areia verde e rápido em coquilha metálica) numa liga metálica para cada grupo (ferro fundido, latão, alumínio, etc.).

#### 3. Módulo de Tecnologia de Polímeros

Injecção de provetes plásticos para ensaios de tracção, testando diferentes polímeros e diferentes condições de processamento.

### 3.3.5. Syllabus:

#### 1. Ceramics Processing

##### 1.1. Processing and characterisation of ceramic samples.

Production, at a pre-industrial or pilot scale, of ceramic bodies of distinct nature (e.g. porcelain and gres tiles) by using distinct processing methods (e.g. slip casting or extrusion); study/optimization of operation conditions and parameters.

##### 1.2. Melting and casting of glass

Production of glass samples, by melting and casting of defined/adjusted formulations; definition of melting and annealing conditions and characterisation of relevant properties.

#### 2. Metallurgical Technology

Melting and pouring of metals/alloys (cast iron, brass, aluminium, etc), using two casting routes: slowly towards green sand moulds; fast through chill moulds.

#### 3. Polymers Technology

Injection of plastic samples to be mechanically tensioned; use of distinct polymers and addition of inorganic charges and optimization of processing conditions.

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

O estudante compreenderá, praticando e medindo propriedades, que a materiais diferentes se aplicam tecnologias de transformação (ou de fabricação) diferentes e que as mudanças de escala – do laboratório à produção – implicam uma distribuição no comportamento e nas propriedades medidas. Cada módulo exige a elaboração de relatório e discussão crítica (confronto entre resultados obtidos e metas propostas e levantamento das dificuldades processuais para futuro ajuste), envolvendo o(s) docente(s) e os restantes alunos da turma. O detalhe do relato dos passos experimentais seguidos e das dificuldades encontradas, bem como a análise crítica dos resultados alcançados, nas vertentes individual e cooperativa, ajudam a consolidar o processo de aprendizagem.

#### 1. Módulo de Tecnologia Cerâmica

##### 1.1. Processamento e caracterização de peças cerâmicas

Obtenção de peças cerâmicas de composição distinta (ex. porcelana ou faiança) e conformadas por técnicas distintas e com estudo/optimização das condições e parâmetros operativos:

- Definição das formulações adequadas (composição mineralógica, características mecânicas e físicas a alcançar), caracterização das matérias-primas e estudo das condições de preparação e conformação (características da suspensão, condições de enchimento e extrusão, etc.).

- Estudo e definição das condições de secagem e cozedura (ajuste da curva de cozedura, controlo da forma da peça e verificação de defeitos).

- Caracterização das peças (retracção, resistência mecânica à fractura por flexão, absorção de água e porosidade aparente, medição da cor).

##### 1.2. Fusão e vazamento de vidro

Obtenção de peças de vidro por fusão e vazamento, com forma pré-definida e características compatíveis com o produto:

- Definição das formulações adequadas (composição química, características a alcançar), caracterização das matérias-primas e estudo das condições de preparação e mistura.

- Estudo e definição das condições de fusão (ajuste da curva de fusão), vazamento (ajuste da fluidez) e têmpera ou recozimento. Determinação da curva de recozimento.

- **Caracterização das peças (controlo de defeitos, avaliação da resistência à flexão, etc.).**

## **2. Módulo de Tecnologia Metalúrgica**

**Dois tipos de vazamento (lento em moldação em areia e rápido em coquilha metálica) numa liga metálica (ferro fundido, latão, alumínio, etc.):**

- **Identificação da liga (designação, composição química, características, aplicações, processamento, etc.).**
- **Fusão e vazamento, preparação metalográfica, ensaio de dureza e de tracção.**
- **Análise de resultados (fotomicrografias, dureza, curva tracção-deformação).**

## **3. Módulo de Tecnologia de Polímeros**

**Injecção de provetes plásticos para ensaios de tracção:**

- **Seleccção de diferentes polímeros e adição de cargas minerais de enchimento (designações, composição, características, aplicações, etc.).**
- **Preparação das misturas e ajuste das condições de injecção; caracterização das amostras (curvas de tracção, dureza, cor).**

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

*The student should understand, by practicing and by evaluating the relevant characteristics, that distinct materials require different processing tools and preparation methods. Additionally, the student should predict the adaptations required in the scale-up of processing conditions from the laboratory to a pre-industrial level, in order to accommodate the distribution of properties along the bodies and achieve a homogeneous behavior. The detailed report of processing conditions, difficulties and solutions implemented to overcome them, and the critical analysis of the reached properties, either at individual as cooperative levels, will consolidate the learning outcomes. The discussion of relevant data will involve all the students.*

#### **1. Ceramics Technology**

##### **1.1. Processing and characterisation of ceramic bodies**

**Production of ceramic bodies of distinct nature and by using distinct processing methods (e.g. slip casting or extrusion); optimization of operation conditions:**

- **Definition of formulations (mineralogical composition, characteristics to be achieved); selection and characterisation of raw materials; definition of processing route and operation conditions.**
- **Control of drying and firing conditions and control of bodies' shape and aspect (color measurements).**
- **Characterization of relevant properties (shrinkage, mechanical strength, water absorption and apparent porosity) and comparison with pre-defined targets.**

##### **1.2. Melting and casting of glass**

- **Definition of formulations (chemical composition, properties to be achieved); selection and characterisation of raw materials; preparation and mixing conditions.**
- **Control of melting conditions; casting (fluidity of the melt) and refining; definition of the annealing curve.**
- **Characterization of bodies: visual shape and color; presence of defects; flexural strength; hardness; chemical resistance. Comparison with initial targets and redefinition of processing conditions.**

#### **2. Metallurgical Technology**

**Melting and pouring of metals/alloys (cast iron, brass, aluminium, etc):**

- **Selection and identification of the metal/alloy (designation, chemical compositional, properties, typical applications and processing conditions, etc.).**
- **Melting and pouring towards green sand moulds; characterisation of the material (metalographic preparation, hardness and tension strength, hardness, etc).**
- **Discussion of properties and comparison with initial targets; strategies for the improvement of processing conditions.**

#### **3. Polymers Technology**

**Injection of plastics:**

- **Selection of distinct polymers (designations, composition, properties, processing conditions) and mineral additives/charges.**
- **Injection: control of experimental variables; samples characterisation: stress-strain curves under tension, hardness, color measurements and changes under aggressive conditions; UV degradation, etc.**
- **Discussion of properties and comparison with initial targets; strategies for the improvement of processing conditions.**

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

*Sendo uma disciplina de índole prática o modelo de avaliação é de tipo contínuo: (i) defesa da proposta de trabalho; (ii) realização experimental e acompanhamento do desempenho laboratorial, individual e cooperativo, análise da destreza e autonomia na apresentação de soluções e resolução de dificuldades; (iii) elaboração de relatório(s) com o detalhe experimental e discussão de resultados; (iv) discussão do(s) mesmo(s), com o(s) docente(s) e restantes discentes da turma. Havendo alguma flexibilidade na ponderação das quatro componentes acima listadas, sugere-se como ponto de partida uma distribuição equitativa para cada uma delas (20% $\times$ 4 = 80%). Os restantes 20% serão aferidos por teste individual que pretende aferir a apreensão de todos os trabalhos, em especial os realizados por outros grupos caso não haja tempo/condições para a sua realização na globalidade por cada aluno/grupo.*

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

*The practical/laboratorial character of the discipline recommends a continuous model of evaluation, focused on the following: (i) discussion and defense of the work proposal/plan; (ii) experimental work, with emphasis in the autonomy of the student, ability to overcome unexpected difficulties and also cooperation in group activities; (iii) writing of the report(s), clearness of exposure and deepness of discussion and comprehension of relevant relationships between processing variables and properties; (iv) oral presentation and discussion with teachers and colleagues of distinct groups. Even by keeping some flexibility in the weight of each component, a starting basis should equally balance all them (20% $\times$ 4 = 80%). The remaining 20% should be attributed to the mark reached in a individual test, where the questions should be concentrated on the parts not directly treated in the experimental work, assuming that each individual/group may not have conditions to produce all samples.*

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

*A metodologia de ensino utilizada desenvolve o espírito de iniciativa, auto-crítica e a autonomia dos alunos contribuindo para a sua formação como futuros profissionais independentes capazes de realizar as suas funções de engenheiro no mundo laboral, em trabalho cooperativo e multidisciplinar, na resolução dos constantes problemas tecnológicos e aberto a desafios de desenvolvimento e inovação.*

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

*The proposed methodology intends to develop a pro-active initiative spirit, the self criticism and the autonomy of the students, crucial for their formation as future independent workers and as engineers that need to cooperate in teams and are permanently ware about unexpected working events and prepared for innovative actions.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*A.T. Fonseca, "Tecnologia do processamento cerâmico", Universidade Aberta (2000).  
J.P. Davim, "Tecnologia dos materiais plásticos", Universidade Aberta (1998).  
M.H. Fernandes, "Introdução à ciência e tecnologia do vidro", Universidade Aberta (1999).  
J.P. Davim, J.J. Grácio, "Tecnologia dos materiais metálicos", Universidade Aberta (1999).*

**Anexo IV - Tecnologia de Polímeros****3.3.1. Unidade curricular:**

*Tecnologia de Polímeros*

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

*Maria Elisabete Jorge Vieira da Costa*

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

*Fernando Manuel Bico Marques  
Maria Helena Figueira Vaz Fernandes*

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

*Dar a conhecer as tecnologias de processamento de polímeros e promover o contacto com indústria transformadora de polímeros e com os seus actuais desafios de inovação. Os conteúdos leccionados e o trabalho a desenvolver pelo aluno visam a construção das seguintes competências:*

*Capacidade de identificar o papel dos diversos componentes de uma composição de um plástico  
Capacidade de diferenciar e identificar métodos de processamento adequados à produção de um determinado produto plástico.*

*Capacidade de compreensão do papel das variáveis operatórias nos processos de extrusão e injeção  
Capacidade para associar às questões técnicas, princípios de defesa ecológica e de cuidados de higiene e segurança no trabalho.*

*Aptidão para construir uma postura criativa para futuros desafios de inovação*

*Capacidade de integração em trabalho de grupo*

*Capacidade de comunicar, de argumentar e de fundamentar pontos de vista, sob a forma oral e escrita, com audiências.*

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

*To present polymer processing technologies and to promote the contact with plastics industry and its actual innovation challenges. The program contents and the work to be developed by the student are targeted to the following aims:*

*To be able to identify the role of the different components in a plastic composition*

*To be able to distinguish and to identify adequate processing techniques for producing a specific plastic product.  
To be able to understand the role of the operating variables in plastics extrusion and injection processes  
To be able to build up a creative attitude for future innovation challenges  
To be able to associate principles of ecological of defense, hygiene and safety at work to technical issues.*

*To be able to communicate, to argue and to justify points of view to audiences, by oral and written form.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

#### 1-Introdução

- *Marcos históricos*
- *Classificações de polímeros*
- *Revisões de assuntos: estrutura de polímeros e reacções de polimerização*

#### 2-Aditivos na composição de Plásticos

#### 3-Fundamentos de reologia de polímeros

#### 4-Processamento de polímeros em regime contínuo:

- *extrusão;*
- *plasticização;*
- *linhas de extrusão;*
- *calandragem.*

#### 5-Processamento de polímeros em regime descontínuo:

- *moldagem por injeção;*
- *moldação sopra;*
- *termoformação;*
- *transferência;*
- *variantes de processos.*

### 3.3.5. Syllabus:

#### 1-Introduction

- *History and dates*
- *Polymers classifications*
- *Subjects review: polymers structure and polymerization reactions*

#### 2-Additives for plastics compounding

#### 3-Polymer reoholy fundamments

#### 4-Polymers continuous processing:

- *Extrusion;*
- *plasticization;*
- *extrusion line;*
- *calendaring.*

#### 5- Polymers Batch processing:

- *Injection moulding;*
- *blow molding;*
- *Thermal moulding;*
- *transfer moulding;*
- *process variants.*

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

*O conteúdo programático está organizado em 5 capítulo. O primeiro capítulo introdutório contextualiza historicamente os polímeros, apresenta os critérios de classificação dos mesmos e revê assuntos como a síntese (reacções de polimerização) e estrutura dos polímeros. O capítulo seguinte dedica-se aos aditivos usados na formulação de composições. Descrevem-se os vários tipos de aditivo, suas funções específicas, mecanismos de actuação e limitações. No capítulo 3 são apresentadas noções de reologia de polímeros: tipos de escoamento, efeitos dos parâmetros processuais e dos parâmetros físico-químicos dos polímeros na viscosidade do fundido bem como sua caracterização a nível industrial. Os capítulos 1-3 estabelecem assim as bases necessárias à abordagem posterior das diferentes técnicas de moldação e propiciam a compreensão do papel dos diversos componentes (polímeros e aditivos) na composição de um plástico, como previsto nos objectivos de aprendizagem.*

*As técnicas de processamento necessárias à moldação do produto plástico final são apresentadas nos capítulos 4 e 5. É primeiramente abordado o processamento em regime contínuo (capítulo 4) e seguidamente (capítulo 5) o processamento em regime descontínuo. São tratadas com ênfase particular as técnicas de conformação por extrusão (regime contínuo) e por injeção (regime descontínuo) que maioritariamente asseguram a actual conformação dos plásticos. No capítulo 4 são descritas as linhas de extrusão e equipamentos intervenientes. São focados os componentes da extrusora, seus parâmetros geométricos, variáveis operatórias e impacto dos mesmos na eficácia da extrusão e qualidade do produto. São caracterizadas variantes desta técnica: extrusão e co-extrusão de tubo, de filme plano e tubular e extrusão-sopra. O capítulo 5 introduz a moldação por injeção. Descrevem-se as máquinas de injeção, caracteriza-se o ciclo de moldação, as variáveis operatórias e respectivos perfis durante o ciclo de injeção, os moldes e seus componentes e os defeitos de injeção. São também apresentadas variantes da*

**técnica: injeção com controlo de morfologia, co-injeção e injeção assistida por gás. São abordadas também outras técnicas: moldação por compressão, por transferência e rotomoldagem.**

**Em linha com os objectivos de aprendizagem os capítulos 4 e 5 permitem (i) conhecer as actuais técnicas de moldação de plásticos e tendências de evolução das mesmas (ii) identificar a adequação de uma técnica específica à moldação de um produto plástico com determinados requisitos (geometria, propriedades exigidas pela sua aplicação final, custo, etc) (iii) compreender o papel das variáveis processuais e de parâmetros geométricos dos equipamentos e seu impacto nas características do produto final. Concluindo, os conteúdos programáticos permite construir uma base de conhecimentos indutora de competências coerentes com os objectivos de aprendizagem.**

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

**The syllabus of the course is organized into 5 chapters. The first introductory chapter provides an history framework of the polymers, presents their classification criteria and review issues as polymers synthesis (polymerization reactions) and structure. The second chapter focuses the additives used in compounding. The various types of additives, their specific function, mechanisms of action and limitations are described. Chapter 3 introduces polymer rheology: flow types, effects of processing variables and of polymer physical-chemical properties on the melt viscosity are discussed as well as viscosity evaluation methods in industry. Chapters 1to 3 thus establish the fundamentos for the subsequent introduction of the molding techniques while providing the understanding of the role of the various components (polymers and additives) of a plastic composition, in line with the learning objectives.**

**The processing techniques aimed at the final product molding are presented in Chapters 4 and 5. They are addressed as continuous processing (Chapter 4) and as batch processing (Chapter 5). A particular emphasis is given to extrusion (continuous processing) and to injection (batch processing) as these techniques ensure the conformation of mostly of the current plastics. Chapter 4 describes the extrusion lines and the involved equipment. The components of the extruder, its geometric parameters and operating variables are focused and their impact on the effectiveness and quality of the extruded product analysed. Extrusion variants are also characterized: extrusion and co-extrusion of tube, tubular and flat film and extrusion-blow molding. Injection molding is introduced by Chapter 5: the injection machines, the molding cycle, the operating variables during the injection cycle, the mold components and injection defects are here detailed. Injection variants are also presented: injection with shear controlled orientation, co-injection and gas-assisted injection. Other techniques are also addressed: thermoforming, compression molding, transfer molding and rotomolding. In line with the learning objectives chapters 4 and 5 allow (i) to present the current plastic molding techniques and their evolution trends (ii) to identify the suitability of a specific technique for molding a plastic product with certain requirements (geometry, properties demanded by the final application, cost, etc.) (iii) to understand the role of the processing variables and equipment geometric parameters and their impact on the final product characteristics. In conclusion, the knowledge basis provided by the program content prompts the skills required by the learning objectives.**

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

**Aulas:**

**Aulas presenciais com exposição dos vários assuntos que integram o programa. A exposição será suportada por meios de projecção e recurso à internet. Os materiais usados e outros documentos de suporte às aulas são disponibilizados na plataforma Moodle**

**Aulas com demonstração de processos de polimerização.**

**Aulas com resolução de exercícios.**

**Aulas práticas de extrusão de polímeros (extrusora laboratorial)**

**Aulas práticas de avaliação do comportamento mecânico de materiais extrudidos.**

**Aulas para apresentação e discussão das monografias temáticas.**

**Realização de visitas de estudos a fábricas de plásticos.**

**Método de avaliação:**

**Avaliação periódica com as seguintes componentes:**

- 1 teste escrito ( peso de 50% na nota final)
- Monografia temática e respectiva apresentação e discussão oral (peso de 30% na nota final)
- Relatórios de visita às fábricas (peso de 20% na nota final).

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

**Teaching methods**

**Lectures with subject presentation supported by projection facilities and internet access. Classes slides and other supporting documents are available at the platform Moodle.**

**Laboratory class with demonstration of polymerization process.**

**Class for problems calculations.**

**Laboratory class for polymers extrusion (laboratory extruder).**

**Laboratory class for evaluating the mechanical behaviour of extruded products.**

**Lectures for the oral presentation and discussion of the thematic essays.**

**Study visits to plastic factories.**



**Study visits to plastic factories.****Assessment method:****Periodic assessment with the following components:**

- **1 written examination (contribution to final mark: 50%)**
- **Thematic written essay with oral presentation and discussion (contribution to final mark : 30%)**
- **Written reports on factories study visits (contribution to final mark: 20%).**

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

*Para além do ensino presencial em sala de aula, suportado por meios de projecção e internet, são estimuladas iniciativas de interactividade professor–aluno sempre que possível. São também usadas outras metodologias de ensino que assentam em tipologias de aula diferentes ou em actividades de avaliação, que asseguram globalmente os objectivos de aprendizagem, designadamente:*

**(a) Aulas práticas laboratoriais que:**

- *permitem ao aluno consolidar conhecimentos transmitidos nas aulas presenciais através do contacto directo com uma linha de extrusão (escala laboratorial) e da observação de uma reacção de polimerização.*
- *confrontam o aluno com constrangimentos de natureza experimental e com a necessidade de manipular variáveis processuais e de avaliar os seus efeitos nas propriedades finais do produto plástico moldado ( características morfológicas e comportamento mecânico).*
- *desenvolvem as capacidades de registo e de organização de informação relativa a condições operatórias de equipamentos e a resultados obtidos.*
- *exigem ao aluno a contextualização dos resultados obtidos recorrendo à consulta dos trabalhos publicados na literatura internacional visando a discussão e análise comparativa de resultados.*

**(b) Elaboração do monografia temática (trabalho escrito):**

- *desenvolve a capacidade recolha, de filtração de informação proveniente de fontes diversificadas, sua organização coerente e orientada para um fim específico .*
- *desenvolve as capacidades de comunicação escrita.*

**(c) Aulas de apresentação oral de monografias temáticas:**

- *desenvolvem a aptidão para estruturação da informação e preparação dos suportes da comunicação oral (powerpoint ou outros).*
- *desenvolvem a capacidade de fundamentar pontos de vista e promovem o espírito crítico.*
- *desenvolvem a capacidade de comunicação oral com audiências.*

**(d) Visitas de estudo:**

- *promovem a consolidação de informação transmitida nas aulas presenciais.*
- *confrontam o aluno com os desafios actuais e emergentes, ao nível de processos e produtos.*
- *proporcionam a observação de respostas criativas e inovadoras face a situações exigentes.*
- *proporcionam observação de boas práticas de higiene e de segurança no trabalho.*
- *promovem o contacto com o ambiente laboral industrial, seus constrangimentos e exigências.*

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

*In addition to classroom teaching, supported by projection facilities and Internet access, teacher-student interactivity initiatives are encouraged whenever possible. Other teaching methodologies are also used that are based on different types of school activities or in evaluation, ensuring overall learning objectives, namely:*

**(a) Laboratory classes aimed at:**

- *to allow the students consolidating the knowledge acquired in the classroom through direct contact with an*

*extrusion line (laboratory scale) and the observation of a polymerization reaction.*

*- to face the student with the experimental constraints and the needs to manipulate processing variables and to assess their effects on the properties of the final plastic product (morphological features and mechanical behaviour).*

*- to develop the ability for recording and organizing information about operating conditions of equipment and about the obtained results.*

*- to demand the student to frame the obtained results within the context of the international literature aiming at the comparative analysis and discussion of the results.*

*(b) Preparation of a thematic essay (written work) aimed at::*

*- to develop the ability to collect and to filtrate information from different sources, to organize it in a coherent and oriented way for a particular purpose.*

*-to develop written communication skills.*

*(c) Classes for the oral presentation of the thematic essays aimed at:*

*- to develop the ability to organize the information and to prepare the oral communication media (powerpoint or other).*

*- to develop the ability to support point of views and to promote critical thinking.*

*- to develop oral communication skills with audiences.*

*(d) Study visits aimed at:*

*- to promote the consolidation of the knowledge acquired in the classroom.*

*- to face the student with current and emerging challenges, in terms of processes and products.*

*- to provide the observation of creative and innovative responses to demanding situations.*

*- to provide the observation of good hygiene and safety at work.*

*- to promote the contact with the constraints and requirements of the industrial working environment.*

### **3.3.9. Bibliografia principal:**

- 1. Fundamentals of Polymer Science, Structure-Properties-Applications; P.C. Painter, M.M. Coleman, 2nd ed., Technomic Publishing Company, Inc, 1997.*
- 2. Plastics, materials and processing; A. Brent Strong, 2nd ed., Prentice Hall, Inc, 2000.*
- 3. Extruding Plastics, a practical processing handbook; D.V.Rosato, kluwer Academic Publishers, 2001.*
- 4. Injection Molding Handbook; D.V. Rosato and D.V.Rosato, 2nd ed., Chapman &Hall, International Thomson Publishing, 1995.*
- 5. Plastics Technology Handbook; M. Chanda, S. K. Roy, 3rd ed., Marcel Dekker, Inc, 1998.*
- 6. Plastics Engineering; R.J.Crawford, 3rd ed., Butterworth Heinemann, 1998.*
- 7. Principles of Polymer Processing; Z.Tadmor, C.G.Gogos, John Wiley & Sons, Inc., 1979.*

## **Anexo IV - Prática de Instalação Industrial**

### **3.3.1. Unidade curricular:**

*Prática de Instalação Industrial*

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

*Maria Margarida Tavares Lopes de Almeida*

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

*João António Labrincha Batista*

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

*Estudar, de forma prática e à escala piloto, operações unitárias e etapas de processamento de materiais. Análise*

*dos parâmetros experimentais relevantes e relação com as propriedades dos corpos processados. O aluno apreende, com base na experimentação prática, quais as variáveis determinantes do correcto funcionamento de operações de processamento de materiais, sua influência sobre o desempenho e características dos materiais obtidos e formas adequadas de controlo.*

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

*Studying, in a practical way and in at the pilot-scale, the operations and stages of materials processing. Analysis of experimental parameters and relevant relationships between processing conditions and properties of samples. The student analyses all the relevant steps of the processing chain to control the final properties of distinct materials and should be able to decide the best route to overcome unexpected difficulties.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

#### *I. Moagem*

*Carga do moinho e tempo de moagem. Distribuição granulométrica do material moído, adaptabilidade para conformação e propriedades dos corpos processados.*

#### *II. Extrusão*

*Relação entre condições de conformação de cerâmicos ou polímeros e propriedades dos corpos processados.*

#### *III. Atomização*

*Preparação e caracterização de suspensões para atomização. Variáveis operativas (temperatura, densidade/viscosidade da suspensão), características do granulado e propriedades dos corpos processados.*

#### *IV. Prensagem*

*Granulometria do pó. Condições de prensagem. Pressão de prensagem. Características das peças conformadas.*

*V. Cozedura e caracterização física e mecânica das amostras.*

*VI. Visitas de estudo e seminários.*

*O programa é complementado por visitas a unidades fabris. Finalmente, realizam-se seminários conduzidos por especialistas convidados sobre temas complementares aos estudados laboratorialmente. Em ambos os casos os alunos terão de elaborar relatórios.*

### 3.3.5. Syllabus:

#### *I Milling*

*Loading conditions. Effect of milling time and rotation speed on the size distribution of the material, and adaptation for further processing (e.g. by pressing). Influence on properties of processed bodies.*

#### *II. Extrusion*

*Ceramic and polymeric systems. Preparation of mixtures and control variables (fluidity, solids content, etc.). Effects of properties of processed bodies.*

#### *III. Spray drying*

*Preparation and characterization of suspensions. Effects of operation variables (temperature, feeding flow, density/viscosity) on the characteristics of the spray dried material.*

#### *IV. Pressing*

*Effects of the powder characteristics on the pressing process and resultant properties of bodies.*

*V. Firing control and characterization of the samples.*

*VI. Visits to industries (metal and plastic processing). Seminars given by industrialists.*

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

*O conteúdo programático da unidade curricular está organizado em cinco secções que abordam as diferentes operações unitárias do processamento de materiais. Numa primeira etapa avalia-se a influência das condições de moagem no tamanho e distribuição de tamanhos das matérias-primas. A relação destas características com a adaptabilidade durante a etapa de prensagem é também avaliada.*

*Numa segunda etapa estuda-se o processo de atomização, relacionando-se as características de processamento com as propriedades dos granulados obtidos.*

*Em coerência com os objectivos de aprendizagem, os capítulos seguintes permitem identificar as variáveis experimentais manipuláveis que permitam o controlo das características finais dos corpos conformados por extrusão e por prensagem, equacionando-se a relação condições de processamento-propriedade final.*

*As visitas a instalações fabris e os seminários por profissionais de indústrias constituem complementos não menos importantes para a concretização dos objectivos da UC.*

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

*The syllabus of the course is organized into five sections dealing with the different unit operations of materials processing. In a first part the influence of the grinding conditions on the size and size distribution of raw materials is evaluated. The relation of these properties with the feasibility of the material during pressing is also evaluated. In a second part the spray drying process is studied, allowing identifying the dependence of the spray dried granules characteristics on the experimental variables.*

*Consistent with the learning objectives, the following chapters allow identifying the manipulated experimental variables allowing the control of the final characteristics of the processed bodies. The relationship processing*

*conditions – final property can be assessed.*

*The visits to industries and the seminars by industry professionals are important complements to achieve the learning objectives.*

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

*Acompanhamento das aulas práticas, com discussão contínua dos detalhes experimentais relevantes.*

*Visitas de estudo a unidades fabris.*

*Os materiais usados e outros documentos de suporte às aulas são disponibilizados na plataforma Moodle.*

*Método de avaliação:*

*De tipo contínuo, com análise do desempenho experimental, discussão de resultados e avaliação de relatórios dos trabalhos práticos, com as seguintes componentes:*

- Trabalho laboratorial acompanhado de relatório escrito seguido de discussão oral do mesmo (peso de 70% na classificação final)*
- Relatórios individuais de visitas efectuadas a unidades fabris (peso de 30% na classificação final)*

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

*Monitoring of practical classes, with continued discussion of the relevant experimental details.*

*Study visits to factories.*

*The materials and other documents used to support classes are available in Moodle.*

*Method of assessment: of continuous type with analysis of the experimental work (correctness and ability to overcome unexpected difficulties), complemented by discussion and evaluation of reports. Being open to changes, there is a possible balance: (i) Laboratory work + written detailed report + oral presentation and defense (70% weight in final grade); (ii) Individual reports of visits to industries (30% weight in final grade).*

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

*As metodologias de ensino asseguram globalmente os objectivos de aprendizagem dos alunos essenciais ao desempenho com sucesso das actividades profissionais a desenvolver no futuro. Designadamente:*

- (i) Acompanhamento na sala de aula – desenvolve a destreza experimental e a capacidade de resolver dificuldades inesperadas.*
- (ii) Elaboração do relatório escrito - desenvolve as capacidades de comunicação escrita.*
- (iii) Discussão oral dos resultados obtidos – desenvolve as capacidades crítica e de análise dos resultados*
- (iv) O complemento de visitas a unidades fabris com elaboração de relatórios assegura o contacto com o mundo real e perspectiva as dificuldades do dia-a-dia fabril.*

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

*The teaching and evaluation methods ensure the overall objectives of learning essential to the successful performance of professional activities to develop in the future. In particular:*

- (i) monitoring in the classroom – development of experimental skills and ability to resolve unexpected difficulties.*
- (ii) Preparation of written report – development of skills of written communication.*
- (iii) Oral discussion of results - develops the skills and critical analysis of the results.*
- (iv) Visits to manufacturing units and reporting – enhances the contact with the real world and helps to perspective the difficulties of day-to-day production (similar to an entrepreneurship experience).*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*A. T. Fonseca, “Tecnologia do processamento cerâmico”, Universidade Aberta (2000).*

*J.P. Davim, “Tecnologia dos materiais plásticos”, Universidade Aberta (1998).*

*J.P. Davim, J.J. Grácio, “Tecnologia dos materiais metálicos”, Universidade Aberta (1999).*

## Anexo IV - Dissertação/Projecto/Estágio

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Dissertação/Projecto/Estágio*

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

*Joaquim Manuel Vieira*

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

*Mário Guerreiro Silva Ferreira*

*Augusto Luís Barros Lopes*

*Ana Maria de Oliveira e Rocha Senos*

*Ana Maria Bastos da Costa Segadães*

**Fernando Manuel Bico Marques**  
**Isabel Margarida Miranda Salvado**  
**João António Labrincha Batista**  
**José Maria da Fonte Ferreira**  
**Jorge Ribeiro Frade**  
**Maria Elisabete Jorge Vieira da Costa**  
**Maria Gracinda Ferreira da Silva**  
**Maria Helena Figueira Vaz Fernandes**  
**Maria Margarida Tavares Lopes de Almeida**  
**Paula Maria Lousada Silveirinha Vilarinho**  
**Pedro Manuel Lima de Quintanilha Mantas**  
**Rui Ramos Ferreira e Silva**  
**Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha**  
**José Martinho Marques de Oliveira**  
**João Paulo Davim Tavares da Silva**  
**Victor Miguel Carneiro de Sousa Ferreira**  
**Joaquim Manuel da Graça Sacramento**

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

*Como objectivos da aprendizagem o aluno, com a preparação e elaboração autónoma, supervisionada do plano de trabalho e na conclusão da Dissertação/Projecto/Estágio, deverá estar apto a:*

- *identificar e trabalhar sobre fontes de informação relacionadas com novos materiais e/ou tecnologias;*
- *avaliar e seleccionar os documentos resultantes duma pesquisa bibliográfica e estabelecer o estado da arte do tema de trabalho;*
- *planear e realizar um trabalho experimental de ensaios ou estudos de âmbito científico ou fabril, integrando os conhecimentos adquiridos no curso;*
- *analisar e discutir os resultados da sua investigação e comunicá-los de forma clara, escrita e oralmente.*
- *desenvolver trabalho original de forma autónoma, atento às implicações e éticas e sociais deste;*
- *Integrar-se num grupo de trabalho, empenhando-se no trabalho em equipa e participando em actividades interdisciplinares da iniciativa das sociedades científicas, associações empresariais, ou de núcleos de estudantes.*

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

*As learning outcomes to be achieved with the personal preparation of the work plan, under guidance of the supervisor, and completion of the Thesis/Project /Internship, the student must be able to:*

- *Identify and work on information sources related to new materials and/or technologies;*
- *Evaluate and select the documents resulting from a literature search and establish the state of the art of the work theme;*
- *Plan and carry out experimental work or studies of scientific nature or on manufacturing, integrating the knowledge acquired in the course;*
- *Analyze and discuss the results of research and communicate them clearly, both written and orally.*
- *Independently develop original work, being attentive to the ethical and social implications of it;*
- *Integrate a working group, engaging in team work and participating in interdisciplinary activities of the initiative of scientific societies, associations, or of student groups.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

**1. Identificação de temas de trabalho inovadores e originais para a unidade curricular de Dissertação/Projecto /Estágio e da equipa de orientação do trabalho, quer seja este de natureza científica ou tecnológica:**

**1.1 Realização de pesquisa bibliográfica sobre tema seleccionado**

**1.2 Seminários e cursos curtos sobre temas actuais ligados à tecnologia e investigação na área dos materiais, pesquisa e gestão de dados bibliográficos e gestão de projectos.**

**1.3. Elaboração e apresentação de plano de trabalho justificado com identificação das metodologias e eventuais constrangimentos, e validação deste.**

**2. Realização do trabalho de Dissertação/Projecto/Estágio nas componentes teóricas e experimentais**

**3. Elaboração duma dissertação ou relatório da unidade curricular, devendo incluir:**

**3.1 Estado de arte do tema e objectivos do estudo**

**3.2 Técnicas utilizadas**

**3.3 Resultados obtidos e discussão**

**3.4 Conclusões e direcções do trabalho futuro,**

**3.5 Referências bibliográficas.**

### 3.3.5. Syllabus:

**1. Selection of supervisor team and identification of subjects of innovative and original work for the Thesis/ Project/ Internship, be it scientific or technological in nature:**

**1.1 Bibliographic research on selected topic;**

**1.2 Seminars and short courses on current topics related to technology and research in materials, bibliographic data management and project management.**

**1.3. Preparation and presentation of a justified work plan with methodologies and identification of any constraints of purposed work, and validation of this.**

**2. Performing the work for Thesis/Project/Internship in both the theoretical and experimental components.**

**3. Preparation of a dissertation or report of the Thesis/Project/Internship, which includes:**

**3.1 State of the art of the theme and objectives of the study**

**3.2 Techniques**

**3.3 Results obtained and discussion**

**3.4 Conclusions and directions for future work,**

**3.5 Bibliography.**

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

*Sendo nuclear nos objectivos da unidade curricular orientar e acompanhar os trabalhos do aluno de modo a que, de uma forma integrada, este conclua com sucesso e mérito a dissertação/relatório do mestrado com base no trabalho realizado para este fim, quer em temas de investigação e inovação tecnológica, quer sobre questões da produção industrial, caso em que aluno é quadro da empresa ou será recebido nesta para a realização dum estágio, aqui designado como estágio em empresa, ou fabril, o programa de trabalhos e o conteúdo programático descrito acima pretendem atingir este objectivo de forma estruturada e por etapas, que se resumem:*

**A – Proposta do tema de trabalho e escolha de orientação:**

- A.1 – O aluno submete ao coordenador da unidade curricular as suas opções para o tema de trabalho, orientador(es), modalidade da unidade curricular que pretende seguir e empresa em que espera realizar o trabalho, se for o caso;

- A.2 – O aluno poderá escolher o orientador/ co-orientador de entre os docentes e investigadores doutorados do Departamento e CICECO, outros doutores em Ciência e Engenharia de Materiais ou equivalente e, ainda, especialistas de mérito reconhecido pelo Conselho Científico e para o efeito nomeados, tendo sido nomeados três especialistas para esta área até ao presente.

- A.3 – Seguindo os normativos da Universidade, a dissertação de mestrado terá por base a realização de um trabalho original, de natureza científica, a opção por “trabalho de projecto visará a aplicação integrada de conhecimentos a situações de interesse prático” e opção pelo estágio deverá “complementar a formação académica através da integração orientada em actividades em empresas ou organizações propiciadoras de ambiente de trabalho relevantes para a área do curso, decorrer em tempo integral” e incluir como supervisor um quadro da empresa de idoneidade e mérito reconhecidos.

- A.4 – A integração dos alunos em estágio nas empresas é regulada por protocolos.

- A.5 – Durante a preparação deste trabalho o aluno segue cursos e seminários sobre metodologias, técnicas e outros temas relevantes para o seu trabalho;

**B – Validação do tema de trabalho:** A proposta escrita é apresentada em público pelo aluno, durante o 1º semestre, sendo avaliada pelo orientador e outro docente doutorado ou especialista conduzindo a uma recomendação de aceite/aceite com correcções ou de reformulação. A aceitação é validada pela Direcção do curso.

**C – Realização do trabalho:** Em todas as modalidades de realização do trabalho são facultados ao aluno os meios laboratoriais e outros disponíveis no Departamento, do CICECO e outros serviços da Universidade.

**D – Avaliação da dissertação/relatório do mestrado:** A prova pública de defesa da Dissertação/Projecto/Estágio, nos termos dos regulamento da Universidade, é feita perante um júri que inclui sempre, para além dos orientadores, um vogal externo à Universidade, doutorado na área ou especialista reconhecido pelo Conselho Científico.

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

*The core of the objectives of the course being to guide and monitor the work of the student so that, in an integrated way, he/she successfully completes the master’s dissertation/ report with merit based on work done for this purpose either on topics of research and technological innovation, or on issues of industrial production, in which case the student is part of the company or will be received for the realization of a co-internship, the work tasks in agreement with the program content described above aim to achieve this objective in step by step and structured and way, which can be summarized:*

**A - Proposal of work plan and choice of orientation:**

- A1 - The student submits to the course coordinator his/her option for the work theme, supervisor (s), the modality of course to be followed and company where to develop the work, if any;

- A.2 - The student can choose the supervisor/ co-supervisor from among the professors and researchers holding a PhD of the Department and CICECO, other doctors in Materials Science and Engineering or equivalent, and also experts of merit recognized by the Scientific Council, three of those experts having been appointed in this area until now.

- A.3 - Following the regulations of the University, a master’s thesis will be based on carrying out an original work of a scientific nature, while the choice of "project will work in the integrated application of knowledge to practical situations of interest" and the option of company co-internship must "complement the academic training through

*the tutored integration in the activity of companies or organizations providing working environment relevant to the area to the course, it must be done in full-time" and include, besides the academic orientation, a member of company's staff of recognized merit as co-internship supervisor.*

*- A.4 - The integration of students in co-internship in companies is regulated by protocols.*

*- A.5 - During the preparation of this work the student follows courses and seminars on methodologies, techniques and other topics relevant to the work;*

*B - Validation of the work proposal: A written proposal is submitted and presented in public by the student during the first semester and is assessed by the supervisor(s) and another doctor or specialist leading to a recommendation to accept / accept with corrections or reformulation. Acceptance is validated by the master's Directorate.*

*C - Completion of work: In all modalities of the works the laboratory facilities and other infrastructures available within the Department, CICECO and other services of the University are made available to the students.*

*D - Assessment of the master's dissertation/ report: The public examination of Thesis /Project /Internship in accordance with University regulations is made before a jury that always includes, in addition to supervisor(s), one member from outside the University, doctorate or specialist in the area recognized by the Scientific Council.*

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

*A metodologia de ensino dominante nesta unidade curricular é aprendizagem baseada na realização de projecto. Como tal, o aluno é introduzido nos métodos da pesquisa bibliográfica e transposição dos resultados para o trabalho a realizar, é guiado na procura e adopção de metodologias apropriadas de carácter teórico e experimental, sendo incitado a desenvolver por si mesmo esboços do trabalho e planos de execução consistentes e viáveis. Interação com o orientador dos trabalhos, equipas de investigação e grupos de trabalho alargados.*

*Método de avaliação:*

*- Avaliação intermédia do plano e metodologias de trabalho, com submissão de proposta por escrito e apresentação oral que confirme estar o aluno apto a prosseguir-lo;*

*- Prova pública consistindo na submissão de uma dissertação ou relatório final de projecto/estágio, com a apresentação oral e defesa desta perante um Júri constituído por 3 a 5 membros. A classificação final da prova integra conhecimentos e competências demonstrados.*

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

*The dominant teaching method in this course is project based learning. As such, the student is introduced to methods of literature search and transposing results to the work involved, is guided in the search and adoption of appropriate methodologies of theoretical and experimental nature, being encouraged to develop by him/herself outlines of the work and to implement consistent and viable planning. Interaction with the work supervisor, extended research teams and work groups.*

*Assessment methods:*

*- Interim evaluation of the work plan and methods with submission of a written proposal and oral presentation to confirm the student is able to continue it;*

*- Final examination consisting of the public submission of a dissertation or final report of project/ internship, with the oral presentation and defense before a jury consisting of 3 to 5 members. The marks in the final examination rank the levels of knowledge and skills evidenced in the proof.*

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

*No plano concreto, a acção do docente ou investigador que orienta o aluno durante os trabalhos da unidade curricular de Dissertação/Projecto/Estágio traduz-se em múltiplas formas equivalentes de adaptação de uma mesma metodologia de ensino baseada na condução do aluno numa aprendizagem independente guiada para a realização do seu projecto. O orientador incorpora nesta condução o seu saber científico e experiência pedagógica, liderança, conhecimento dos objectivos e conteúdos do curso e a compreensão da personalidade do orientando e dos progressos do trabalho em função do investimento feito por este. A análise que cada orientador ou avaliador de Dissertação/projecto/estágio faz da relação complexa entre objectivos-metodologias-resultados atingidos pelo aluno será frequentemente baseada num referencial profissional pessoal e é, por isso, implícita.*

*Neste contexto, pretende-se fazer apenas a demonstração de como as metodologias de ensino convergem qualitativamente para a realização dos objectivos de aprendizagem definidos para esta unidade curricular:*

*- os três primeiros objectivos de identificação de fontes de informação e seu uso para estabelecer o estado de arte e planear o trabalho, serão assegurados pela natureza do trabalho a desenvolver inicialmente na unidade curricular e que conduz a uma proposta de trabalho objecto de avaliação intermédia, e serão continuados com a preparação da dissertação (/ou do relatório) e até à conclusão desta;*

*- sendo requisito que avaliação da Dissertação/projecto/estágio se faça após a aprovação em todas as outras unidades curriculares da parte escolar do curso de mestrado, são proporcionadas condições para a realização do objectivo de se integrar nesta unidade curricular os conhecimentos adquiridos no curso;*

*- o cumprimento do quarto objectivo definido de que o aluno seja capaz de analisar e discutir os resultados da*

**investigação e comunicá-los correctamente pode ser determinado pela avaliação contínua feita pelo orientador e nos dois momentos de avaliação definidos para a unidade curricular;**

**- a verificação de que os objectivos definidos, por último, de que o trabalho desenvolvido é original, feito de forma autónoma com independência e atitude crítica, presta atenção às implicações éticas e sociais dos resultados e integra claramente contributos do grupo, equipa de investigação ou de actividades interdisciplinares participadas pelo aluno, será determinada na avaliação final pela análise do conteúdo da dissertação (/ou do relatório), sua defesa e pelo apreciação do orientador no que respeita às competências demonstradas e atitude do aluno na realização do trabalho.**

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

***On actual practice, the action of the lecturer or researcher who guides the student during the course work of Thesis/ Project / Internship translates into multiple equivalent forms of adaptation of the same teaching methodology based on supervising student's guided independent learning for the realization of his/her project. As supervisor, he incorporates into this conduct his scientific knowledge and teaching experience, leadership, acquaintance of the objectives and content of the master course and understanding of the personality of the tutored student and of work progress according to the investment made by the student. The analysis that each Thesis/ project/ internship's supervisor or examiner makes of the complex relationship among objectives-methodologies-results achieved by the student will often be based on a professional and personal framework of his own and it is therefore implied.***

***In this context, one intends to do just a demonstration of how the teaching methodologies qualitatively converge to the achievement of learning objectives set for this course:***

***- The first three objectives of identifying sources of information and their use to establish the state of the art and work planning will be ensured by the nature of the work to be developed in the first part of the course that leads to a work proposal object of interim evaluation. These goals will be further pursued during the preparation of the dissertation (/ or report) and until completion thereof;***

***- The requisite that the evaluation of Dissertation/ project/ internship is done after approval in all other courses in the curriculum of the master program provides conditions for achieving the third objective of integrating into this curricular unit the knowledge gained in the master course;***

***- Compliance with the fourth objective stated that the student is able to analyze and discuss research results and properly communicate them can be determined by continuous evaluation made by the supervisor and the two evaluation periods defined for this course;***

***- Confirmation that the last two objectives set above that the work is original, autonomously made, with an independent and critical attitude, paying attention to ethical and social implications of the results and that it clearly integrates contributes of group, research team or interdisciplinary activities participated by student, will be determined in the final evaluation by analyzing the content of the dissertation (/ or report), its defense and judgment by the supervisor with regard to skills and attitude of the student demonstrated in the work.***

### 3.3.9. Bibliografia principal:

***The selection of scientific and technical bibliography is dependent on the topic and experimental techniques of the Dissertation/project/internship project***

***Selected references on methodology:***

***- Allison, B. and Race P., (2004) The student's guide to preparing dissertations and theses. 2nd ed. London: RoutledgeFalmer (Taylor & Francis Group).***

***- Beer, D. F. (2005) A guide to writing as an engineer. 2nd ed. Hoboken, N.J.: John Wiley.***

***- Davies, J. W. (1996) Communication for engineering students. Harlow : Longman.***

## Anexo IV - Matérias Primas Cerâmicas e Reologia

### 3.3.1. Unidade curricular:

***Matérias Primas Cerâmicas e Reologia***

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

***José Maria da Fonte Ferreira***

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

***Maria Margarida Tavares Lopes de Almeida***

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

***A disciplina de "Matérias-Primas Cerâmicas e Reologia" tem por objectivos principais combinar os conhecimentos adquiridos anteriormente em disciplinas das áreas de geologia, química, física e termodinâmica para: (i) perceber as condições de génese e de deposição dos diferentes tipos de matérias-primas relevantes para a formulação de produtos cerâmicos, e conhecer as técnicas mais comumente usadas para as caracterizar; (ii) compreender os fenómenos de interacção entre fases sólidas, líquidas e gasosas, com particular destaque para os sistemas sólido-***



*líquido, e a sua influência em diversas etapas dos processos industriais que envolvem o fluxo e a deformação da matéria, objecto da reologia como ciência. Esta interdisciplinaridade tem ainda por objectivo conferir aos alunos uma preparação adequada para intervirem em áreas profissionais diversificadas (lubrificação, a abertura de poços, deformação de solos, o tratamento de efluentes, etc..*

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

*The main objectives of the discipline “Ceramic Raw Materials and Reologia” are combining the complementary knowledge previously acquired in other areas of geology, chemistry, physics and thermodynamics for: (i) to realize the conditions of origin and of deposition of the different types of raw materials that are relevant for the formulation of ceramic products, and know the most commonly used techniques to characterize them; (ii) to understand the phenomena of interaction between solid, liquid and gaseous phases, with particular distinction for the liquid-solid systems, and its influence on several stages of the industrial processes that involve the flow and the deformation of the matter, object of the rheology as science. This interdisciplinary character has still the objective of giving to the students a suitable preparation to enable them intervening in diversified professional areas (lubrication, the opening of wells, deformation of grounds, the treatment of effluent ones, etc..*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

**1. Estrutura e composição mineralógica das matérias-primas utilizadas em cerâmica. Classificação e propriedades dos argilo-minerais, origem e ocorrência.**

**2. Métodos de identificação e de caracterização dos argilo-minerais. O sistema água-argila. Acção do calor sobre as matérias-primas nas diferentes etapas dos processos de fabrico.**

**3. Classificação dos sistemas dispersos. Desenvolvimento de carga eléctrica nas interfaces sólido/solução. Modelos de DCE. Potencial zeta.**

**4. Forças de forças de Van der Waals. A teoria DLVO da estabilidade coloidal. Efeitos da adsorção na estabilidade. Polímeros e polielectrólitos. Mecanismos de estabilização.**

**5. Reologia. Sistemas Newtonianos, não-Newtonianos, e sistemas dependentes da velocidade de deformação e do tempo. Testes rotacionais e medidas dinâmicas.**

**6. Controlo reológico de suspensões industriais de materiais argilosos, óxidos, hidróxidos e não óxidos. Optimização de processos de fabrico. Curvas de desfloculação.**

### 3.3.5. Syllabus:

**1. Structure and mineralogical composition of the ceramic raw-materials. Classification and properties of clay minerals, origin and occurrence.**

**2. Methods of identification and characterization of clay minerals. The clay-water system. The effects of heat on raw-materials along the different processing steps.**

**3. Classification of dispersed systems. Electrical surface charge development in water dispersed colloids. The electrical double layer theories. Zeta potencial.**

**4. The van der Waals forces. The DLVO theory of colloidal stability. Effects of adsorption on colloidal stability. Polymers and polyelectrolytes. Stabilization mechanisms.**

**5. Rheology. Newtonian and non-Newtonian systems, and shear rate and time dependent systems. Rotational tests and dynamic measurements.**

**6. Rheological control of industrial suspensions of clayey materials, oxides, hydroxides and non- oxides. Optimization of fabrication processes. Deflocculation curves.**

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

*Do conteúdo programático e da estrutura dos capítulos, ressaltam de imediato três aspectos principais: (i) a importância dos assuntos abordados em termos de formação dos futuros Mestres em Engenharia Cerâmica e do Vidro; (ii) a extensão e abrangência do programa; (iii) a natureza científica e tecnológica da disciplina.*

*“Matérias-primas Cerâmicas e Reologia” é, por natureza, uma disciplina interdisciplinar englobando conceitos de geologia, física e química, da mecânica clássica e, especialmente, da ciência que estuda a deformação e o fluxo da matéria. A reologia nasceu da necessidade de estender os conceitos clássicos da mecânica dos meios contínuos (lei da elasticidade linear de Hooke e lei de Newton) à descrição de comportamentos mais complexos, não lineares e dependentes do tempo. A reologia emergiu assim como um ramo independente da ciência que visa a descrição de fenómenos e a resolução de problemas aos quais a teoria dos meios contínuos não é aplicável. Deste ponto de*

*vista, a reologia representa uma expansão e, ao mesmo tempo, uma integração natural da mecânica dos meios contínuos, permitindo uma melhor compreensão dos mecanismos estruturais (moleculares e microscópicos) que determinam uma certa deformação da matéria quando sujeita a um determinado esforço. Isto aplica-se particularmente aos sistemas água-argila, mas também a suspensões de pastas de cerâmicos tradicionais que incluem outras matérias-primas naturais, bem como formulações de cerâmicos avançados à base de óxidos, hidróxidos e não óxidos.*

*Além disso, os problemas reais aos quais a reologia procura responder é de tal forma vasto e complexo que implica uma ampla convergência de conhecimentos. Esta interdisciplinaridade tem ainda por objectivo conferir aos futuros Mestres uma preparação adequada para intervirem em áreas profissionais tão diversificadas como a lubrificação, a abertura de poços e a deformação de solos, o tratamento de efluentes, a preparação de betões de elevada qualidade, bem como numa enorme variedade de outras indústrias (química, alimentar, farmacêutica, de tintas e vernizes, polímeros, metais). Um outro objectivo específico é o de conferir aos futuros Mestres as bases técnicas e científicas necessárias para uma intervenção capaz ao nível do processamento e controlo de qualidade de produtos cerâmicos de modo a poderem estabelecer relações entre o processamento, a estrutura, as propriedades e o desempenho deste tipo de materiais. Existe, pois, uma boa coerência entre os conteúdos programáticos e os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.*

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

*The program content and the structure of the chapters clearly emphasize three principal aspects: (i) the importance of the main subjects dealt with in terms of formation of the future Masters in Ceramic and Glass Engineering; (ii) the extension and range of program; (iii) the scientific and technological nature of discipline.*

*“Ceramic raw materials and Rheology” is, by its nature, an interdisciplinary discipline including concepts of geology, physics and chemistry, of the classic mechanics and, specially, of the science that studies the deformation and the flow of the matter. The rheology was born from the necessity of spreading out the classic concepts of the mechanics of continuous media (the Hooke’s law of linear elasticity and the Newton’s law) to the description of the most complex behaviours, non-linear and time dependent. The rheology appeared as an independent branch of the science that aims at describing phenomena and solving problems to which the theory of the continuous media is not applicable. From this point of view, the rheology represents an expansion and, at the same time, a natural integration of the mechanics of the continuous media, enabling a better understanding of the structural mechanisms (molecular and microscopic) what determine a certain deformation of the matter when it is subjected to a determined load. This applies particularly to the water-clay systems, but also to suspensions of traditional ceramic materials that include other natural raw materials, as well as to suspensions of advanced ceramic materials based on oxides, hydroxides and non-oxides.*

*Moreover, the real problems to which the rheology tries to respond is so broad and complexly that imply an ample convergence of different knowledges. This interdisciplinary nature has still as an objective giving to the future Masters a suitable preparation in order to enable them intervening in professional areas so diversified like the lubrication, the opening of wells and the deformation of grounds, the treatment of effluent, the preparation of high quality concretes, as well as in an enormous variety of other industries (chemical, food, pharmaceutical, of paints and varnishes, polymers, metals). Another specific objective is to give to the future Masters the necessary technical and scientific bases to enable them intervening at the level of the processing and quality control of ceramic products and establish relationships between the processing, the structure, the properties and the performance of this type of materials. Therefore, there is a good coherence between the contents of the program and the apprenticeship objectives targeted for this curricular unity.*

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

*As metodologias de ensino incluirão as seguintes vertentes:*

- Apresentações em Power Point das matérias relacionadas com o programa teórico da disciplina;**
- A resolução de problemas teórico-práticos;**
- A apreciação e discussão de resultados de casos de estudo relacionados com o programa visando adquirirem treino na interpretação e descrição de fenómenos complexos e de natureza interdisciplinar;**
- Fornecimento de cópias dos acetatos/apresentações e enunciados dos problemas;**
- Desenvolvimento de trabalhos de grupo sobre temas específicos e sua apresentação e discussão em sala.**

*A avaliação será contínua, incluindo 2 testes escritos, ou um teste escrito + um trabalho de grupo, e uma terceira componente relacionada com a resolução de problemas.*

*A classificação final terá por base a avaliação periódica durante o semestre, sendo a média das classificações obtidas nas três componentes de avaliação, em partes iguais.*

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

*The methodologies of teaching will include the following components:*

- Power Point Presentations of the matters related to the theoretical program;**
- Resolution of theoretic-practical exercises;**
- The appreciation and discussion of results of case studies connected with the program aiming at acquiring the required train in the interpretation and description of complex and interdisciplinary phenomena of nature;**
- Delivery of the Power Point Presentations and of the theoretic-practical exercises;**

**Development of group works under specific topics and their presentation and discussion in the room.**

*The evaluation will be continuous, including 2 written tests, or one 2 written test + one group work, and a third component related to the resolution of some problems.*

*The final classification is based on the regular assessment during the semester, the scores obtained in the three components of assessment being averaged in equal parts.*

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

*A exposição dos fundamentos teóricos através de apresentações em Power Point das matérias relacionadas com o programa teórico da disciplina, e a resolução de problemas específicos e de casos de estudo serão de grande valia para capacitar os alunos de uma visão holística dos fenómenos e de uma abordagem integrada na sua tentativa de interpretar fenómenos correntes mas complexos, e de natureza interdisciplinar, passíveis de surgir em vários contextos e sectores de actividade ou no âmbito da caracterização de sistemas diversos. Pretende-se que os alunos adquiram as ferramentas de conhecimento necessárias para a identificação, análise e caracterização de matérias-primas cerâmicas, e para compreender o comportamento reológico do sistema argila-água, ou outros sistemas multicomponentes envolvendo várias matérias-primas. Para o efeito, os mecanismos de desenvolvimento de carga eléctrica nas interfaces sólido-líquido, na ausência e na presença de adsorção específica de espécies em solução, e os seus efeitos microscópicos ao nível do potencial zeta e da dupla camada eléctrica, bem como as suas consequências macroscópicas, traduzidas pelo comportamento reológico das suspensões derem ter sido devidamente assimilados. Os conceitos relacionados com a teoria DLVO da estabilidade coloidal, e mecanismos de estabilização de sistemas coloidais permitirão fundamentar as decisões tomadas pelos formandos em ambiente fabril ou laboratorial no âmbito das suas futuras actividades profissionais.*

*As metodologias de ensino são de grande utilidade também para aqueles que vierem a ocupar-se em actividades relacionadas com o processamento de cerâmicos avançados, onde a optimização das misturas dos componentes e o empacotamento das partículas em suspensão são essenciais. Isto justifica a introdução cuidada dos fundamentos da física e química do processamento de coloidal.*

*Por outro lado, os trabalhos de grupo constituem uma óptima oportunidade para a partilha do conhecimento dos seus elementos, a integração de visões ou de formações base diferentes mas complementares, contribuindo assim para o desenvolvimento de competências de trabalho em equipa. A exposição dos resultados e a sua discussão perante a turma é ainda uma outra oportunidade de treinar a capacidade de comunicar publicamente informação, ideias, problemas e as suas respectivas soluções preconizadas, por parte de quem faz a exposição, e para desenvolver o espírito crítico por parte do resto da turma que será estimulada a colocar questões pertinentes que ajudem a trazer ao decima o carácter integrativo da disciplina e a sua relação com variadíssimos fenómenos complexos com que nos deparamos no nosso dia-a-dia, relacionados com a identificação, a caracterização e o processamento de matérias-primas cerâmicas.*

*Os métodos de avaliação propostos também estão alinhados com as metodologias de ensino e com os objectivos de aprendizagem que se pretendem alcançar nesta unidade curricular.*

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

*The exposition of the theoretical bases through Power Point presentations of the matters connected with the theoretical program of the discipline, and the resolution of specific problems and of case studies will be valuable to enable students to have a holistic vision of the phenomena and an integrated approach in their attempts of interpreting current but complex phenomena, and of an interdisciplinary nature, susceptible of appearing in several contexts and sectors of activity or in the context of the characterization of different systems.*

*It is intended that the students acquire the necessary tools of knowledge for the identification, analysis and characterization from ceramic raw materials, and to understand the rheological behaviour of the clay-water systems or of other multicomponent systems comprising several raw materials. For this, the mechanisms of electrical surface charge development at the liquid-solid interfaces, in the absence and in the presence of specific adsorption of species in solution, and its microscopic effects on the potential zeta and the electrical double layer, as well as its macroscopic consequences on the rheological behaviour of the suspensions should have been properly assimilated. The concepts connected with the DLVO theory of the colloidal stability, and mechanisms of stabilization of colloidal systems will allow substantiating the decisions taken for the trainees in the manufacturing environment or in the laboratorial context of their future professional activities.*

*The teaching methodologies will also be of great usefulness for those that will deal with activities connected with the processing of advanced ceramics, where the optimization of the mixtures of the components and the packing of the particles in suspension are essential. This justifies the careful introduction of the bases of the physics and chemistry of colloidal processing.*

*On the other hand, the group works constitute the best opportunity for the share of the knowledge among the group members, the integration of different but complementary visions or backgrounds, contributing to the*

*development of competences of work in team. The exposition of the results and its discussion in the classroom is still another opportunity for training the capability of communicating publicly information, ideas, problems and its respective solutions proposed by the presenters, and to develop the critical spirit among the rest of the classroom mates, who will be stimulated raising relevant questions that help to reveal the integrating character of the discipline and its relation with a variety of chemical-physical phenomena what we come across in ours day by day, connected with the identification, characterization and processing of ceramic raw materials.*

*The evaluation methods proposed also are aligned with the methodologies of teaching and with the intended leaning outcomes in this curricular unity.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

1. Souza Santos, P., "Ciência e Tecnologia de Argilas" Edgard Blücher Lda., São Paulo, Vol. I, II 1992.
2. Celso S. F. Gomes, "Minerais Industriais - Matérias Primas Cerâmicas", Ed. Instituto Nacional de Investigação Científica, ISSN 972-667-115-9, 1990.
3. Hunter, R.J. (1993) *Introduction to Modern Colloid Science*, Oxford Sci. Publ., Oxford.
4. Israelachvili, J.N. (1985) *Intermolecular and Surface Forces*, Academic Press, London.
5. Shaw, D.J. (1992) *Introduction to Colloid and Surface Chemistry*, 4th Ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, Boston, (1975).
6. Hiemenz, P. C., "Principles of colloid and surface Chemistry", 2nd Ed., Marcel Dekker, Inc. (1986).
7. Ferreira, J. M. F., *Rheology and control of industrial processes*, Sebenta do Professor.
8. *Reologia e suas Aplicações Industriais*, Ed. Castro, A.G., Covas, J. A. e Diogo, A. C., Instituto Piaget, Lisboa (2001).
9. Barnes, H. A., Hutton, J. F. and Walters, K., *An introduction to rheology*, Elsevier, Amesterdam, (1989).

## Anexo IV - Química Física de Superfícies

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Química Física de Superfícies*

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

*José Maria da Fonte Ferreira*

### 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 e desenvolva competências e conhecimentos avançados sobre Superfícies, Interfaces e Sistemas Coloidais para:*

*i*

1. *Interpretar fenómenos físico-químicos correntes, e a caracterização textural de materiais porosos.*
2. *Adoptar um pensamento crítico e criativo, e uma abordagem holística e interdisciplinar dos problemas.*
3. *Resolver de problemas no âmbito da análise e caracterização de interfaces sólido-líquido, sólido-gás, líquido-líquido, molhamento, tensão de superfície, isotérmicas de adsorção, áreas específicas, etc.;*
4. *Recolher, seleccionar e interpretar informação relevante acerca de modelos de dupla camada eléctrica, fenómenos electrocinéticos, teoria DLVO da estabilidade coloidal, e mecanismos de estabilização de sistemas coloidais;*
5. *Trabalhar em grupo e comunicar informação, ideias, problemas e soluções a qualquer tipo de público.*

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

*It is intended that the student acquires skills and advanced knowledge on Surfaces, Interfaces and Colloidal Systems to enable him/her:*

1. *Interpreting the current physical and chemical phenomena, and the textural characterization of porous materials.*
2. *Adopting a critical and creative thinking, and an interdisciplinary and holistic approach of the problems.*
3. *Solving problems related to the analysis and characterization of solid-liquid, solid-gas and liquid-liquid interfaces, wetting surface tension, adsorption isotherms, specific surface areas, etc.;*
4. *Gathering, selecting and interpreting relevant information about the electrical double layer models, electro kinetic phenomena, the DLVO theory of colloidal stability, and colloidal stabilization mechanisms;*
5. *Working in group and communicating information, ideas, problems and solutions to any public.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução. Natureza dos sistemas coloidais. Tipos de sistemas coloidais. Relação entre colóides e superfícies.*
2. *Forças intermoleculares, forças de Van der Waals, e constante de Hamaker;*

**3. Desenvolvimento de carga eléctrica em colóides dispersos em água. As teorias da dupla camada eléctrica. Densidade de carga superficial.**

**4. A teoria DLVO da estabilidade coloidal. Potencial zeta e a floculação/dispersão. Floculação e química de superfícies no tratamento de águas industriais.**

**5. Termodinâmica da adsorção. Isotérmica de adsorção de Gibbs. Densidade de adsorção.**

**6. Tensão superficial, molhamento, e energia de superfície. Sucção capilar. Energia de superfície e coesão de sólidos. Ângulo de contacto.**

**7. Agentes superficialmente activos e sua organização espontânea. Detergência. Emulsões e microemulsões, e condições necessárias à sua formação. Importância industrial das emulsões. Espumas e filmes finos. Coalescência de bolhas. Separação de sólidos por flutuação.**

### 3.3.5. Syllabus:

**1. Introduction. The nature of colloidal systems. Types of colloidal systems. Relationship between colloids and surfaces.**

**2. Intermolecular forces, Van der Waals forces, and Hamaker constant;**

**3. Electrical surface charge development in water dispersed colloids. The electrical double layer theories. Surface charge density.**

**4. The DLVO theory of colloidal stability. Zeta potential vs. flocculation/dispersion. The role of surface chemistry in industrial water treatments.**

**5. Thermodynamics of adsorption. The Gibbs adsorption isotherm. Adsorption density.**

**6. Surface tension, wetting, and surface energy. Capillary suction. Surface energy and cohesion of solids. Contact angle.**

**7. Surface actives agents and their spontaneous self-organization. Detergency. Emulsions, microemulsions, and their required formation conditions. Industrial importance of emulsions. Foams and thin films. Coalescence bubbles. Separation of solids by flotation.**

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

**A química e a física de interfaces e colóides representam uma ponte entre fases químicas e físicas e desempenham também um papel vital, nem sempre reconhecido, em outras áreas de química, física, biologia, medicina, engenharia, e outras disciplinas.**

**Compreender a natureza da região interfacial e as modificações e transformações que ocorrem nesta é essencial para explorar a natureza interdisciplinar do conhecimento, às vezes controverso, neste campo em termos de pesquisa fundamental e prática. Devido à forma específica das curvas força versus distância, os cientistas nesta área dão novos nomes para interacções que são todas baseadas na força electromagnética. Para pequenas partículas, as forças superficiais podem ser um milhão de vezes mais fortes do que a força da gravidade e por isso essas partículas tendem a ficar juntas. Primeiro, falar-se-á das forças atractivas mais importantes e responsáveis pela adesão, as forças de van der Waals. Mas para o processamento de pós cerâmicos em líquidos, é importante introduzir forças repulsivas para superar as forças atractivas de van der Waals, nomeadamente, as forças electrostáticas derivadas da formação da dupla camada eléctrica (EDL). Os mecanismos de desenvolvimento de carga eléctrica à superfície de partículas e a equação física que governa as forças electrostáticas serão descritos. Os cerâmicos avançados requerem etapas de processamento cuidadas de modo a otimizar a mistura e o empacotamento das partículas. Isto é normalmente feito em líquidos; por isso, as partículas têm de ser molhadas pelo líquido e dispersas. As suspensões assim obtidas podem ser usadas directamente no enchimento por barbotina, onde o líquido é removido por sucção capilar nos poros do molde, deixando as partículas depositadas à superfície deste, ou transformadas em um corpo rígido através de técnicas de consolidação directa. Isto justifica a introdução dos fundamentos da física e química do processamento de coloidal e a sua aplicação em técnicas de consolidação directa. A origem das forças atractivas entre partículas e os modos de superar essas forças para obter sistemas dispersados constitui um tópico fulcral do programa.**

**As forças de interacção derivadas de camadas poliméricas adsorvidas em superfícies muito próximas dependem da solubilidade do polímero (interacção de solvente de segmento de polímero), da cobertura superficial (densidade de adsorção), bem como o comprimento de cadeia. Estes aditivos são genericamente designados de agentes superficialmente activos ou "surfactants". O tópico da química-física de surfactants, no contexto específico das interfaces e colóides, será coberto neste programa, nomeadamente, a descrição dos aspectos estruturais de moléculas de surfactant, composições atómicas e agrupamentos que conferes as características físico-químicas**

**observadas na sua presença. A capilaridade, e a sua relação com forças interfaciais, são um outro tópico central em muitas áreas da ciência de colóides e interfaces.**

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

**The chemistry & physics of interfaces and colloids represents a bridge not only between chemical and physical phases, but also plays a vital but often unrecognized role in other areas of chemistry, physics, biology, medicine, engineering, and other disciplines.**

**Understanding the nature of the interfacial region and the changes and transformations that occur in going from one chemical (or physical) phase to another is essential to exploit the interdisciplinary nature of the knowledge, sometimes controversial, in this field in terms of fundamental and practical research. Due to the specific shape of the force distance curves, surface scientists give new names to interactions that are all based on electromagnetic force. For small particles, the surface forces can be a million times or stronger than the gravitational pull and therefore these particles have a tendency to stick. First, we look into the most important and ubiquitous attractive forces responsible for sticking, the so-called van der Waals forces. But for the processing of ceramics in liquids, it is important to introduce repulsive forces to overcome attractive van der Waals forces. One type of force is the so-called electric double layer (EDL) force. The chemistry in the development of surface charges on particles and the physics equation that governs the forces will be described.**

**Advanced ceramics require careful processing steps to optimize particle mixing and particle packing. This is usually done in liquids; therefore particles need to be wetted by the liquid and dispersed. The as obtained slurries can be use directly in either drained casting, where the liquid is removed by suction into pores, leaving the touching particles behind, or by direct casting, where the entire slurry system is transferred into a rigid body. This justifies the introduction of the fundamental physics and chemistry for colloidal processing and their application in direct casting techniques. The students will learn about the origins of attractive forces between particles and how to overcome these forces, yielding a dispersed system.**

**The interaction forces derived from adsorbed polymer layers in close proximity surfaces depend on the polymer solubility (polymer segment-solvent interaction), the surface coverage (adsorption density), as well as the chain length. Such materials are given the general name of surface active agents or surfactants. The physical chemistry of surfactants, in the specific context of interfaces and colloids, will be covered in this program, namely the description of the structural aspects of surfactant molecules, that is, the atomic compositions and groupings which produce the observed physicochemical characteristics of such materials. Capillarity, and its relation with interfacial forces, is a central topic in many areas of interface and colloid science.**

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

**As metodologias de ensino incluirão as seguintes vertentes:**

- F0 R1** Apresentações em Power Point das matérias relacionadas com o programa teórico da disciplina;
- F0 R1** A resolução de problemas teórico-práticos;
- F0 R1** A observação e descrição de fenómenos físico-químicos através de uma abordagem holística;
- F0 R1** Fornecimento de cópias dos acetatos/apresentações e enunciados dos problemas;
- F0 R1** Desenvolvimento de trabalhos de grupo sobre temas específicos e sua apresentação e discussão em sala.

**A avaliação será contínua, incluindo 2 testes escritos, ou um teste escrito + um trabalho de grupo, e uma terceira componente relacionada com a resolução de problemas.**

**A classificação final terá por base a avaliação periódica durante o semestre, sendo a média das classificações obtidas nas três componentes de avaliação, em partes iguais.**

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

**The methodologies of teaching will include the following components:**

- F0 R1** Power Point Presentations of the matters related to the theoretical program;
- F0 R1** Resolution of theoretic-practical exercises;
- F0 R1** Observation and description of physic-chemical phenomena through a holistic approach;
- F0 R1** Delivery of the Power Point Presentations and of the theoretic-practical exercises;
- F0 R1** Development of group works under specific topics and their presentation and discussion in the room.

**The evaluation will be continuous, including 2 written tests, or one 2 written test + one group work, and a third component related to the resolution of some problems.**

**The final classification is based on the regular assessment during the semester, the scores obtained in the three components of assessment being averaged in equal parts.**

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

**A exposição dos fundamentos teóricos através de apresentações em Power Point das matérias relacionadas com o programa teórico da disciplina, e a resolução de problemas teórico-práticos relacionados com aplicações dos conceitos ao equacionamento e resolução de problemas específicos e de casos de estudo serão de grande valia para capacitar os alunos de uma visão holística dos fenómenos e de uma abordagem integrada na sua tentativa de**

*Interpretar fenómenos físico-químicos correntes, passíveis de surgir em vários contextos e sectores de actividade ou no âmbito da caracterização de sistemas diversos. Pretende-se que os alunos adquiram as ferramentas necessárias para resolver de problemas no âmbito da análise e caracterização de interfaces sólido-líquido, sólido-gás, líquido-líquido, molhamento, tensão de superfície, isotérmicas de adsorção, áreas específicas através da adsorção de gases, etc., bem como serem capazes de recolher, seleccionar e interpretar informação relevante acerca de modelos de dupla camada eléctrica, fenómenos electrocinéticos, teoria DLVO da estabilidade coloidal, e mecanismos de estabilização de sistemas coloidais.*

*Por outro lado, os trabalhos de grupo constituem uma óptima oportunidade para a partilha do conhecimento dos seus elementos, a integração de visões ou de formações base diferentes mas complementares, contribuindo assim para o desenvolvimento de competências de trabalho em equipa. A exposição dos resultados e a sua discussão perante a turma é ainda uma outra oportunidade de treinar a capacidade de comunicar publicamente informação, ideias, problemas e as suas respectivas soluções preconizadas, por parte de que faz a exposição, e para desenvolver o espírito crítico por parte do resto da turma que será estimulada a colocar questões pertinentes que ajudem a trazer ao decima o carácter integrativo da disciplina e a sua relação com variadíssimos fenómenos físico-químicos com que nos deparamos no nosso dia-a-dia, relacionados com Superfícies, Interfaces e Sistemas Coloidais.*

*Os métodos de avaliação propostos também estão alinhados com as metodologias de ensino e com os objectivos de aprendizagem que se pretendem alcançar nesta unidade curricular.*

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

*The exposition of the theoretical bases through Power Point presentations of the matters connected with the theoretical program of the discipline, and the resolution of theoretical-practice problems connected with applications of the concepts to equate and solve specific problems and case studies will be valuable to enable students to have a holistic vision of the phenomena and an integrated approach in their attempts of Interpreting current chemical-physical phenomena, susceptible of appearing in several contexts and sectors of activity or in the context of the characterization of different systems.*

*It is intended that the students acquire the necessary tools to solve problems in the context of the analysis and characterization of liquid-solid, solid-gas, liquid-liquid interfaces, wetting, surface tension, adsorption isotherms, specific surface areas through the adsorption of gases, etc., as well as to be able of gathering, selecting and interpreting relevant information about models of electrical double layer, electro kinetic phenomena, DLVO theory of the colloidal stability, and mechanisms of stabilization of colloidal systems.*

*On the other hand, the group works constitute the best opportunity for the share of the knowledge among the group members, the integration of different but complementary visions or backgrounds, contributing to the development of competences of work in team. The exposition of the results and its discussion in the classroom is still another opportunity for training the capability of communicating publicly information, ideas, problems and its respective solutions proposed by the presenters, and to develop the critical spirit among the rest of the classroom mates, who will be stimulated raising relevant questions that help to reveal the integrating character of the discipline and its relation with a variety of chemical-physical phenomena what we come across in ours day by day, connected with Surfaces, Interfaces and Colloidal Systems.*

*The evaluation methods proposed also are aligned with the methodologies of teaching and with the intended leaning outcomes in this curricular unity.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

1. Adamson, A.W. (1990) *Physical Chemistry of Surfaces*, 5th edn, Wiley, New York.
2. Birdi, K.S. (ed.) (1997) *CRC Handbook of Surface and Colloid Chemistry*, CRC Press, Boca Raton, FL.
3. Evans, D.F. and Wennerstrom, H. (1999) *The Colloidal Domain*, 2nd Ed., Wiley, New York.
4. Hiemenz, P.C. (1997) *Principles of Colloid and Surface Chemistry*, 3rd Ed., Marcel Dekker, New York.
5. Hunter, R.J. (1993) *Introduction to Modern Colloid Science*, Oxford Sci. Publ., Oxford.
6. Israelachvili, J.N. (1985) *Intermolecular and Surface Forces*, Academic Press, London.
7. Shaw, D.J. (1992) *Introduction to Colloid and Surface Chemistry*, 4th Ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, Boston.

## Anexo IV - Materiais em Tecnologia

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Materiais em Tecnologia*

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

*Jorge Ribeiro Frade*

**3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:***Fernando Manuel Bico Marques***3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*O objectivo geral é a criação de um quadro eficaz de conhecimentos no domínio das propriedades e aplicações de materiais, para alunos com origem diversa da Ciência e Engenharia de Materiais, como base para eventuais decisões fundamentadas em actividades profissionais em áreas envolvendo o uso de materiais. Neste sentido dedica-se grande atenção ao estudo do comportamento dos diferentes tipos de materiais, e sua relação com estrutura, composição, e microestrutura, bem como ao papel do processamento na microestrutura.*

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

*The overall objective is to develop an effective training on properties and applications of materials, for students with no background in Materials Science and Engineering, as the basis for likely decisions while professionals in areas involving the use of materials. Consequently, major attention is devoted to the study of the relationships between the performance of different materials, their structure, composition and microstructure, as well as on the role of processing on microstructure.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:***Introdução aos Materiais; Ligação Atómica; Estrutura Cristalina; Defeitos**Difusão; Transformações de Fases**Propriedades Mecânicas; Mecanismos de endurecimento; Fractura**Diagramas de Fases**Processamento e Aplicações de Metais**Estrutura, Propriedades, Processamento e Aplicações de Cerâmicos**Estrutura, Propriedades e Processamento de Polímeros**Compósitos**Corrosão**Propriedades Eléctricas e Térmicas; Propriedades Magnéticas e Ópticas**Aspectos Económicos e Ambientais; Selecção de Materiais*

*O programa apresentado sofrerá pequenas adaptações anuais em função do interesse temporal de alguns temas e disponibilidade de especialistas convidados que possam trazer uma mais-valia em relação ao tratamento dos mesmos.*

**3.3.5. Syllabus:***General Intro; Atomic Bonding; Crystalline Structure; Imperfections**Diffusion; Phase Transformations**Mechanical Properties; Strengthening Mechanisms; Failure**Phase Diagrams**Processing and Applications of Metals**Structure, Properties, Processing, Applications of Ceramics**Structure, Properties of Polymers**Composites**Corrosion**Electrical and Thermal Properties; Magnetic and Optical Properties**Economic and Environmental Issues; Materials Selection*

*The above program will undergo minor annual adjustments based on the interest of some themes and temporal availability of guest experts who can bring an added value to the subject treatment.*

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

*Os estudantes percorrem inicialmente aspectos básicos de formação em ciência e engenharia de materiais que irão ser usados ao longo do programa, com destaque para os papéis da composição, ligação química, estrutura e defeitos. Em seguida, parte-se deste conjunto de conhecimentos básicos para as diferentes propriedades, materiais e aplicações, incluindo o papel do processamento. Explora-se frequentemente a análise comparativa das propriedades dos diferentes tipos de materiais. Finalmente, complementa-se esta componente com o estudo de casos de impacto económico e ambiental, e de selecção de materiais.*

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

*Students first go through basic training in materials science and engineering that will be used throughout the program, highlighting the roles of composition, chemical bonding, structure and defects. From this set of basic knowledge, the different properties, materials and applications, including the role of processing, are progressively addressed. It is often explored the comparative analysis of properties of different materials. Finally, this component is complemented with case studies of economic and environmental impact, and selection of materials.*

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



*As aulas envolvem a apresentação do enquadramento teórico dos diferentes tópicos. Os diferentes temas tratados beneficiam do contributo repetido de seminários com especialistas convidados.*

*Todas as aulas envolvem projecção de slides (PPT), realçando informação e tópicos considerados de especial relevo, ou figuras e fotografias ilustrativas, enriquecendo-se a descrição de sistemas e dispositivos por via da imagem.*

*Os estudantes são chamados a participar activamente nas aulas, quer através de perguntas colocadas sobre os temas em discussão, quer através da colocação de dúvidas suscitadas nas aulas.*

*Exercícios de aplicação ao longo do ano facilitam o acompanhamento continuado da matéria. Para além disso, a avaliação inclui três testes parciais individuais durante o período lectivo normal, ou um exame final durante o período reservado para este efeito. Complementarmente, os estudantes elaboram uma monografia, em grupo, com posterior apresentação oral e em versão impressa.*

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

*The lectures involve the presentation of the theoretical framework of different topics. The different themes are also covered by regular seminars with invited experts.*

*All classes involve projection of slides (PPT), highlighting information and topics considered of particular importance, and illustrative photographs or drawings, enriching the description of systems and devices through the image.*

*Students are required to actively participate in class, either through questions on the topics under discussion, either by putting their own questions.*

*Application exercises throughout the year facilitate the continuous consolidation of knowledge. In addition, the evaluation includes three individual partial tests during the normal teaching period, or a final exam during the period reserved for this purpose. Lastly, students prepare a monograph as group work, with subsequent oral presentation and as written report.*

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

*O programa envolve uma componente inicial que apela a conhecimentos obtidos em fases anteriores da formação em química, eventualmente mesmo pré-universitária, atendendo à diversidade de origens dos alunos.*

*Na dimensão formativa envolvendo a capacidade de compreender o comportamento de materiais e dispositivos, assegura-se primeiramente que o aluno domina minimamente conhecimentos essenciais (ex: propriedades mecânicas ou diagramas de fases), e posteriormente introduzem-se numa lógica construtiva os diferentes tipos de materiais e técnicas de processamento. Numa fase adiantada, detalham-se várias propriedades e aplicações que beneficiam duma apresentação prévia dos diferentes tipos de famílias de materiais. A disponibilidade de slides/imagens com inúmeros exemplos e detalhes dos aspectos em análise favorece a qualidade da formação. Com o objectivo de consolidar conhecimentos e avaliar dificuldades eventuais em alguns domínios, os alunos realizam um conjunto de exercícios nas aulas, centrados nos principais assuntos tratados nesta disciplina. Esta actividade favorece o estabelecimento de múltiplos contactos com o docente, tendo em vista o esclarecimento de dúvidas. Deste modo, consegue-se assegurar uma metodologia de ensino ajustada às características específicas individuais dos alunos e aos objectivos de aprendizagem.*

*A elaboração duma monografia sob a forma de trabalho em grupo, sujeita a apresentação escrita e oral, é acompanhada regularmente ao longo do período lectivo, favorece o desenvolvimento de formas autónomas de pesquisa e análise de informação, a melhoria progressiva das diferentes formas de comunicação e os hábitos de trabalho em equipa, competências globais a desenvolver ao longo do curso.*

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

*The program involves an initial component that appeals to knowledge obtained in earlier phases of training in chemistry, perhaps even pre-university, given the diversity of backgrounds of students.*

*In the formative dimension involving the ability to understand the behavior of materials and devices, we firstly ensure that the student masters essential knowledge (e.g., mechanical properties or phase diagrams).*

*Subsequently, they are introduced into a constructive logic to the different types of materials and processing techniques. Details on various properties and applications that benefit from a previous presentation of the different families of materials are introduced later. Availability of slides/images with examples and details of the aspects under consideration favors training quality.*

*In order to consolidate knowledge and assess any difficulties in some areas, students perform a set of exercises in the classroom, focusing on key issues addressed in this discipline. This activity favors the establishment of multiple contacts with the teacher in order to clarify questions. Thus, it is possible to ensure a teaching methodology tailored to the specific characteristics of individual students and learning objectives.*

*The preparation of a monograph in the form of group work, subject to written and oral presentation, is monitored regularly throughout the school term, favors the development of autonomous forms of research and analysis of information, and the progressive improvement of different forms of communication and habits of teamwork, thus developing global competencies to be reached throughout the course.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*W.D. Callister, Jr., Materials Science and Engineering: An Introduction, 6th edition, John Wiley and Sons, Inc. (2003)*

*W.F. Smith, Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais, 3ª edição, McGraw-Hill, Inc. (1998)*

## Anexo IV - Gestão da Qualidade

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Gestão da Qualidade*

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

*Maria João Machado Pires da Rosa*

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

*João Augusto Lagoa d'Orey*

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

*O objetivo fundamental desta unidade curricular é o de transmitir aos alunos conhecimentos sobre a Qualidade, tanto a nível conceptual como a nível instrumental e técnico, que lhes sirvam de base para que, no seu futuro profissional, possam vir a colaborar ativamente no desenvolvimento e na implementação de Sistemas da Qualidade.*

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

*This curricular unit goal is to help students acquire knowledge on quality, both at conceptual and instrumental and technical levels. The basic idea is that the knowledge acquired will serve as a basis for them to actively collaborate, in their professional future, on the development and implementation of quality systems.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Fundamentos, Conceitos e Evolução da Qualidade.*
- 2. Introdução à Gestão da Qualidade: os 8 princípios da gestão da qualidade; referenciais para implementação de sistemas de gestão da qualidade; planeamento da qualidade; controlo da qualidade; garantia da qualidade e melhoria da qualidade.*
- 3. Introdução à Qualidade na Conceção: AMFE e QFD.*
- 4. As 7 Ferramentas Básicas da Qualidade.*
- 5. Pensamento Estatístico e Aplicações: dimensionamento de amostras e capacidade do processo*
- 6. Controlo Estatístico de Processos.*
- 7. Gestão por Processos.*
- 8. Sistema Português da Qualidade. Normalização, acreditação e qualificação.*
- 9. As normas ISO 9000.*
- 10. Certificação. Auditorias da Qualidade.*
- 11. Sistemas de Gestão Ambiental e de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho.*
- 12. Gestão pela Qualidade Total. Modelos de Excelência e Prémios da Qualidade.*

### 3.3.5. Syllabus:

- 1. Foundations, Concepts and Quality Evolution.*
- 2. Introduction to Quality Management: the eight basic quality principles; guidelines to implement quality management systems; quality planning, control, assurance and improvement.*
- 3. Introduction to quality in design: AMFE and QFD.*
- 4. The Seven Basic Quality Tools.*
- 5. Statistical Thinking and Applications: sample dimension and process capability*
- 6. Statistical Process Control.*
- 7. Quality Management in Design and Project.*
- 8. Process Management.*
- 9. The Portuguese Quality System.*
- 10. Quality Management Systems. The ISO 9000: 2000 Family.*
- 11. Environmental Management Systems and Occupational Health and Safety Management Systems.*
- 12. Total Quality Management. Excellence Models and Quality Awards.*

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

*Com esta unidade curricular pretende-se que os estudantes adquiram competências ao nível do domínio dos conceitos base da Qualidade (conhecimento e compreensão) e que sejam capazes de aplicar, tanto os conceitos como as técnicas estudadas, em situações práticas da realidade (análise em Engenharia, investigação, prática em Engenharia).*

*Para isso optou-se por seleccionar, de entre vários conteúdos passíveis de serem leccionados numa unidade curricular de Gestão da Qualidade, aqueles que nos pareceram os fundamentais para os estudantes começarem a ter algum domínio sobre esta área científica, podendo vir a desempenhar funções na área da qualidade nos mais*

*diferentes tipos de organizações.*

*Optou-se, então, por introduzir os estudantes a esta área da gestão, mostrando-lhes como a mesma se foi desenvolvendo ao longo dos séculos XX e XXI, recorrendo ao trabalho realizado pelos principais 'gurus' da qualidade (como, por exemplo, Deming, Juran ou Feignbaum). Seguidamente são discutidas diferentes ferramentas da qualidade, que poderão ser usadas ao nível da conceção e realização de novos produtos/serviços e processos com o intuito de melhorar continuamente as organizações. Finalmente é apresentado aos estudantes o sistema Português da qualidade (SPQ), uma vez que é no seu âmbito que presumivelmente estes irão trabalhar, referindo-se as diferentes normas para a implementação de sistemas de gestão integrados (qualidade, ambiente e saúde e segurança) e terminando-se com o modelo de excelência da EFQM, que é por muitos considerado como o modelo mais exigente em termos de implementação da gestão da qualidade nas organizações.*

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

*With this curricular unit it is intended that students acquire competencies at the level of the basic quality concepts and tools (knowledge and understanding) and that they be capable of applying them in practical engineering situations (engineering analysis, research, and engineering practice).*

*In order to achieve this intention, an option has been made to select, from a series of different programmatic contents possible of being lectured in a quality management curricular unit, those that seemed to be the most relevant for students to have some mastery of this scientific discipline, being able to perform adequately in the quality area in different types of organizations.*

*The decision was then to start the curricular unit with an overview of this scientific field development over the XX and early XXI century, resorting to the work of the different quality 'gurus' (such as, Deming, Juran or Feignbaum). Then a discussion is made of different quality tools, which can be used in products/services and processes design and realization in order to continuously improve quality. Finally students are introduced to the Portuguese quality system (SPQ), once that presumably it is under this framework that they will be working after graduation, being referred the different standards existent to implement integrated management systems (quality, environment and occupational health and safety). The curricular unit ends with the presentation of the EFQM Excellence model, considered by many as the most demanding and encompassing quality management framework.*

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

*A abordagem dos temas propostos no programa da unidade curricular é feita durante as aulas teórico-práticas, recorrendo à exposição dos mesmos, à resolução de exercícios e à discussão de casos de estudo. Paralelamente, realizam-se conferências por especialistas nas matérias abordadas e visitas de estudo a organizações de referência na área da Qualidade.*

*A avaliação é contínua, consistindo em a) um trabalho, realizado em grupo, baseado num desafio proposto pela empresa TNT Express Portugal – 20%; b) três pequenos trabalhos, realizados em grupo (20%) cobrindo os temas “as 7 ferramentas básicas da qualidade” (6%), “gestão de processos” (6%) e “requisitos da norma ISO 9001:2008” (8%); c) um exame final – 60%.*

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

*The different themes proposed in the curricular unit program are approached through their exposition, exercises resolution and case studies presentation and discussion. Furthermore students have the opportunity to assist to conferences with specialists on some of the themes, as well as to participate in visits to reference organizations in the quality area.*

*The evaluation is continuous, consisting in: a) an assignment, made in group, based on a challenge proposed by the TNT Express Portugal company – 20%; b) three small assignments, made in group (20%) covering the subjects “7 quality basic tools” (6%), “Processes' management” (6%) and “ISO 9001:2008 standard requirements” (8%); c) a final exam – 60%.*

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

*O objetivo fundamental definido para a unidade curricular é o de transmitir aos estudantes conhecimentos sobre a Qualidade, tanto a nível conceptual como a nível instrumental e técnico, que lhes sirvam de base para que, no seu futuro profissional, possam vir a colaborar ativamente no desenvolvimento e na implementação de Sistemas da Qualidade. Nesse sentido, e de forma a potenciar a aprendizagem por parte dos alunos, é proposta a realização de quatro trabalhos práticos cujo conteúdo versa sobre alguns dos temas tratados nas aulas, o que permite uma melhor articulação entre a teoria e a prática. Um dos trabalhos é particularmente interessante neste contexto, uma vez que resulta de um desafio real proposto por uma empresa portuguesa. No entanto, e como os trabalhos são realizados em grupo, esta componente mais prática e aplicada da unidade curricular, é complementada com um teste individual aos conhecimentos (teóricos e teórico-práticos) adquiridos pelos estudantes na mesma.*

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

*This curricular unit main goal is to transmit to students knowledge about Quality, both at conceptual as well as at instrumental and technical level, that may be used by them as a basis for their future work as quality professionals,*

*being able to actively help in the development and implementation of quality management systems in different types of organizations.*

*In order to achieve this intended goal, and as a way to improve students learning, four assignments are proposed to students, that reflects four of the programmatic contents lectured. One of the assignments is particularly interesting once it results form a real challenge proposed by one Portuguese company. The assignments allow a better integration between theory and practice. Nevertheless, and due to the fact that the assignments are made in groups, this more practical and applied component of the curricular unit assessment is complemented with a more theoretical one: a test done individually by each student that allows testing the theoretical and theoretical-practical knowledge acquired by the students.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*The Management and Control of Quality, James R. Evans e William M. Lindsay, Thompson Learning, 2008.*

*Quality Planning and Analysis: From Product Development Through Use, J.M. Juran e Frank M. Gryna, Mcgraw Hill, UK, 2001.*

*Total quality management: text with cases, John S. Oakland e Amrik S. Sohal, Butterworth/Heinmann, 2001.*

*Introduction to Statistical Quality Control, Montgomery D. C., John Wiley & Sons, New York, 2000.*

*Manual prático para a certificação e gestão da qualidade com base nas normas ISO 9000:2000: um guia para os métodos e processos mais modernos, Coord. Lurdes Capelas e Ana Luísa Paiva, Lisboa, Verlag Dashöfer, 2000.*

*Qualidade : sistemas de gestão da qualidade, A. Ramos Pires, Sílabo, Lisboa, 2004.*

*Qualidade : planeamento e controlo estatístico de processos, Zulema L. Pereira e José G. Requeijo, Prefácio, Lisboa, 2008.*

## Anexo IV - Sistemas de Gestão Ambiental

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Sistemas de Gestão Ambiental*

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

*Luís Manuel Guerreiro Alves Arroja*

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

*Maria Helena Gomes de Almeida Gonçalves Nadais*

*Myriam Alexandra dos Santos Batalha Dias Nunes Lopes.*

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

*Dotar os alunos dos conhecimentos necessários para a compreensão e análise dos elementos de um sistema de gestão ambiental elaborado segundo diferentes referenciais, bem como de outros instrumentos de gestão ambiental.*

*Domínio dos conceitos relacionados com sistemas de gestão ambiental, referenciais normativos e requisitos. Reconhecimento de vários instrumentos voluntários destinados à promoção ambiental e social das organizações e seus produtos. Compreensão das analogias entre sistemas de gestão da qualidade, do ambiente e de higiene e segurança. Capacidade de elaborar elementos do SGA – políticas, procedimentos e instruções de trabalho, formulários de registo, planos de acção – e de estabelecer indicadores de desempenho ambiental. Capacidade de realizar pequenas auditorias e de elaborar os planos e relatórios respectivos. Compreensão dos conceitos relacionados com análise de ciclo e vida e respectiva metodologia.*

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

*To improve the knowledge necessary for the understanding and assessment of the elements of an environmental management system, according to different available standards, as well as others environmental management tools. Understanding of the concepts related to environmental management systems, standards and requirements. Awareness of the various voluntary instruments designed for environmental and social promotion of an organization and its products. Understanding of analogies between different management systems: quality, environmental, health and safety. Ability for designing of EMS elements – policies, procedures and work instructions, record forms, action plans – and designing indicators for environmental performance. Ability to perform environmental audits, design audit plans and write reports. Understanding of life cycle assessment methodology as well as the related tools.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. **Fundamentos dos sistemas de gestão (qualidade, ambiente e higiene e segurança), requisitos gerais das normas ISO 9001:2000, ISO 14001:2004 e OSHAS ;**
2. **Requisitos da ISO 14001:2004;**
3. **Elaboração de um sistema de gestão ambiental (SGA) segundo a ISO 14001:2004 – política ambiental, avaliação de aspectos ambientais, planos de acção ambiental, melhoria contínua do desempenho ambiental**
4. **Auditoria ambiental, tipos de auditorias, fases de uma auditoria ambiental, documentos da auditoria (planos e relatórios), técnicas de auditoria, requisitos da equipa auditora.**
5. **Regulamentação Cumunitária de Ecogestão e Auditoria (EMAS);**
6. **Avaliação de desempenho ambiental nas organizações e indicadores.**
7. **Política Integrada do Produto;**
8. **Análise do ciclo de vida, referencial normativo, as fases da ACL, metodologia de ACL, ferramentas de ACL.**
9. **Rótulo Ecológico Europeu;**
10. **Responsabilidade Social das Empresas: Livro Verde UE, SA8000 e ISO26000;**

### 3.3.5. Syllabus:

1. **Background of management systems (quality, environment, health and safety), general requirements of the ISO 9001:2000, ISO 14001:2004 and OSHAS 18001 standards;**
2. **Requirements of the ISO 14001:2004 standard;**
3. **The design of an environmental management system (SEM) according to ISO 14001:2004 – environmental policy, assessment of environmental aspects, environmental action plans, continual improvement of environmental performance;**
4. **Environmental audit, types of audits, the phases of an audit, audit documents (plans and reports), audit methods, requirements for an audit team.**
5. **Eco-Management and Audit Scheme (EMAS);**
6. **Environmental indicators and assessment of the environmental performance.**
7. **Integrated Product Policy.**
8. **Life Cycle Assessment, standards, the phases in LCA, LCA methodology, LCA tools.**
9. **European Eco-Labeling.**
10. **Social Responsibility and Accountability: The Green Book EU, SA8000 and ISO26000.**

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

*O conteúdo programático é adequado aos objectivos de aprendizagem dado abranger os diferentes temas e assuntos para os quais foram identificados e estabelecidos os objectivos, âmbito e competências a desenvolver nesta unidade curricular. Com efeito o conteúdo programático aborda de um modo sistemático, sequencial e pragmático um conjunto de temas e assuntos relacionados com as metodologias de implementação de diferentes tipos de sistemas de gestão nas organizações, que representam no enquadramento da economia moderna importantes ferramentas para o aumento da sua competitividade.*

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

*The content of the course fits the main learning objectives as they cover the different subjects and matters that was identified and established as objectives, aims and skills to be developed in this unit.*

*Indeed the content of the course is developed in a systematic, pragmatic and sequential way allowing the development of different environmental management systems methodologies applied to different types of organizations. The implementation of this kind of tools in a modern and global economy is crucial to the competitiveness increase of the industry and any type of organizations.*

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

*Aulas TP envolvendo momentos de exposição com apoio de meios audiovisuais, seguidos de resolução de exercícios (individualmente ou em grupo), como por exemplo o desenvolvimento de um caso de estudo, envolvendo a elaboração de um SGA e correspondente dossier ambiental. Os trabalhos realizados nas aulas são posteriormente apresentados e discutidos. As aulas envolvem ainda a realização de uma visita de estudo a uma organização certificada.*

*A avaliação é efectuada por avaliação Contínua envolvendo um teste escrito (no final do semestre) e relatórios/discussão dos trabalhos solicitados aos alunos ao longo do semestre.*

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

*Lecturing classes (TP) with the backing of audiovisual aids, followed by exercises (individual or in group) e.g. the designing of an EMS for a case study and the elaboration of the respective environmental manual. The work done in the classes will be subject to presentations and discussion. The classes include a field visit to an organization having a certified EMS.*

*The evaluation will be continual assessment including a written exam (at the end of the semester) and reports/discussion of the work performed by the students along the semester.*

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

**curricular.**

*As metodologias de ensino adoptadas nesta unidade curricular, em particular o desenvolvimento de trabalhos que simulem a implementação de sistemas de gestão através de estudo de caso, revelam-se as mais adequadas, nomeadamente através da aplicação do princípio “aprender, aplicando e executando”.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.**  
*The learning methodologies in this course are adequate with the learning objectives, namely through the development of case studies simulating the implementation of management systems, using the main educational principle “learning by doing”.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

- Santos Oliveira (2003), *Gestão Ambiental*, Lidel, Lisboa.
- Pinto, A. (2005) *Sistemas de Gestão Ambiental-Guia para a sua implementação*. Sílabo.
- SGS (2003), *O caminho para a ISO 14001, Evitar as armadilhas*.
- APCER (2001), *NP ISO 14001:1999. Guia interpretativo*.
- Ruth Hillary (2000), *ISO 14001, Case Studies and Practical Experiences*, Ed. Greenleaf Publishing, UK.

**Anexo IV - Refractários****3.3.1. Unidade curricular:**

*Refractários*

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

*Ana Maria Bastos da Costa Segadães*

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

*<sem resposta>*

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

*Com a aprovação na unidade curricular, os alunos deverão:*

- *compreender o desenvolvimento da indústria de Refractários no sentido dos materiais de alta tecnologia, em termos das propriedades dos produtos, da Ciência envolvida e do nível de sofisticação atingido;*
- *saber avaliar as propriedades dos refratários e interpretá-las em termos de diagramas de equilíbrio de fases, mecânica da fratura e corrosão química;*
- *conhecer as famílias de refratários (e.g. mineralogia, comportamento químico, processos de fabrico e propriedades);*
- *compreender a relação entre os produtos cerâmicos refractários e os materiais processados nos equipamentos que revestem (fornos), segundo as exigências das indústrias de alta temperatura;*
- *ser capazes de propor uma combinação de matérias-primas adequada à obtenção de um produto com especificações determinadas;*
- *ser capazes de interpretar um processo de corrosão e de o prever ou evitar; e*
- *estar sensibilizados para a relação indústria/meio ambiente.*

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

*By the end of this unit, students:*

- *understand why Refractories industry evolved towards high technology materials, in terms of new products' properties, the Science behind materials development and the sophistication degree reached;*
- *can determine the characteristic properties of refractory materials and interpret results in terms of phase equilibrium diagrams, fracture mechanics and chemical corrosion;*
- *know the refractory families (e.g. mineralogy, raw materials, chemical behaviour, processing and properties);*
- *understand the relationship between refractory ceramics and the materials processed in the units they line (furnaces), as required by high temperature industries;*
- *are able to propose an adequate combination of raw materials to produce a refractory material with specific characteristics;*
- *are able to interpret a corrosion process and to predict or prevent it; and*
- *are conscious of the relationship between the industry and the environment.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Introdução:** *desenvolvimento da indústria dos materiais refratários e sua interdependência com a metalúrgica (revestimento de fornos); evolução histórica e o estado atual.*
- 2. Definição e classificação dos materiais refratários. Critérios de seleção. Tipos de refratários comerciais. Os diagramas de equilíbrio e os refratários.**

**3. Propriedades: refratárias, mecânicas, físicas, elétricas, de resistência à corrosão química, de resistência ao choque térmico.**

**4. Tipos de refratários: da série sílica-alumina, básicos (série magnésia-crómia e dolomíticos), eletrofundidos, betões refratários. Seleção e doseamento de matérias-primas, interpretação de desempenho e estudos post mortem.**

### 3.3.5. Syllabus:

**1. Introduction: evolution of the refractories industry and its relationship with metallurgy (furnace linings); historical milestones and state of the art.**

**2. Definitions and classification of refractory materials. Selection criteria. Types of commercial refractories. Phase equilibrium diagrams and refractories.**

**3. Properties: refractoriness, mechanical, physical and electrical properties, chemical corrosion resistance, thermal shock resistance.**

**4. Types of refractories: the silica-alumina series, basic refractories (the magnesia-chrome series and dolomite), fusioncast refractories, refractory castables. Raw materials selection, performance interpretation and post mortem studies.**

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

*Os refratários são materiais resistentes ao calor geralmente usados como componentes em unidades que operam a temperaturas elevadas, por forma a constituírem-se em câmaras onde decorrem processos termoquímicos. Na maioria dos casos, os refratários deverão funcionar simultaneamente como membros estruturais da unidade, conservando a sua identidade, forma e dimensões, e como barreiras térmicas confinando, de uma maneira económica, um espaço onde a temperatura se mantenha elevada. Se, em virtude do processo termoquímico em curso, for exigida uma atmosfera especial ou se desenvolverem fases líquidas corrosivas, os refratários deverão ser capazes, mesmo assim, de conservarem a sua integridade física e química e de não contaminarem indevidamente o material que está a ser processado. O desenvolvimento da indústria dos refratários tem sido sistematicamente determinado pelo da indústria do ferro e do aço (mas costuma dizer-se que a invenção do aço teve de esperar várias décadas porque os refratários adequados ainda não tinham sido inventados). As estatísticas internacionais indicam que a siderurgia consome cerca de 60% da produção mundial de refratários; os outros consumidores principais são a indústria cerâmica (~9%), a metalurgia dos não ferrosos (~8%), a fusão do vidro (~5%), o processamento de minerais (~5%), a química e a petroquímica (~4%) e as utilidades públicas (~1%). O desenvolvimento da indústria de refratários, no sentido dos materiais de alta tecnologia, deve-se em grande parte, e como habitualmente, às exigências da indústria siderúrgica e à grande competitividade entre os produtores de aço a nível internacional. As mudanças nas práticas metalúrgicas implicaram alterações no uso dos refratários e requerem inovações na tecnologia do seu fabrico. As últimas décadas viram surgir novos materiais refratários com combinações bem "criativas" de agregados e ligantes. Estes novos produtos apresentam uma significativa melhoria das suas propriedades físicas e químicas, nomeadamente resistência mecânica, porosidade e resistência à erosão, o que permite a construção de unidades de paredes finas e a instalação por vibração ou bombeamento, com tempos mais longos de vida em serviço.*

*Para se poder apreciar o desenvolvimento da indústria de Refratários no sentido dos materiais de alta tecnologia, não só em termos das propriedades dos novos produtos, mas também, e especialmente, em termos de concepção desses produtos, da Ciência envolvida no seu desenvolvimento e no nível de sofisticação atingido no design dos revestimentos propriamente ditos, é necessário conhecer as matérias primas e os métodos usados no seu fabrico, saber caracterizar as propriedades específicas destes materiais, e saber interpretar o processo de fabrico e o desempenho (estrutural, mecânico, químico) à luz de conceitos fundamentais de diagramas de equilíbrio de fases, mecânica da fratura e corrosão química.*

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

*Refractories are heat resistant materials generally used as components in high temperature units, so that a confined chamber is created, in which thermochemical processes take place. In most cases, refractories act simultaneously as the unit's structural members, keeping unaltered their identity, shape and size, and as thermal barriers, economically enclosing a space within which temperature is kept high. If, due to the ongoing thermochemical process, a special atmosphere is needed or corrosive liquid phases develop, refractories must still be able to preserve their physical and chemical integrity without undue contamination of the material being processed. The development of the refractories industry has systematically been determined by that of the iron and steel industry (although it can be said that the invention of steel had to wait for various decades because adequate refractories had to be invented first). World statistics show that steel making accounts for nearly 60% of the world's refractories production; other major consumers are the ceramics industry (~9%), non-ferrous metallurgy (~8%), glass melting (~5%), mineral processing (~5%) the chemical and petrochemical industries (~4%) and public utilities (~1%). The trend towards high technology materials observed in the refractories industry is mostly due, as usual, to the demands of the steel industry and the fierce competition among steel producers worldwide. Changes in metallurgical practices require different uses of refractories and demand for innovation in the fabrication technologies. Recent decades have witnessed the introduction of new refractory materials with rather "creative" combinations of aggregates and binders. These new products show significant improvement in physical and chemical properties, namely mechanical strength, porosity and erosion resistance, which enable the construction of thin walled units and vibrating and pumping installation, with longer service lives.*

*To fully appreciate the development of the refractories industry towards high technology materials, not only in terms of new products but also, and mostly, in terms of product design, the underlying Science and the sophistication degree reached in linings design, it is necessary to know their raw materials and fabrication methods, how to measure their specific properties, and how to interpret both the fabrication method and the service performance (structural, mechanical, chemical) in the light of fundamental concepts from phase equilibrium diagrams, fracture mechanics and chemical corrosion.*

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

*Exposição teórica com projeção de vídeos e diapositivos, sendo intensivamente utilizados exemplos de cálculo inspirados em situações reais, baseados em estudos post mortem de revestimentos retirados de serviço ou em trabalhos de investigação publicados em Revistas internacionais da especialidade, complementados por visitas de estudo a unidades industriais.*

*Avaliação periódica (dois testes) durante o período letivo e exame de recurso, no período previsto no calendário escolar.*

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

*Multi-media supported teaching (videos and power-point presentations) and problem solving exercises inspired in post-mortem case studies of used linings and research works published in speciality international Journals, complemented by field trips to industrial sites.*

*Two individual tests during the semester and a reseat exam («recurso») as defined in the academic calendar.*

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

*Nesta unidade curricular pretende-se fornecer aos estudantes conhecimentos técnico-científicos sólidos sobre os materiais refratários usados como revestimentos na grande maioria das unidades industriais com processos a temperaturas superiores à ambiente: para tal, o ensino em sala de aula é amplamente ilustrado em projeção de vídeos e diapositivos, e complementado com visitas de estudo a unidades industriais, procurando a ligação às principais indústrias utilizadoras (metalúrgica, vidroira, cimenteira).*

*É também objetivo da unidade curricular promover a integração dos conhecimentos, para o que se recorre à resolução de exercícios e estudo de casos que não só aplicam os conhecimentos recém adquiridos como exigem conhecimentos antigos de outras unidades curriculares, nomeadamente, mineralogia e matérias primas industriais, caracterização e determinação prática de propriedades, diagramas de equilíbrio de fases, comportamento mecânico, manuseamento de pós e tecnologia do processamento cerâmico.*

*Finalmente, são realçadas as situações e etapas de fabrico mais danosas do meio ambiente, seja pelos materiais usados, seja pelos sub-produtos ou resíduos gerados, e são apontadas hipóteses de reciclagem ou reutilização, pelo que os futuros engenheiros são sensibilizados para a relação indústria/meio ambiente.*

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

*With this course, students should acquire sound technical-scientific knowledge on refractory materials used as linings in the great majority of industrial units with processes at temperatures above room temperature: to this aim, classroom teaching is profusely illustrated in videos and power-point presentations, and complemented by field trips to industrial sites, seeking the relationship with the user industries (metallurgy, glass, cements).*

*The second objective of this course is to promote knowledge integration, which is best accomplished by problem solving exercises and case studies. To this aim, students need to use not only recently acquired information but also older resources and tools, namely, mineralogy and industrial raw materials, property characterization and practical determination, phase equilibrium diagrams, mechanical behaviour, powder handling and ceramic processing technology.*

*Finally, process situations and production stages are highlighted in which there might be a threat to the environment, due to the handled materials or by-products or waste generation, while seeking a possible recycling or reuse alternative. Therefore, it is expected that this will promote students awareness about the relationship between industry and the environment.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*A.M. SEGADÃES, Refractários, Fund. João Jacinto de Magalhães, Universidade de Aveiro, 1997.*

*R.E. FISHER, Advances in Refractories technology (Plibrico Comp.), Ceramic Trans., Vol.4, Am. Ceram. Soc., 1988.*

*J.P. SINGH, S. BANERJEE, editores, Microstructure and Properties of Refractories, Key Engineering Materials, Vol. 88, Trans Tech Publications, 1993.*

*Y. TAKAMIYA, Y. ENDO, S. HOSOKAWA, editores, Refractories Handbook (English edition), The Technical Association of Refractories, Japan, 1998.*

*S. BANERJEE, Monolithic Refractories: a Comprehensive Handbook, Am. Ceram. Soc. & World Scientific Publishing Inc., 1998.*

*A.M. SEGADÃES, Diagramas de Fases — Teoria e Aplicação em Cerâmica, Edgard Blücher, Lda, São Paulo, 1987.*



**3.3.1. Unidade curricular:**

*Tratamentos Térmicos*

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

*Rui Ramos Ferreira e Silva*

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

*<sem resposta>*

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

*Com esta unidade curricular pretende-se fornecer conhecimentos técnico-científicos sólidos sobre a realização de tratamentos térmicos em ligas ferrosas e não-ferrosas e sensibilizar os futuros engenheiros para a vertente produtiva através do conhecimento in loco das tecnologias de tratamento térmico proporcionado por visitas de estudo e estágios curtos em empresas do sector.*

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

*With this course, students should acquire the technical-scientific basis about heat treating processes in ferrous and non-ferrous alloys. A direct vision of representative processes of heat treating practices is given by visits and short internship periods in companies.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Revisão de conceitos básicos: diagramas de fase; transformações de fase em metais; tipos de tratamento térmico em aços.*
- 2. Recozimento: transformações estruturais, propriedades mecânicas, aspectos técnicos, normalização. 3. Têmpera martensítica: transformação martensítica, curvas TTT, morfologia e propriedades mecânicas, meios de têmpera.*
- 4. Revenido: transformações no revenido dos aços-carbono e aços ligados, propriedades mecânicas, aspectos técnicos.*
- 5. Têmpera isotérmica: transformação bainítica, ciclo térmico da austêmpera, martêmpera, tratamentos termomecânicos.*
- 6. Classificação dos aços.*
- 7. Tratamentos termoquímicos: cementação; carbonitruração; nitruração.*
- 8. Estadia numa empresa com realização de práticas (execução de tratamentos térmicos, preparação e observação metalográfica, medição de dureza Vickers).*
- 9. Tratamentos térmicos de ligas não-ferrosas e aços especiais: ligas de alumínio, titânio, magnésio, aço inox, etc.*
- 10. Visita de estudo a outra empresa.*

**3.3.5. Syllabus:**

- 1. Revision of basic concepts: phase diagrams; phase transformation in metals; heat treating types in steels.*
- 2. Annealing: structural transformations, mechanical properties, technical aspects, normalizing.*
- 3. Quenching: martensitic transformation, TTT curves, morphology and mechanical properties, quenching media.*
- 4. Tempering: tempering transformations in carbon-steels and alloyed-steels, mechanical properties, technical aspects.*
- 5. Isothermal transformation treatments: bainitic transformation, austempering cycle, martempering, thermomechanical treatments.*
- 6. Steels classification.*
- 7. Thermochemical treatments: carburizing, carbo-nitriding, nitriding.*
- 8. Training practices in a company including performing of different heat treatments in steels, preparation and metallographic observation, and hardness measurements.*
- 9. Heat treating of non-ferrous alloys and special steels: aluminum alloys, titanium, magnesium, stainless steels, etc.*
- 10. Visit to another company.*

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

*Com a disciplina de Tratamentos Térmicos pretende-se transmitir conhecimentos teóricos de Ciência dos Materiais (a inter-relação processamento-microestrutura-propriedades) complementados com conhecimentos práticos de Engenharia, pela execução de tratamentos térmicos em ambiente industrial. Por esta razão, o desenho dos conteúdos desta unidade curricular considerou todas essas vertentes distribuídas pelos seguintes módulos: i) um módulo inicial de revisão dos conceitos de termodinâmica (diagramas de fase) e cinética (transformações de fase), anteriormente aprendidos mas aqui enquadrados nos metais; ii) um conjunto de módulos teóricos (módulos 2 a 7) com uma informação tão exaustiva quanto possível acerca dos diferentes tipos de tratamentos e suas consequências do ponto de vista microestrutural e mecânico nos aços-carbono e aço de liga; iii) o módulo 9, teórico, respeitante aos tratamentos térmicos de ligas não-ferrosas e aços especiais; iv) e dois módulos (8 e 10)*

*que incluem visitas de estudo e estágios curtos em empresas do sector, com realização de trabalhos práticos.*

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

*The Heat Treating course aims to imparting theoretical knowledge of Materials Science (the interrelation processing-microstructure-properties) supplemented with engineering background, by performing heat treatments in an industrial environment. For this reason, the design of the contents of this course considered all these aspects in the following modules: i) an initial review of the concepts of thermodynamics (phase diagrams) and kinetics (phase transformations), previously learned but here framed in metals, ii) a set of theoretical modules (modules 2-7) with information as thoroughly as possible about the different types of treatments in carbon and alloyed steels, and their consequences in terms of microstructure and mechanical properties; iii) module 9, theoretical, concerning the heat treating of non-ferrous alloys and special steels, iv) and two modules (8 and 10) which include study visits and short internships in industry, with practical work.*

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

*Metodologias de ensino: método expositivo nas aulas teóricas, com apoio de tecnologias multimédia. Método expositivo/participativo nas aulas teórico- práticas (incluindo realização de tratamentos térmicos, práticas de metalografia e medidas de dureza numa empresa do sector, para além de visitas a outras unidades industriais). Avaliação: tipo contínuo englobando três componentes: A - Teste sobre a matéria leccionada (45% da nota final); B – Apresentação oral de um tópico (35% da nota final); C – Relatório do estágio prático realizado na empresa (20% da nota final). Os alunos terão ainda acesso a um exame de recurso sobre a totalidade da material leccionada*

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

*Teaching methods: expositive method in the theoretical classes with multi-media supports. Expositive/participative method in the theoretical-practical classes (including heat treating, metalography and hardness evaluation practices in an industrial environment and other visits to companies).*

*Assessment: continuous with three components: A - Test about the total theoretical matters (45% of the final classification); B - Oral presentation on a selected subject (35% of the final classification); C – Written report about the practical training in the company (20% of the final classification). Students have access to the reseat final exam («recurso») about the total contents of the course.*

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

*A disciplina de Tratamentos Térmicos tem um carácter marcadamente tecnológico, alicerçado numa formação teórica sólida. Destina-se sobretudo à vertente produtiva das potenciais saídas profissionais de um mestre em Engenharia de Materiais. As metodologias de ensino propostas são coerentes com este propósito, por considerarem não só a aprendizagem em sala dos conceitos fundamentais deste tema, mas também a aprendizagem in loco, em ambiente industrial, das tecnologias de tratamento térmico e das práticas laboratoriais de controlo de qualidade. Espera-se que, pela diversidade das formas de ensino e de avaliação e pelo contacto com a realidade industrial, que os formandos desenvolvam o seu espírito de iniciativa e autonomia, fundamental para o seu papel de futuros engenheiros.*

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

*The Heat Treating course has a distinctly practical emphasis, supported by a solid theoretical background. It is intended mainly to feed the technological background of a MSc. in Materials Engineering when searching for a future employment in the industry. The teaching methods are consistent with this purpose, because they consider not only the classroom education of the basic concepts of this subject, but also the in loco learning in an industrial environment of the heat treating technologies, including laboratory practices of quality control. It is expected that, due to the diversity of teaching and the contact with the industrial reality, the students will develop their sense of initiative and autonomy, fundamental to their role as future engineers.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

- William D. Callister Jr., “Materials Science and Engineering – An Introduction”, John Wiley & Sons, Inc.
- “Metalurgia Geral. Vol. II”, Antera Valeriana de Seabra, ed. LNEC.
- “Heat Treating”, ASM Metals Handbook Vol.4, ed. American Society for Metals.
- “Metallography and Microstructures”, ASM Metals Handbook Vol.9, ed. American Society for Metals.
- Charlie R. Brooks, “Heat Treatment, Structure and Properties of Nonferrous Alloys”, ed. ASM – American Society for Metals, 1995
- aluMATTER e-learning website (<http://aluminium.matter.org.uk/>)

## Anexo IV - Tecnologia do Vidro

### 3.3.1. Unidade curricular: Tecnologia do Vidro

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

*Maria Helena Figueira Vaz Fernandes*

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

*Maria Gracinda Ferreira da Silva*

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

*O objectivo final da unidade curricular é preparar os alunos para a inserção na indústria vidreira e de tratamento e acabamento de vidro, em gabinetes de engenharia e empresas ligadas à construção civil ou em grupos de investigação que trabalhem na área do vidro.*

*Este objectivo pressupõe a capacidade de, no final do curso, o aluno estar apto a:*

- preparar vidros de diferentes composições
- projectar fornos de fusão e de tratamentos térmicos de vidro
- saber como tornar um equipamento ou uma empresa mais eficiente a nível energético
- conhecer alguns dos métodos experimentais utilizados na análise de vidros e vidros cerâmicos
- distinguir as diversas tecnologias de processamento e tratamento pós-conformação de vidros.

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

*The global objective of the course is to prepare students to work in the glass industry, in enterprises associated with glass processing and finishing, in engineering offices and in companies related to construction or research groups working in the area of glass.*

*To accomplish those objectives the student should be able:*

- To prepare glasses of different compositions
- To make the project of melting furnaces and equipment for heat treatment of glass
- To know how to improve energy efficiency in an equipment or in a factory
- To be familiar with some of the experimental methods used in the analysis of glass and glass ceramics
- to distinguish the various processing technologies and post-forming treatments of glass

**3.3.5. Conteúdos programáticos:****1. FUNDAMENTOS**

*Considerações gerais sobre ciência e tecnologia do vidro*

**2. PROPRIEDADES DO VIDRO**

*Análise das propriedades relevantes para o processamento e para as aplicações*

**3. O PROCESSO DE FABRICO DO VIDRO COMUM**

*Matérias-primas. Fusão.*

*Aspectos físico-químicos do processo de fabrico do vidro.*

*Conformação. Tratamentos pós-conformação*

*Fabrico de fritas de vidro*

**4. PROCESSAMENTO AVANÇADO DE VIDROS.**

*Transformações de fase em vidros. Cristalização e vitrocerâmicos.*

*Técnicas alternativas de produção de vidros (fibras, porosos, revestimentos, etc.).*

**5. NOVAS TECNOLOGIAS FACE A NOVAS APLICAÇÕES DOS VIDROS**

*Tipos de processamento de vidros para biomedicina, reciclagem de resíduos, eco-arquitectura...*

**3.3.5. Syllabus:****1. FUNDAMENTALS**

*General considerations on science and technology of glass*

**2. PROPERTIES OF GLASS**

*Analysis of the relevant properties concerning processing and applications*

**3. THE PROCESS OF OF GLASS MAKING**

*Raw materials. Melting*

*Physicochemical aspects of the glass manufacturing process*

*Conformation. Post-forming treatments*

*Manufacture of glass frit*

**4. ADVANCED PROCESSING OF GLASS.**

*Phase transformations in glasses. Crystallization and glass-ceramics.*

*Alternative techniques for producing glass (fibers, porous coatings, etc.)..*

**5. NEW TECHNOLOGIES ISSUED BY THE NOVEL APPLICATIONS OF GLASS**

*Processing of glasses for biomedical applications, waste recycling, eco-architecture ...*

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

*As matérias leccionadas nos 5 pontos do plano geral dos conteúdos programáticos versam globalmente os assuntos que permitirão ao aluno aprender o que se considera fundamental na unidade curricular. Assim,*

*começa-se pela reintegração do aluno nos conceitos básicos da estrutura vítrea e das formas de organização das unidades base de uma rede vítrea para depois fazer a ligação com as propriedades do vidro, em particular das que têm implicações directas nos processos de fabrico. Entre estas a viscosidade merecerá atenção particular uma vez que condiciona não só os processamentos de alta temperatura (fusão, moldagem) mas também os processos pós-conformação. As novas aplicações dos vidros, não só no quotidiano (construção, electrónicas) mas também para fins específicos avançados (biomedicina, revestimento, etc) justificam a leccionação de 2 importantes capítulos na unidade curricular. O conteúdo planeado para a unidade curricular de Tecnologia do Vidro dará o suporte requerido pelos objectivos, permitindo concretizar as competências desejadas.*

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

*The subjects in the five points of the overall program deal with issues that will allow the student to learn what is considered essential in the course. It begins by the reintegration of students in basic concepts of glass structure and organization of basic units of a network glass. Then it is made the connection with the properties of glass, in particular with those which have direct implications in the manufacturing processes. At this point viscosity deserves particular attention since it affects not only the high-temperature processes (melting, casting) but also the post-forming processes. The new applications of glasses, not only in everyday life (construction, electronic) but also in advanced specific purposes (biomedicine, coatings, etc.) support the teaching of two important chapters in the course. The contents planned for the Glass Technology course will provide the required support to accomplish the objectives and achieve the aimed competences.*

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

#### *Ensino:*

- *Aulas tutoriais com apresentação dos assuntos.*
- *Visitas a empresas ligadas à produção e ou tratamento de vidros pós-conformação*
- *Aulas de apresentação e discussão de temas propostos ao longo da disciplina, sugeridos por visitas, estágios ou pela actualidade dos tópicos*
- *Palestras convidadas apresentadas por técnicos das várias áreas de intervenção do vidro (fabricantes, aplicadores, investigadores)*

#### *Avaliação:*

- *Duas provas de avaliação (80%)*
- *Trabalhos de discussão de temas (20%)*

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

#### *Teaching methods*

- *Tutorial lectures to present the issues.*
- *Visits to companies involved in the production and processing of glass or in post-forming processing*
- *Presentation and discussion of subjects suggested by visits, internships or by the novelty of the topics.*
- *Invited lectures presented by experts from the various glass intervention areas (manufacturers, commercial, researchers)*

#### *Assessment:*

- *Two exams (80%)*
- *Discussion of topics by the students (20%)*

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

*As metodologias de ensino incluem aulas de exposição de matérias de formação de base na área dos vidros e das tecnologias de processamento associadas à produção de produtos tradicionais e para aplicações avançadas. Serão também discutidos temas e assuntos sugeridos pelas visitas a empresas pelas palestras de especialistas ou pela actualidade dos tópicos. Incentivar-se-ão as estratégias de interpretação, em que os alunos são convidados a propor cenários ou situações novas ou sugerir alterações.*

*A metodologia participativa em tópicos da actualidade e o estímulo ao contacto com a realidade nacional das empresas ligadas ao sector do vidro (tecnologias de produção, aplicação em construção, comercial, etc.) vai ao encontro dos objectivos de aprendizagem da unidade curricular.*

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

*The teaching methods include lectures of revision on basic concepts on glasses and processing technologies associated with the production of glasses for traditional and for advanced applications. A part of the course will be dedicated to the discussion of subjects and issues suggested by the visits to the companies and by the lectures by experts or by the novelty of the topics. Strategies of interpretation will be encouraged, in which students are invited to propose new scenarios or situations or suggest alterations.*

*The participatory methodology on state-of-the-art topics and the contact with the national reality of companies associated to the glass sector (production technologies, construction, commercial, etc..) goes in the direction of the course objectives.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

- Paul, A. "Chemistry of Glasses", Chapman and Hall, New York, 1982
- "Glass Melting Technology: A Technical and Economic Assessment", A project of the Glass Manufacturing Industry Council, U.S. Department of Energy-Industrial, October 2004.
- E. A. Marí, "Los Vidrios," Editorial Americalee, Buenos Aires, 1982.
- J. M. F. Navarro, "El Vidrio", 3ª Ed., Consejo Superior de Investigaciones Científicas e Fundación Centro Nacional del Vidrio, Madrid, 2003
- Artigos a seleccionar ao longo da disciplina para discussão em aula

**Anexo IV - Biomateriais****3.3.1. Unidade curricular:**

**Biomateriais**

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

**Maria Helena Figueira Vaz Fernandes**

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

**Maria Elisabete Jorge Vieira da Costa**

**José Maria da Fonte Ferreira**

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

- Apresentar as características específicas dos diversos materiais que nas suas aplicações podem apresentar interfaces com tecidos vivos.
- Estudar as técnicas de processamento adequadas aos requisitos de design, propriedades e desempenho em serviço dos biomateriais.
- Sistematizar o conjunto de técnicas experimentais avançadas que podem servir de suporte à caracterização dos biomateriais, em particular das que permitem estudar o seu comportamento superficial.
- Discutir questões éticas, de mercado, regulamentação e testes relativos aos materiais para aplicações biomédicas.
- Enquadrar a área dos biomateriais, enquanto ciência e engenharia de materiais, no conjunto das outras áreas interdisciplinares, tais como a Biologia, Biomecânica ou Medicina.

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

- To provide the specific characteristics of the various materials that in their applications may have interfaces with living tissue.
- To study the processing techniques adequate to the requirements of design, properties and service performance of biomaterials.
- To systematize the set of advanced experimental techniques that may provide support to the characterization of biomaterials, in particular those that allow the study of their surface behavior.
- o discuss ethical issues, market regulation and testing of materials for biomedical applications.
- Framing the field of biomaterials, as materials science and engineering, in all the other interdisciplinary areas such as Biology, Biomechanics and Medicine.

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

1. Conceitos de biomaterial, biocompatibilidade e bioactividade
2. Materiais usados em aplicações biomédicas.  
Metais e ligas, cerâmicos e vidros, polímeros, compósitos  
Classificação dos biomateriais consoante a resposta do organismo
3. Propriedades e aplicações  
Ortopedia, odontoestomatologia, cirurgia plástica, cirurgia cardiovascular, oftalmologia.
4. Técnicas de processamento
5. Design
6. Normas internacionais de caracterização de biomateriais  
Testes pré-clínicos  
Comercialização
7. Mercado. Questões éticas.
8. Perspectivas de desenvolvimento de biomateriais.

**3.3.5. Syllabus:**

1. Concepts of biomaterial, biocompatibility and bioactivity
2. Materials used in biomedical applications.

- Metals and alloys, ceramics and glass, polymers, composites**  
**Classification of biomaterials according to the host response**  
**3. Properties and applications**  
**Orthopedics, dentistry, plastic surgery, cardiovascular surgery, ophthalmology.**  
**4. Processing techniques**  
**5. design**  
**6. International standards for the characterization of biomaterials**  
**Pre-clinical tests**  
**Commercialization**  
**7. Market. Ethical issues.**  
**8. Prospects for the development of biomaterials.**

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

*Os conteúdos programáticos incluídos nos 8 pontos do plano geral (ponto 3.3.5) permitem ir ao encontro dos objectivos da unidade curricular uma vez que as matérias neles incluídas fornecem os conceitos e os conhecimentos sobre materiais, propriedades, processamento e comportamento na interface com sistemas biológicos, considerados fundamentais para o efeito. Adicionalmente, são focadas questões subjacentes à utilização de materiais em aplicações médicas, tais como ética em testes pre-clínicos e clínicos, requisitos de mercado e outros, que suportarão as competências identificadas no unidade curricular. Num estágio mais avançado da disciplina são discutidos, no âmbito dos pontos do plano geral de conteúdos, tópicos científicos de grande actualidade, o que permitirá fazer a integração das várias matérias do programa e concretizar as competências descritas.*

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

*The course contents included in the 8 points of the general plan (section 3.3.5) allow to meet the objectives of the course since the topics included provide the concepts and knowledge on materials, properties, processing and behavior at the interface of biological systems, considered essential for this purpose. Additionally, several issues underlying the use of materials in medical applications are focused, such as ethics in pre-clinical tests and clinical trials, market requirements and others, which will give support to the skills identified in the course. At a later stage of the discipline the discussion of novel scientific topics, will allow to make the integration of the several subjects within the course program thus contributing for the acquisition of the described competences.*

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

**Ensino:**

- Aulas tutoriais com apresentação dos assuntos.
- Aulas de apresentação e discussão de temas/artigos pelos alunos sobre investigação recente em biomateriais
- Palestras convidadas de especialistas de Medicina que utilizam biomateriais na sua actividade clínica.
- Assistência a intervenções médicas (cirurgias, consultas) em que os biomateriais tenham papel relevante (ortopedia, dentária, oftalmologia, etc)

**Avaliação:**

- Exame final (70%)
- Trabalhos de discussão de artigos apresentados em sessão pública (30%).

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

**Teaching methods**

- Tutorial lessons to present the issues.
- Presentation and discussion by students of topics / papers on recent research on biomaterials
- Invited lectures of medical specialists who use biomaterials in their clinical activity.
- Assistance to medical interventions (surgery, medical visits) where biomaterials have a relevant role (orthopedics, dentistry, ophthalmology, etc.)

**Assessment:**

- Final exam (70%)
- Discussion of papers by the students in public presentations (30%).

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

*As metodologias de ensino incluem aulas de exposição de assuntos, baseadas em estratégias de interpretação, em que os alunos são convidados a participar, propondo cenários ou situações novas ou sugerindo alterações. A análise, em grupo, de um artigo científico recente, destina-se a introduzir o aluno no que de mais actualizado existe sobre a investigação nos temas abordados, incentivando-o a uma pesquisa dirigida e aprofundada, de acordo com os métodos de pesquisa internacionais e disponíveis na universidade.*

***A possibilidade dos alunos participarem, em ambiente cirúrgico real, de intervenções clínicas em que se utilizam biomateriais de implante, constitui uma forma eficaz de sedimentar os conhecimentos transmitidos nas outras formas de comunicação.***

***Todas estas metodologias vão ao encontro dos objectivos da unidade curricular.***

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

***The teaching methods include lectures to expose subjects, based on interpretation strategies, in which students are invited to participate by proposing new scenarios or situations, or suggesting modifications.***

***The analysis of a recent scientific paper, in group, aims to introduce the student in the most updated research on the topics covered, encouraging him for a directed and in-depth research, performed according to the methods of international research and available at the university.***

***The possibility offered to the students to participate, in real surgical environment, in clinical interventions where implant biomaterials are used, is an effective way to settle the knowledge transmitted through other forms of communication.***

***All these methods meet the objectives of the course.***

**3.3.9. Bibliografia principal:**

***- Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine. Eds. B. D. Ratner, A. S. Hoffman, F. J. Schoen, J. E. Lemons, Academic Press, San Diego, (1996);***

***- Principios de Ciencia e Engenharia de Materiais, W F Smith, McGraw Hill, (1998)***

***-Frontiers in Tissue Engineering, Ed. C. W. Patrick Jr., A. G. Mikos, L. V. McIntire, Pergamon Press, Oxford, (1998).***

***- Artigos de publicação muito recente seleccionados para discussão em aula.***

**Anexo IV - Materiais em Conversão de Energia**

**3.3.1. Unidade curricular:**

***Materiais em Conversão de Energia***

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

***Fernando Manuel Bico Marques***

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

***<sem resposta>***

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

***Perceber o carácter estratégico da questão energética em termos de desenvolvimento sustentável.***

***Compreender sistemas electroquímicos e físicos de conversão de energia, incluindo princípios de funcionamento, constituição, domínios de aplicação e fabrico.***

***Compreender o comportamento dos materiais nesses sistemas, e sua relação com estrutura, composição, e microestrutura.***

***Compreender os fundamentos e limites de aplicabilidade de um conjunto de técnicas de caracterização de materiais e sistemas, relevantes em conversão de energia.***

***Perceber a importância da análise de ciclo de vida e reciclagem de materiais.***

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

***To understand the strategic role of energy on sustainable development.***

***To comprehend the working principles, constitution, areas of application and manufacture of electrochemical and physical energy conversion systems.***

***To understand the relation between the behavior of materials in such systems and their structure, composition and microstructure.***

***To recognize the foundations and limits of applicability of a set of techniques for the characterization of materials and systems relevant to energy conversion.***

***To be aware of the relevance of life-cycle analysis and recycling of materials.***

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

***Estatísticas de energia, tendências e visão global do problema***

***Economia do hidrogénio.***

***Materiais para aplicações em pilhas e baterias. Electrólitos e eléctrodos. Defeitos em sólidos.***

***Técnicas de caracterização.***

***Pilhas de combustível. Pilhas primárias e secundárias***

***Sensores de gases de exaustão.***

***Materiais para células solares.***

**Materiais e aplicações dos efeitos termoeléctrico e magnetocalórico.**

**Materiais para eficiência térmica e conforto em edifícios.**

**Análise de ciclo de vida e construção sustentável. Reciclagem de materiais de pilhas e baterias.**

**O programa apresentado sofrerá pequenas adaptações anuais em função do interesse temporal de alguns temas e disponibilidade de especialistas convidados que possam trazer uma mais-valia em relação ao tratamento dos mesmos.**

### 3.3.5. Syllabus:

**Energy statistics, trends and global vision of the problem.**

**Hydrogen economy.**

**Materials for applications in batteries. Electrolytes and electrodes. Defects in solids.**

**Characterization techniques.**

**Fuel Cells. Primary and secondary batteries.**

**Exhaust gas sensors.**

**Materials for solar cells.**

**Materials and applications of magnetocaloric and thermoelectric effects.**

**Materials for thermal efficiency and comfort in buildings.**

**Life cycle analysis and sustainable construction. Recycling of batteries.**

**The above program will undergo minor annual adjustments based on the interest of some themes and temporal availability of guest experts who can bring an added value to the subject treatment.**

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

**O conteúdo programático inclui na sua fase inicial toda a informação indispensável ao reconhecimento e compreensão da importância estratégica dos problemas energéticos num desenvolvimento sustentável. Os estudantes revisitam depois aspectos de formação em ciência e engenharia de materiais que irão ser usados ao longo do programa, com destaque para a relação entre defeitos e comportamentos eléctrico e electroquímico, tendo em vista aplicações correntes como electrólitos e eléctrodos em diversos tipos de pilhas e baterias. Uma abordagem semelhante é adoptada em seguida para as restantes famílias de materiais e aplicações, partindo de conhecimentos adquiridos para os princípios de funcionamento, materiais e aplicações. Finalmente, complementa-se esta componente sobre materiais funcionais com o estudo de casos de análise de ciclo de vida e reciclagem de materiais, evidenciando metodologias e objectivos destes procedimentos.**

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

**The curriculum includes in its initial phase all the information essential to the recognition and understanding of the strategic importance of energy issues on sustainable development. Students then revisit aspects of training in materials science and engineering that will be used throughout the program, highlighting the relationship between defects and electrical and electrochemical behavior in view of current applications as electrolytes and electrodes in various types of cells and batteries. A similar approach is adopted then for the other families of materials and applications, from background knowledge to principles of operation, materials and applications. Finally, this component on functional materials is complemented with case study of life cycle analysis and recycling of materials, showing methods and objectives of these procedures.**

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

**As aulas envolvem a apresentação do enquadramento teórico dos diferentes tópicos. Os temas tratados beneficiam do contributo repetido de seminários com especialistas convidados. Utiliza-se frequentemente o modelo "estudo de caso".**

**Todas as aulas envolvem projecção de slides (PPT), realçando informação e tópicos considerados de especial relevo, ou figuras e fotografias ilustrativas, enriquecendo-se a descrição de sistemas e dispositivos por via da imagem.**

**Os estudantes são chamados a participar activamente nas aulas, quer através de perguntas colocadas sobre os temas em discussão, quer através da colocação de dúvidas suscitadas nas aulas.**

**Exercícios de aplicação ao longo do ano facilitam o acompanhamento da matéria. A avaliação inclui também três testes parciais individuais durante o período lectivo normal, ou um exame final no período de exames.**

**Complementarmente, os estudantes elaboram uma monografia, em grupo, com posterior apresentação oral e em versão impressa.**

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

**The lectures involve the presentation of the theoretical framework of different topics. The different themes are also covered by regular seminars with invited experts. It is often used the "case study" model.**

**All classes involve projection of slides (PPT), highlighting information and topics considered of particular importance, and illustrative photographs or drawings, enriching the description of systems and devices through the image.**



*Students are required to actively participate in class, either through questions on the topics under discussion, either by putting their own questions.*

*Application exercises throughout the year facilitate the continuous consolidation of knowledge. In addition, the evaluation includes three individual partial tests during the normal teaching period, or a final exam during the period reserved for this purpose. Lastly, students prepare a monograph as group work, with subsequent oral presentation and as written report.*

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

*O programa envolve uma componente informativa inicial com alguma expressão (estatísticas internacionais), que é tratada de forma directa através da apresentação de informação de referência complementada pelo comentário de alguns casos e situações típicas.*

*Na dimensão formativa envolvendo a capacidade de compreender e/ou conceber soluções para solicitações (eventualmente novas) de materiais e dispositivos para conversão de energia, assegura-se primeiramente que o aluno domina minimamente os conhecimentos essenciais a usar, e posteriormente introduzem-se numa lógica construtiva progressiva as componentes informativa e metodologias de tratamento para os diferentes tipos de problemas. Toda esta abordagem envolve ainda a exploração frequente do estudo de casos. A disponibilidade de slides/imagens com inúmeros exemplos e detalhes dos aspectos em análise favorece a qualidade da componente descritiva.*

*Com o objectivo de consolidar conhecimentos e avaliar dificuldades eventuais em alguns domínios, os alunos realizam um conjunto de exercícios nas aulas, centrados nos principais assuntos tratados nesta disciplina. Esta actividade favorece o estabelecimento de múltiplos contactos com o docente, tendo em vista o esclarecimento de dúvidas. Deste modo, consegue-se assegurar uma metodologia de ensino ajustada às características específicas individuais dos alunos e aos objectivos de aprendizagem.*

*A elaboração duma monografia sob a forma de trabalho em grupo, sujeita a apresentação escrita e oral, é acompanhada regularmente ao longo do período lectivo, favorece o desenvolvimento de formas autónomas de pesquisa e análise de informação, a melhoria progressiva das diferentes formas de comunicação e os hábitos de trabalho em equipa, competências globais a desenvolver ao longo do curso.*

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

*The program involves an initial informational component with some expression (international statistics), which is handled directly through the presentation of reference information complemented by comments on some typical cases and situations.*

*In the formative dimension involving the ability to understand and/or design solutions for specific needs (possibly new) in the field of materials and devices for energy conversion, firstly the student is mastered on key background areas of knowledge. Then, the treatment of different types of problems is based on a constructive rational where information and methodologies are addressed subsequently. This approach also involves the exploitation of common case studies. Availability of slides/images with examples and details of aspects under consideration improves the quality of the descriptive component.*

*In order to consolidate knowledge and assess any difficulties in some areas, students perform a set of exercises in the classroom, focusing on key issues addressed in this discipline. This activity favors the establishment of multiple contacts with the teacher in order to clarify questions. Thus, it is possible to ensure a teaching methodology tailored to the specific characteristics of individual students and learning objectives.*

*The preparation of a monograph in the form of group work, subject to written and oral presentation, is monitored regularly throughout the school term, favors the development of autonomous forms of research and analysis of information, and the progressive improvement of different forms of communication and habits of teamwork, thus developing global competencies to be reached throughout the course.*

### **3.3.9. Bibliografia principal:**

*R.A. Huggins, J. Materials Education, 10 (3), 205-224, 1988.*

*S. Skaarup, J. Mat. Ed., vol. 6 (4), 667-731, 1984.*

*Fuel Cell Handbook, 7th Ed., by EG&G Technical Services, Inc., U.S. Dept. of Energy, Office of Fossil Energy, West Virginia, 2004*

*V.V. Kharton, F.M.B. Marques, A. Atkinson, Solid State Ionics, 174, 1-4, 2004, 135-149*

*B. Smith, S. Sridhar, A.A. Khan, J. of Membrane Sci., 259, 1-2, 2005, 10-26*

*R. M. Dell, Solid State Ionics, 134, 1-2, 2000, 139-158*

*F. Beck, P. Rüetschi, Electrochimica Acta, 45, 15-16, 2000, 2467-2482*

*N. Docquier, S. Candel, Prog. in Energy and Comb. Sci., 28, 2, 2002, 107-150*

*T. Surek, J. of Crystal Growth, 275, 1-2, 2005, 292-304*

*Brian C Sales, Current Opinion in Solid State and Mat. Sci., 2, 3, 1997, 284-289*

*B. Zalba, J. M Marín, L. F. Cabeza, H. Mehling, Appl. Therm. Eng., 23, 3, 2003, 251-283*

*O. Ortiz, F. Castells, G. Sonnemann, Construction and Build. Mat., 23, 1, 2009, 28-39.*

## **Anexo IV - Cimentos e Betão**

### **3.3.1. Unidade curricular:**

## Cimentos e Betão

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

*João António Labrincha Batista*

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

*Ana Maria Bastos da Costa Segadães*

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

*Preparar os alunos para a inserção na indústria cimenteira, em gabinetes de engenharia e empresas ligadas à construção civil ou em grupos de investigação que trabalhem na área dos cimentos.*

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

*The main objective of the discipline is contributing to the knowledge of the students in terms of cement chemistry and cement/concrete production, in order to facilitate their integration in cement-making units or in concrete and civil engineering companies, project offices, and research units.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Classificação de cimentos.*

*Cimentos Portland. Matérias-primas e processo de fabrico. Qualidades cimentícias dos compostos.*

*Constituição do cimento Portland. Análise de cimentos. Cálculo dos constituintes.*

*Queima do cimento Portland. Reacções. Termoquímica. Fornos rotativos. Marcha da reacção. Composição e granulometria das matérias-primas. Equilíbrio e arrefecimento. Composição. Velocidade de arrefecimento. Estrutura do “clinker”.*

*Proporcionação do cimento Portland. Composições. Especificações.*

*Cimentos Portland rápidos, resistentes a sulfatos e de baixo calor. Propriedades e composição.*

*Geração de CO<sub>2</sub> e formas de redução. Cimentos belíticos. Cimentos sem cal.*

*Hidratação do cimento Portland. Hidratação dos compostos.*

*Endurecimento do cimento Portland. Agregados. Mudanças de volume. Agentes controladores da presa.*

*Betões. Tipos e propriedades. Resistência aos agentes destrutivos, a agentes orgânicos e inorgânicos. Reacções sulfáticas e alcalis-sílica. Betões refractários.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Classification of cements.*

*Portland cement. Raw materials. Production. Cementitious constituents. Phases. Quantification of components.*

*Bogue equations.*

*Burning of clinker. Thermochemistry. Rotary kilns. Composition and grain size of raw meal. Equilibrium. Cooling. Microstructure.*

*Proportioning of Portland cement. Composition. Standards and specifications. Ordinary and special cements: fast hardening, sulphate resistance and low hydration heat cements.*

*Hydration of Portland cement: main constituents and controlling additives. Curing. Rate and evolved heat.*

*Hardening of Portland cement. Reactions and mechanisms. Aggregates. Changes in volume.*

*CO<sub>2</sub> emissions and mitigation. Low clinker cements. Pozzolans. Wastes. Belite-based and lime-free cements.*

*Concrete. Types and properties. Durability under normal and aggressive conditions. Effect of organic and inorganic compounds. Deleterious phenomena: sulphatic reactions and alkali-silica expansive reactions. Refractory concretes.*

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

*No final do curso o aluno deverá ser capaz de:*

*Selecionar as matérias-primas e estudar as condições de fabrico do “clinker”;*

*Compreender o processo de hidratação e endurecimento dos vários tipos de cimentos e selecionar aditivos em função da aplicação;*

*Compreender os actuais constrangimentos associados à fabricação de cimento, em termos ambientais e energéticos (emissões de CO<sub>2</sub>, consumo de recursos naturais) e perspectivar soluções e novas oportunidades;*

*Propor a constituição de betões para construção civil, revestimento de fornos, outras aplicações industriais.*

*O programa proposto abrange o estudo detalhado do processo de produção do cimento, desde a selecção e tratamento das matérias-primas, etapas de fabrico e condições de operação, e efeitos sobre as propriedades do material. Estudar-se-ão diferentes formulações e formas de proporção. Os tópicos de química do cimento e a relação entre composição e propriedades serão objecto de estudo detalhado. Será dado relevo ao levantamento de ameaças e oportunidades actuais e futuras na fabricação de cimento. Geração e mitigação de CO<sub>2</sub>. Redução do consumo energético: ganhos de eficiência produtiva, uso de combustíveis alternativos, reformulação de clínquer que se desenvolve a mais baixa temperatura (ex. belítico). Uso de resíduos na formulação de clínquer e de cimento:*

**pozolanas naturais e artificiais. Uso de materiais reciclados em betões.**

**As aulas expositivas serão complementadas com trabalho monográfico sobre tópicos actuais e relevantes.**

**Prevê-se ainda o convite de palestrantes da indústria bem como a realização de visitas a unidade cimenteira e central de betonagem, para complementar a componente prática/demonstrativa da disciplina.**

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

***In the end of the course the student should be able to:***

***Select the raw materials and operation conditions needed to obtain a particular type of cement and concrete;***

***Understand the hydration process and hardening conditions of distinct cement formulations and how to control them for any particular application (use of additives, change of grain size distribution and curing conditions);***

***Understand the actual constrains of cement production, namely in terms of environmental issues (CO2 emissions, intensive energy demand) and perspective solutions and opportunities.***

***Formulate concrete for distinct applications (civil engineering, refractories, etc) and know which properties are required, how to reach and evaluate/control them.***

***The suggested program covers distinct topics of production and properties of cement and concrete, starting with selection and treatment of raw materials, then defining the processing conditions and effects on the final properties of each formulation. The deep study of cement chemistry is crucial to understand the behavior of cement under several circumstances. The definition of clinkering conditions will be guided by the use of suitable phase diagrams. Relationships between composition and properties will be also explored. New trends and future opportunities in cement fabrication driven by environmental and energy issues will be also explored. Topics on CO2 generation and mitigation, use of alternative fuels, production efficiency and development of new binder systems (belite-based, geopolymers, etc) will be included in the program. The intensive use of non-renewable raw materials and the search for wastes as substitutes will be also explored, both on cement and concrete formulations.***

***In addition to expositive/classical lessons, the students will be encouraged to explore, report, and defend specific topics. This work aims to improve their skills in doing a serious bibliographic search and to gain autonomy in the explanation, in a clear and scientific way, of a defined theme. The presence of invited speakers, preferably from industry or control laboratories, and the visits to cement and concrete making units will complement the formation, furnishing insights in the application side.***

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

***As aulas envolverão momentos de exposição, com apoio de meios audiovisuais, e discussão de casos práticos (individualmente ou em grupo).***

***A unidade curricular terá ainda uma parte de apresentação e discussão de temas de trabalho (casos de estudo) desenvolvidos pelos alunos, sempre que possível com base em casos práticos resultantes de experiências em situações concretas.***

***Procurar-se-á que os alunos sejam conduzidos a discutir as suas experiências pessoais com uma base teórica obtida através dos textos e da bibliografia que deverá ser analisada antes das respectivas sessões nas aulas.***

***A avaliação será composta por um misto de desempenho do aluno durante as aulas e as apresentações de trabalhos, e um exame final. Na classificação final, o desempenho do aluno durante as aulas e as apresentações de trabalhos terá um peso de 50%, e a classificação do exame 50%.***

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

***The classes will be based on recitation activities, with support from media, and discussion of case studies (individually or in groups).***

***The course will also have a part devoted to the presentation and discussion of case studies developed by the students, whenever possible based on case studies derived from experience in concrete situations.***

***Students will be driven to discuss their personal experiences with a theoretical basis obtained through the texts and the literature to be examined before their sessions in the classroom.***

***The learning assessment will comprise a mix of student performance during lessons, presentations of papers and a final exam. The student's performance during lessons and presentations of papers will have a weight of 50%. The final exam will have a weight of 50%.***

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

***Os momentos de exposição de conceitos teóricos e a aplicação desses conceitos na compreensão de casos práticos durante as horas de contacto permitem ao aluno compreender os conceitos teóricos e a metodologia a seguir na sua aplicação para a resolução de problemas. De forma complementar, a utilização dos conceitos apreendidos durante as horas de contacto à resolução de problemas reais (casos de estudo) seleccionados pelos alunos durante a elaboração de trabalhos permite a aplicação dos conceitos aprendidos à resolução de novas situações, o que se reflecte na aquisição de competências nesse domínio. A componente de preparação, apresentação e discussão dos trabalhos permitirá ainda aos alunos adquirir competências de analisar criticamente, avaliar e sintetizar ideias novas e complexas, e de as comunicar e discutir com os seus pares, a restante comunidade académica e a sociedade em geral sobre a área em que é especializado.***

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

**The recitation of theoretical concepts and the application of these concepts in the understanding of case studies during the contact hours allow students to understand theoretical concepts and methodology to be followed in its application to solving problems.**

**As a complement, the use of concepts learned during the contact hours to solve real problems (case studies) selected by the students during the preparation of work permit application of concepts learned to solve new situations, which is reflected in the acquired skills in this area. The component of preparation, presentation and discussion of the works will also enable students to acquire skills to critically analyze, evaluate and synthesise new and complex ideas, and to communicate and discuss with their peers, the academic community and society at large about the area that is specialized.**

### 3.3.9. Bibliografia principal:

**P.C. Hawlett, "Lea's chemistry of cement and concrete", 4th ed. Peter C. Hawlett, Elsevier science and technology books (2004).**

**S. Odler, "Special Inorganic Cements", Modern Concrete Technology, 8, London and New York (2000).**

**H.F.W. Taylor, The chemistry of cement. 1st ed., Academic Pres, London (1964).**

**Proceedings of International Congress of Chemistry of Cement, Madrid (2011), in CD/DVD.**

**A.S. Coutinho, Fabrico e Propriedades do Betão, Vol. 1, Ed. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa (1997).**

**R. Rixom, N. Mailvaganam, Chemical Admixtures for Concrete, Ed. E&FN Spon, London (1999).**

## Anexo IV - Técnicas de Caracterização de Materiais

### 3.3.1. Unidade curricular:

**Técnicas de Caracterização de Materiais**

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

**Augusto Luís Barros Lopes**

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

**Jorge Ribeiro Frade**

**Paula Maria Lousada Silveirinha Vilarinho**

**Florinda Mendes da Costa**

**Teresa Maria Fernandes Rodrigues Cabral Monteiro**

**Artur Jorge de Faria Ferreira**

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

**Nesta unidade curricular pretende-se que o aluno aprofunde os conhecimentos sobre técnicas experimentais de caracterização de materiais. Em particular, pretende-se criar no aluno a capacidade de seleccionar as condições experimentais mais indicadas à caracterização do material, processar os resultados obtidos e extrair conclusões sobre os mesmos.**

**Com a aprovação a esta unidade curricular, o aluno deverá ser capaz de:**

- Seleccionar as condições experimentais mais indicadas à caracterização do material;**
- Fazer uso de software para processar os resultados obtidos;**
- Interpretar os resultados fornecidos pela técnica de caracterização seleccionada.**

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

**This course aims to increase the knowledge of the student about experimental techniques for materials characterization. In particular, it is intend to create in the student the ability to select the most suitable experimental conditions to characterize the material, process the results and extract conclusions from them.**

**After this course, students should be able to:**

- Select the most suitable experimental conditions to characterize the material;**
- Make use of software to process the results;**
- Interpret the results provided by the selected characterization technique.**

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

**1. Difracção**

- **Projecção estereográfica**
- **Espaço recíproco. Esfera de Ewald.**
- **Difracção de monocristais e policristais**
- **Intensidade dos máximos de difracção e a estrutura dos materiais**
- **Métodos experimentais de difracção (raios x e electrões)**
- **Análise de difractogramas: identificação de fases. Determinação dos parâmetros da célula unitária, tamanho de cristalite e tensões residuais. Análise quantitativa de fases. Determinação e cálculo da textura cristalográfica. Simulação de estruturas e difractogramas. Análise de Rietveld.**
- 2. Microscopia por varrimento de sensor**
  - **Microscopia de varrimento por efeito túnel (STM)**
  - **Microscopia de força atómica (AFM)**
- 3. Multi-Imagem**
  - **Integração de técnicas de imagem (SEM, AFM, mapeamento por EDS e EBSD)**
  - **Análise quantitativa (Estereologia)**
- 4. Outras Técnicas de Caracterização**
  - **Espectroscopia óptica**
  - **Técnicas de caracterização das propriedades mecânica**
  - **Técnicas de caracterização das propriedades eléctricas**
  - **Análises térmicas**

### 3.3.5. Syllabus:

- 1. Diffraction**
  - **Stereographic projection**
  - **Reciprocal space. Ewald sphere.**
  - **Single crystals and polycrystal diffraction**
  - **Diffraction intensity and the structure of the materials**
  - **Experimental diffraction methods (x-rays and electron diffraction)**
  - **Diffractogram analysis: identification of phases, Calculation of the unit cell parameters, crystallite size and residual stresses. Quantitative phase analysis. Measurement and calculation of crystallographic texture. Structure and simulation of diffractograms. Rietveld analysis.**
- 2. Scanning Probe Microscopy**
  - **Scanning Tunneling Microscopy (STM)**
  - **Atomic Force Microscopy (AFM)**
- 3. Multi-Image**
  - **Imaging techniques Integration (SEM, AFM, EDS and EBSD mapping)**
  - **Quantitative analysis (Stereology)**
- 4. Other Characterization Techniques**
  - **Optical spectroscopy**
  - **Techniques for characterization of mechanical properties**
  - **Techniques for characterization of electrical properties**
  - **Thermal analysis**

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

*A selecção de um material para uma dada aplicação tecnológica é condicionada pelas suas propriedades mecânicas, térmicas, ópticas, eléctricas, etc. Por seu lado, estas propriedades são determinadas pela estrutura, microestrutura e composição química do material. Todas estas características podem ser avaliadas através da utilização de técnicas específicas. No entanto, o sucesso desta caracterização depende fortemente de uma correcta selecção da técnica e das condições de operação e, frequentemente, requer uma etapa de pós-processamento e interpretação dos resultados mais ou menos complexa. Esta unidade curricular é constituída por 4 unidades de ensino. Na primeira, é dedicado à caracterização estrutural dos materiais através de técnicas de difracção e pretende aprofundar o conhecimento do aluno sobre difracção de monocristais e policristais. Em particular, pretende-se que o aluno seja capaz de definir as condições mais indicadas de utilização da técnica e de realizar a análise quantitativa dos resultados. Na segunda são abordados modos de operação avançados utilizando a microscopia de varrimento de sensor. Na terceira unidade, são combinadas técnicas de caracterização microestrutural (SEM – Scanning Electron Microscopy e AFM – Atomic Force Microscopy) com técnicas de análise química (EDS – Energy Dispersive Spectroscopy) e da textura cristalográfica (EBSD – Backscattering Electron Diffraction) e introduzidos conceitos de estereologia para a análise quantitativa dos resultados. No último módulo são abordadas técnicas de caracterização de propriedades ópticas, mecânicas, eléctricas e térmica dos materiais. Todos os módulos terão uma forte componente prática através da aquisição experimental de dados, selecção das condições de utilização, processamento de dados e interpretação dos resultados obtidos. Para além dos docentes já indicados participarão ainda na exposição das matérias e trabalhos laboratoriais desta unidade curricular investigadores da Universidade de Aveiro, neste caso específico o Doutor Andrei Leonidovitch Kholkine - Investigador Coordenador, membro do CICECO-Laboratório Associado e especialista em técnicas de microscopia de força atómica (AFM).*

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

*The selection of a material for a given technological application is defined by their mechanical, thermal, optical, electrical, etc. properties. In turn, these properties are determined by the structure, microstructure and chemical composition of the material. All these features can be evaluated through the use of specific techniques. However, the success of this characterization strongly depends on a correct selection of the technique and experimental conditions and often requires a more or less complex post-processing and interpretation of the results. This course consists of four teaching units. The first unit is devoted to the structural characterization of the material by diffraction techniques and aims to increase the student's knowledge about diffraction by single crystals and polycrystals. In particular, it is intended that the student is able to define the most suitable experimental conditions and perform the quantitative analysis of the results. In the second unit are presented advanced modes of Scanning Probe Microscopy. In the third unit, are combined microstructural characterization techniques (SEM – Scanning Electron Microscopy e AFM – Atomic Force Microscopy), chemical analysis (EDS – Energy Dispersive Spectroscopy) and the crystallographic texture (EBSD – Backscattering Electron Diffraction) techniques and introduced concepts of stereology for quantitative analysis of the results. In the last module are discussed techniques for characterization of optical, mechanical, electrical and thermal properties. All modules will have a strong practical component through the acquisition of experimental data, selection of the experimental conditions, data processing and interpretation of the results.*

*In addition to participating lecturers listed above, researchers of the University of Aveiro will also contribute to the exposure of the material and laboratory work of this course unit, in this case Dr. Andrei Leonidovitch Kholkin - Coordinator Researcher, member of CICECO-Associated Laboratory, gives his contribute to the course as expert in techniques of atomic force microscopy (AFM).*

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

*Aulas teórico-práticas serão realizadas em sessões expositivas com utilização de meios audiovisuais, seguidas de resolução de exercícios (individualmente ou em grupo). A componente prática da disciplina será ministrada predominantemente em regime tutorial, focada no estudo individual e sessões de trabalho com os instrumentos e sistemas de processamento de dados, em grupos de 2-3 alunos, apoiadas pelos docentes.*

*A avaliação é contínua, envolvendo 2 testes escritos e relatórios/discussão dos trabalhos solicitados aos alunos ao longo do semestre.*

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

*The theoretical-practical lectures will take place in expositive sessions using multi-media support, followed by problem solving (individual or group). The practical component of the course will be mainly tutorial, focused on the individual study and work sessions with the instruments and data processing systems, in groups of 2-3 students, supervised by teachers.*

*Continuous assessment, involving 2 written tests and reports / discussion of the works required to the students during the semester*

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

*A correcta selecção das condições de operação exige um conhecimento aprofundado da técnica de caracterização, que será abordado nas aulas teórico-práticas através de sessões expositivas e nas sessões de trabalho prático com os equipamentos. A resolução de exercícios e o pós-processamento dos resultados experimentais em regime tutorial permitirão ao aluno contactar com as questões práticas da técnica e desenvolver a sua capacidade de análise crítica dos resultados obtidos com a técnica de caracterização seleccionada.*

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

*The correct selection of operative conditions requires a deep understanding of the characterization technique principles, which is discussed during the theoretical-practical lectures and during the practical training, using the equipment. The resolution of exercises and the post-processing of the experimental results during the tutorial process will allow to the student contacting with the practical aspects of the technique and develop his critical analysis about the results provided by the selected characterization technique.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

- L. Schwarz, J. Cohen, *Diffraction From Materials*, Springer, 1987
- W. I. F. DAVID, *Structure Determination From Powder Diffraction Data*, OXFORD UNIVERSITY PRESS, 2002
- R.J. Colton, A. Engel And J.E. Frommer (Eds.) *Procedures In Scanning Force Microscopy*, Wiley, Chichester, 1997
- J.I. Goldstein, *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis*, 3rd Edition, Kluwer Academic, 2003.
- Adam J. Schwartz, *Electron Backscatter Diffraction In Materials Science*, Springer, 2nd Edition, 2009
- R.J.D. Tilley, *Colour And The Optical Properties Of Materials*, 2nd Edition, Wiley, 2011
- D. Brandon And W.D. Kaplan, *Microstructural Characterization Of Materials*, 2nd Edition, Willey, 2008
- M. Graef And M.E. Mchenry, *Structure Of Materials – An Introduction To Crystallography, Diffraction And Symmetry*

**Anexo IV - Processamento Avançado de Materiais****3.3.1. Unidade curricular:*****Processamento Avançado de Materiais*****3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo):*****Maria Elisabete Jorge Vieira da Costa*****3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular:*****Ana Maria Bastos da Costa Segadães******Isabel Margarida Miranda Salvado******Maria Margarida Tavares Lopes de Almeida*****3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular:*****Dar a conhecer os métodos não convencionais de síntese e processamento de materiais.******Os conteúdos leccionados e o trabalho a desenvolver pelo aluno visam a construção das seguintes competências:***

- ***Capacidade de identificar e seleccionar técnicas avançadas adequadas à obtenção de um óxido ou seu precursor, sob a forma de pó e/ou filme.***
- ***Capacidade de identificar e manipular variáveis experimentais para controlo das propriedades finais do pó/filme.***
- ***Capacidade de identificar e seleccionar técnicas avançadas de conformação de cerâmicos e compósitos***
- ***Capacidade de identificar e manipular as variáveis experimentais que asseguram as características do corpo final.***
- ***Capacidade de seleccionar e compreender as técnicas caracterização adequadas a filmes finos***
- ***Capacidade de estabelecer o estado da arte no contexto da literatura internacional.***
- ***Capacidade de comunicar, sob a forma oral e escrita, com audiências.***

**3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit:*****To introduce the non conventional methods for materials synthesis and processing.******The program contents and the work to be developed by the student are targeted to the following aims:***

- ***To be able to identify and to select adequate advanced techniques for obtaining an oxide or oxide precursor as a particle and/or a film.***
- ***To be able to identify and to manipulate experimental variables for controlling the final properties of the powder particles and /or film.***
- ***To be able to identify and to select advanced techniques for shaping ceramics and composites.***
- ***To be able to manipulate the experimental variables for ensuring the properties of the final body.***
- ***To be able to select and understand the adequate technique for characterizing the thin films properties***
- ***To be able to depict the state of the art within the international literature framework.***
- ***To be able to communicate with an audience by oral or written form.***

**3.3.5. Conteúdos programáticos:*****1- Introdução******a) Aplicações tecnológicas de materiais cerâmicos e compósitos: actualidade e futuro******b) processamento convencional e suas limitações******2-Preparação de materiais volúmicos******a) Síntese de partículas precursoras:******• Apresentação geral de técnicas avançadas de síntese de partículas: técnicas de solução, técnicas de eliminação de solvente e técnicas de fase vapor.******• Precipitação de partículas: conceitos de nucleação e crescimento.******b)- Processamento de materiais volúmicos por técnicas coloidais******3- Preparação de filmes******a) Preparação de soluções precursoras por sol gel******b) Técnicas de preparação de filmes finos e filmes espessos:******• Técnicas de deposição de solução;******• Deposição em fase vapor;******• tape casting;******• Deposição electroforética;******• ablação laser;******• Pulverização e pulverização com magnetron de radiofrequências.******4- Técnicas de caracterização de filmes finos.*****3.3.5. Syllabus:*****1- Introduction******a) Technological applications of ceramic materials and composites: actuality and future.******b) Limitations of conventional processing techniques.***

**2-Preparation of bulk materials****a) Synthesis of precursor particles:**

- **Advanced synthesis techniques overview : Solution techniques, solvent vaporization techniques, and vapor phase techniques.**

- **Powders precipitation: concepts of nucleation and particle growth**

**b) Processing of bulk materials by colloidal techniques****3-Preparation of films****a) Preparation of precursor solutions by sol-gel****b) Thin and thick films preparation techniques**

- **Solution deposition techniques;**

- **Chemical vapour deposition (CVD);**

- **Tape casting;**

- **Electrophoretic deposition;**

- **Laser ablation;**

- **Sputtering and rf magnetron sputtering.**

**4- Thin films characterization techniques.****3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*O conteúdo programático da unidade curricular está organizado em 4 secções distintas. Um primeiro capítulo apresenta as correntes aplicações tecnológicas dos materiais cerâmicos e compósitos, as aplicações emergentes e novos desafios, equacionando a relação processamento-propriedade subjacente a essas aplicações e demonstrando a incapacidade de resposta do processamento convencional.*

*O segundo capítulo é dedicado aos materiais volúmicos, focando técnicas avançadas de síntese de partículas e técnicas coloidais avançadas de conformação das mesmas. São também apresentadas bases termodinâmicas para a compreensão e discussão do controlo de características de partículas (morfologia, composição química, etc) através da manipulação de condições experimentais. O comportamento reológico de suspensões é revisitado para fundamentar os principais métodos de conformação coloidal de suspensões, métodos estes que pressupõem partículas precursoras com características controladas, assegurando-se a continuidade natural dos assuntos do capítulo anterior.*

*Em coerência com os objectivos de aprendizagem, o capítulo 2 proporciona (i) apresentar um vasto leque de técnicas de síntese de partículas e de conformação coloidal das mesmas (ii) identificar em cada técnica as variáveis experimentais manipuláveis que permitam o controlo das características finais das partículas e do corpo conformado e (iii) comparar os desempenhos de métodos diferentes de síntese e de conformação de partículas.*

*A preparação de filmes cerâmicos é abordada no terceiro capítulo. São apresentadas metodologias para preparação de soluções precursoras e os vários métodos de preparação de filmes finos e filmes espessos: técnicas de deposição de solução, electroquímicas e de crescimento em fase gasosa (filmes finos) e técnicas coloidais e mistas (filmes espessos). Estes conteúdos estão em linha com os objectivos de aprendizagem pois permitem (i) apresentar os métodos de preparação de soluções precursoras para deposição de filmes finos ou espessos enfatizando o impacto das variáveis de solução (natureza e concentração de reagentes, solventes, pH, etc) nas propriedades do filme a depositar (ii) focar uma larga gama de técnicas de deposição de filmes finos e espessos (iii) identificar procedimentos e equipamentos inerentes a cada técnica e as variáveis com impacto nas propriedades do filme (iv) analisar comparativamente os diferentes métodos, suas vantagens e limitações.*

*O último capítulo do programa completa os objectivos de aprendizagem ao apresentar técnicas de caracterização adequadas à especificidade dimensional dos filmes finos (microestrutura, perfis de composição química, composição de fases cristalinas e orientação cristalográfica).*

*Concluindo, o programa visa globalmente construir uma matriz de conhecimentos indutora de competências conducentes aos objectivos de aprendizagem.*

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

*The syllabus of the course is organized into four distinct sections. The first chapter introduces the current technological applications of ceramic materials and composites, emerging applications and new challenges, and emphasizes the property-processing relationship underlying those applications while demonstrating the inability of conventional processing performance.*

*The second chapter is devoted to bulk materials, focusing on particle advanced synthesis techniques and on colloidal advanced forming techniques of bulk materials. The thermodynamic basis for understanding and discussing the control of particle characteristics (morphology, chemical composition, etc.) through the manipulation of experimental conditions are also presented. The rheological behavior of suspensions is reviewed for supporting the methods of colloidal forming suspensions which assume precursor particles with controlled characteristics, thus ensuring the continuity of the subjects of the previous chapter.*

*Consistent with the learning objectives, chapter 2 allows (i) to present a wide range of particle synthesis techniques and colloidal forming (ii) to identify the relevant manipulating variables in every technique for controlling the characteristics of the final particles and of the shaped body (iii) to compare the performance of the various synthesis and formation methods.*

*The preparation of ceramic films is discussed in chapter three. Besides the methodologies for preparing precursor solutions, the various preparation methods of thin and thick films are presented: solution deposition, electrochemical and gas phase techniques (thin films) and colloidal and mixed techniques (thick films). These*



*subjects are in line with the learning objectives as they allow (i) to present the methods of preparing precursor solutions for thin or thick films deposition while emphasizing the impact of solution variables (nature and concentration of reagents, solvents, pH, etc.) on the properties of the film (ii) to focus on a wide range of deposition techniques of thin and thick films (iii) to identify the procedures and equipments related to each technique and the variables impacting the film properties (iv) to analyze comparatively the different methods, their advantages and limitations.*

*The last chapter of the program completes the learning objectives by presenting characterization techniques adequate to the specific dimensionality of thin films for accessing properties as microstructure, chemical composition profiles, the composition of crystalline phases and crystallographic orientation.*

*In conclusion, the program aims to built up a knowledge platform for inducing the skills relevant to the learning objectives.*

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

**Aulas:**

- *Aulas presenciais: com exposição de assuntos, suportadas por meios de projecção e recurso à internet. Os materiais usados e outros documentos de suporte às aulas são disponibilizados na plataforma Moodle.*
- *Demonstrações laboratoriais: a consolidação de conhecimentos sobre os diversos métodos será concretizada em laboratório através de trabalhos demonstrativos apoiados no funcionamento de equipamentos específicos.*
- *Aulas laboratoriais: realização de trabalhos experimentais focados na exploração de técnicas específicas de processamento avançado.*
- *Aulas para apresentação e discussão oral dos trabalhos*

**Método de avaliação:**

**Avaliação Periódica com as seguintes componentes:**

- *Teste escrito de avaliação (peso de 50% na classificação final)*
- *Trabalho laboratorial acompanhado de relatório escrito seguido de apresentação e discussão oral do mesmo (peso de 50% na classificação final).*

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

**Teaching methods**

**•Lectures:**

*Subjects presentation is supported by projection facilities and internet access. Classes slides and other supporting documents are available at the platform Moodle.*

- *Laboratory demonstrations: the knowledge of the various techniques will be strengthened with experimental demonstrative work involving specific equipment operation.*
- *Laboratory classes: experimental works focused on the exploitation of specific advanced processing techniques are carried out.*
- *Lectures for the oral presentation and discussion of the experimental works results.*

**Assessment method:**

**Periodic assessment with the following components:**

- *Written examination (contribution to the final mark: 50%)*
- *Laboratory work with written report plus oral presentation and discussion (contribution to final mark: 50%).*

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

*Para além do ensino presencial em sala de aula, suportado por meios de projecção e internet e apoiado em iniciativas de interactividade professor-aluno, são usadas outras metodologias de ensino que assentam em momentos ou tipologias de aula diferentes que asseguram globalmente os objectivos de aprendizagem, designadamente:*

**Aulas práticas laboratoriais que:**

- *permitem ao aluno consolidar conhecimentos transmitidos nas aulas presenciais através da abordagem experimental de um case study, envolvendo a síntese/conformação de um material e a caracterização das suas propriedades.*
- *confrontam o aluno com constrangimentos de natureza experimental e com a necessidade de manipular parâmetros experimentais e de avaliar os seus efeitos nas propriedades finais do material em estudo.*
- *desenvolvem as capacidades de registo e de organização de informação relativa a condições experimentais (condições operatórias de equipamentos, reagentes, etc) e a resultados obtidos.*
- *exigem ao aluno a contextualização dos resultados obtidos recorrendo à consulta dos trabalhos publicados na literatura internacional visando a discussão e análise comparativa de resultados.*

**Aulas de apresentação oral de trabalhos que:**

- *desenvolvem a aptidão para estruturação da informação e preparação dos suportes da comunicação oral*

*(powerpoint ou outros).*

- *desenvolvem a capacidade de comunicação oral com audiências.*

- *promovem o espírito crítico*

**Elaboração do relatório escrito**

-*desenvolve as capacidades de comunicação escrita.*

**3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes. In addition to the classroom teaching supported by means of projection and internet access and by teacher-student interactivity, other teaching methodologies based on different types of classes that ensure overall learning objectives, include:**

**Laboratory classes aimed at:**

- *to allow students to consolidate the knowledge acquired in the classroom through the experimental approach of a case study involving the synthesis / formation of a material and the characterization of its properties.*

- *to make the student faced with experimental constraints and with the needs of manipulating experimental parameters and assess their effects on the final properties of the material under study.*

- *to develop the capabilities for recording and organizing information about experimental conditions (operating conditions of equipment, reagents, etc.) and about the obtained results.*

- *To allow the student to frame the obtained results within the context of the international literature aiming at the comparative analysis and discussion of the results.*

**Classes with oral presentations aimed at:**

- *to develop the ability to structure the information and to prepare the files supporting the oral communication (PowerPoint, etc.).*

- *to develop oral communication skills with audiences.*

- *to promote criticism abilities*

**Preparation of written report aimed at:**

- *to develop written communication skills.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*J.S. Reed, Introduction to the principles of ceramic processing, John Wiley & Sons, New York, 2nd edition, 1995.*

*K. Logan, Advanced Synthesis and Processing of Composites and Advanced Ceramics, Ceramic Transactions, vol 56, the American Society, Inc, Westerville, OH, USA, 1995.*

*D. Ganguli, M.Chatterjee: Ceramic powder preparation : A Handbook, Kluwer Academic Publishers, 1997.*

*M.E.Fayed, L.Otten, Handbook of Powder Science and Technology, Chapman and Hall, New York, USA, 2nd edition, 1997, capítulos 11 e 12.*

*A.E.Nielsen, Treatise on Analytical Chemistry, Part 1, vol. 3, John Wiley & Sons, 1983.*

*S. R. Jain et al, A New Approach to... Mixtures, Combustion and Flame, 40, 71-79 (1981).*

*J. Livage, Mater. Sci. Forum, vols. 152-153, Trans Tech Publ., Switzerland, 1994.*

*M. Ohring, The materials science of thin films, Academic Press, San Diego, Ca, USA, 1992.*

*K. K. Schuegraf, Handbook of thin-film deposition processes and techniques, Noyes Publications, New Jersey, USA, 1988.*

## **Anexo IV - Reciclagem e Novos Produtos**

**3.3.1. Unidade curricular:**

***Reciclagem e Novos Produtos***

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

***João António Labrincha Batista***

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

*José Maria da Fonte Ferreira*

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

*O objectivo desta disciplina é o estudo da problemática relativa à valorização e eliminação de resíduos industriais, por incorporação em produtos comuns ou no desenvolvimento de novos materiais. O conteúdo programático proposto procura cumprir os seguintes objectivos específicos: (a) Definir, classificar e quantificar os resíduos industriais, em especial sólidos e lamas, gerados por sectores de actividade com relevo no País; (b) descrever processos de tratamento de resíduos que potenciem ou constituam soluções de reciclagem; (c) estudar processos de fabrico de sectores industriais relevantes, na dupla óptica de geração e potencial absorção de resíduos; (d) estudar a adaptabilidade dos resíduos para reciclagem, em particular em produtos de diferente natureza; (e) estudar casos concretos de reciclagem na forma de novos materiais, considerando os requisitos técnicos e especificações de propriedades dos produtos finais e estimando, sempre que possível, os custos das soluções adoptadas.*

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

*The main aim of this curricular unit is the definition and full analysis of wastes recycling routes, either as secondary raw materials of common and existing products or in the development of new materials and solutions. Accordingly, the programme attempts to fulfil the following specific objectives/skills:*

- (a) Definition, classification and quantification of industrial wastes, particularly those considered relevant in Portugal and Europe;*
- (b) Identification of current treatment processes and their adaptation as recycling solutions;*
- (c) Study of common/existing industrial processes that might be looked as targets for wastes incorporation. Definition of potential problems and opportunities of such routes. Identification and study of new processing methods of green products, fully based on wastes. Technological and scientific highlights.*
- (d) Case studies, with consideration of existing environmental impact tools, such as life cycle and eco-indicators.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

#### *1. Resíduos industriais*

*Tipificam-se e classificam-se resíduos industriais, em termos de componentes maioritários seu estado ou forma e perigosidade. Faz-se quantificação por áreas de actividade.*

#### *2. Tecnologias de tratamento de resíduos*

*Factores condicionantes da escolha de um determinado processo: nível de contaminação, disponibilidade de transporte e acondicionamento, requisitos tecnológicos e ajuste da qualidade final do resíduo tratado.*

#### *3. Manipulação/adaptação de resíduos para reciclagem*

*Estudam-se técnicas de separação, processos de pré-tratamento físico, químico, mecânico e térmico, métodos de depuração/concentração de diferentes espécies.*

#### *4. Matrizes de incorporação e produtos reciclados*

*Descrevem-se as especificidades de fabricação e as variáveis processuais relevantes para a inertização de resíduos, bem como as características dos produtos. Estudam-se os aspectos científicos, tecnológicos e ambientais no desenvolvimento de novos produtos (à base de resíduos).*

### 3.3.5. Syllabus:

*The programme is divided in 4 chapters:*

#### *1. Industrial wastes*

*Division and classification of industrial wastes, their hazardousness, composition, physical conditions, etc.*

#### *2. Treatment technologies*

*Existing technologies for wastes treatment. The study of parameters that determine the use of a certain method is conducted, discussing advantages and problems of each solution.*

#### *3. Methods of wastes adaptation for recycling*

*Discussion of available methods to adapt the wastes for recycling, including separation methods, physical-chemical and thermal treatment, depuration/concentration technologies, etc. The final characteristics of the wastes are discussed.*

#### *4. Incorporation in common products and development of green products*

*Discussion of recycling either by wastes incorporation in common products as in the development of new/green materials. Solutions will be fully studied, concerning technological, scientific and environmental aspects. Distinct case studies will be detailed.*

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

*Qualquer processo produtivo industrial é responsável pela criação de um certo número de desperdícios sem qualquer interesse associado ao produto fabricado. A produção de resíduos, muitas vezes perigosos para a saúde humana e meio ambiente, afecta não somente a unidade produtora mas toda a sociedade em geral, sendo crescentes as pressões para se exercer um efectivo controlo ambiental que minimize a sua produção e/ou o seu impacto negativo. Com a disciplina de “Reciclagem e Novos Produtos” espera-se perspectivar soluções que assegurem alternativas de escoamento para resíduos industriais. Abordam-se, em particular, as potencialidades de reutilização de diferentes resíduos: (i) como matérias-primas de base para o fabrico de novos materiais; (ii) em*

**substituição de matérias-primas naturais usadas na obtenção de produtos tradicionais (p.e. cerâmicos, ligas metálicas, polímeros, cimento, etc) da mesma ou de diferente natureza. Este exercício obriga à descrição sumária dos processos produtivos, matérias-primas comuns e especificações dos produtos comuns, por forma a compreender as alterações induzidas pela incorporação do(s) rejeito(s). Identificar-se-ão as potencialidades e constrangimentos, essencialmente de cariz tecnológica, das várias alternativas. Igualmente importante se torna abordar, ainda que de forma sucinta, as tecnologias de tratamento e adaptação de resíduos, numa óptica facilitadora da sua reutilização.**

**O programa detalhado, que se descreve a seguir, atesta a coerência com os objectivos propostos.**

#### **Capítulo 1. Resíduos industriais**

##### **1.1. Tipologia e classificação**

##### **1.2. Quantificação e principais características**

##### **1.3. Potencialidades de reutilização**

#### **Capítulo 2. Tecnologias de tratamento**

##### **2.1. Incineração com recuperação de energia**

##### **2.2. Destilação**

##### **2.3. Decantação e evaporação**

##### **2.4. Extracção de solventes**

##### **2.5. Lixiviação química**

##### **2.6. Precipitação química**

##### **2.7. Incorporação em cerâmica ou vitrificação**

##### **2.8. Incorporação em cimento e materiais de construção**

##### **2.9. Processamento pirometalúrgico**

#### **Capítulo 3. Manipulação/Adaptação de resíduos para reciclagem**

##### **3.1. Sistemas de recolha e separação**

##### **3.2. Pré-tratamento físico, químico, mecânico e térmico**

##### **3.3. Depuração/concentração de espécies**

#### **Capítulo 4. Matrizes de incorporação e produtos reciclados**

##### **4.1. Produtos tradicionais**

##### **4.2. Novos materiais e aplicações**

##### **4.3. Estudo de casos**

##### **4.3.1. Valorização dos resíduos da indústria de pasta de papel**

##### **4.3.2. Re-fusão de alumínio e valorização de lamas de anodização/lacagem de alumínio**

##### **4.3.3. Reciclagem de vidro**

##### **4.3.4. Reciclagem de banhos metálicos de deposição/revestimento**

##### **4.3.5. Aproveitamento de escórias e areias de fundição**

##### **4.3.6. Reciclagem de pneus e borrachas**

##### **4.3.7. Valorização de resíduos cerâmicos**

##### **4.3.8. Reciclagem de plásticos**

##### **4.3.9. Valorização de cinzas de centrais termoeléctricas ou unidades de incineração.**

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

**The current massive growth in population, coupled with increasing industrialization of less developed nations and the justifiable expectations of their citizens, is placing enormous pressure on the environment through the production of vast quantities of pollutants; many of the latter contribute to global warming.**

**Wastes may contain hazardous elements and compounds such as heavy metals, persistent organic pollutants such as dioxins and furans, pathogenic organisms or radionuclides. They may, like CO<sub>2</sub>, simply be produced in such large volumes that the ecosystem finds it hard to correct the imbalance, or they may have size and shape which makes them difficult to capture and are easily respired, with implications for human health. Alternative applications and uses are needed for nonhazardous and inert wastes. If waste is hazardous and injurious to health, ways must be found to render it harmless or, as a last resort, immobilized in a wasteform suitable for long-term disposal.**

**This curricular unit attempts to study those aspects in a global manner, assuming the following principles:**

**(i) Ceramics technology is contributing to the remediation and cleanup of pollution and has a key role in developing new reuse and recycling options for many wastes. Most inert wastes are oxides containing significant proportions of alumina, lime, magnesia, iron oxides and silicates and already find uses in high-volume applications in relatively low-technology materials used in construction, in which they nonetheless can contribute significant savings in energy consumption, because they replace materials which otherwise need to be processed from the raw state. Others are being examined for uses in more advanced ceramics, including glass-ceramics, composites, magnetic ceramics, pigments, where they also can reduce use of natural mineral resources.**

**(ii) New ceramic products will arise and come to market manufactured from sintered or melted wastes. Within a few years in many countries we will see an emerging industry base that will take waste, sort and separate it and seek applications and potential markets. Because of the increasing cost of landfill, more waste incineration units are being built worldwide, and while there has been much research into applications for the ashes emanating from them a greater commercial take-up based on this research is needed.**

**(iii) In the future, we expect to see development of cements that behave as CO<sub>2</sub> negative systems. There will be increasing understanding of the potential of geopolymers and room-temperature ceramics such as phosphate cements.**

**(iv) There is already a discernable shift in public opinion and marketing so that products made from secondary materials are seen as desirable. Major civil engineering projects in many countries will be assessed for their**

*sustainability by the amount of secondary materials used. We will see evidence of increasing globalization of research into, and implementation of, sustainable development.*

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

*As aulas envolverão momentos de exposição, com apoio de meios audiovisuais, e discussão de casos práticos (individualmente ou em grupo).*

*A unidade curricular terá ainda uma parte de apresentação e discussão de temas de trabalho (casos de estudo) desenvolvidos pelos alunos, sempre que possível com base em casos práticos resultantes de experiências em situações concretas.*

*Procurar-se-á que os alunos sejam conduzidos a discutir as suas experiências pessoais com uma base teórica obtida através dos textos e da bibliografia que deverá ser analisada antes das respectivas sessões nas aulas.*

*A avaliação será composta por um misto de desempenho do aluno durante as aulas e as apresentações de trabalhos, e um exame final. Na classificação final, o desempenho do aluno durante as aulas e as apresentações de trabalhos terá um peso de 50%, e a classificação do exame 50%.*

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

*The classes will be based on recitation activities, with support from media, and discussion of case studies (individually or in groups).*

*The course will also have a part devoted to the presentation and discussion of case studies developed by the students, whenever possible based on case studies derived from experience in concrete situations.*

*Students will be driven to discuss their personal experiences with a theoretical basis obtained through the texts and the literature to be examined before their sessions in the classroom.*

*The learning assessment will comprise a mix of student performance during lessons, presentations of papers and a final exam. The student's performance during lessons and presentations of papers will have a weight of 50%. The final exam will have a weight of 50%.*

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

*Os momentos de exposição de conceitos teóricos e a aplicação desses conceitos na compreensão de casos práticos durante as horas de contacto permitem ao aluno compreender os conceitos teóricos e a metodologia a seguir na sua aplicação para a resolução de problemas. De forma complementar, a utilização dos conceitos apreendidos durante as horas de contacto à resolução de problemas reais (casos de estudo) seleccionados pelos alunos durante a elaboração de trabalhos permite a aplicação dos conceitos aprendidos à resolução de novas situações, o que se reflecte na aquisição de competências nesse domínio. A componente de preparação, apresentação e discussão dos trabalhos permitirá ainda aos alunos adquirir competências de analisar criticamente, avaliar e sintetizar ideias novas e complexas, e de as comunicar e discutir com os seus pares, a restante comunidade académica e a sociedade em geral sobre a área em que é especializado.*

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

*The recitation of theoretical concepts and the application of these concepts in the understanding of case studies during the contact hours allow students to understand theoretical concepts and methodology to be followed in its application to solving problems.*

*As a complement, the use of concepts learned during the contact hours to solve real problems (case studies) selected by the students during the preparation of work permit application of concepts learned to solve new situations, which is reflected in the acquired skills in this area. The component of preparation, presentation and discussion of the works will also enable students to acquire skills to critically analyze, evaluate and synthesise new and complex ideas, and to communicate and discuss with their peers, the academic community and society at large about the area that is specialized.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*H.F. Lund, "McGraw-Hill recycling handbook", New York (2001).*

*D.G. Wilson, "Handbook of solid waste management", MIT, Van Nostrand Pub. Co., Canada (1977).*

*L. Smith, J. Means, E. Barth, "Recycling and reuse of industrial wastes", Battelle Press, Ohio, USA (1995).*

*R.E. Hester, R.M. Harrison, "Waste treatment and disposal", Iss. Environ. Sci. Techn, vol.3, The Royal Soc. Chem., Cambridge, UK (1969).*

*J. Büsing, C.A. Nogueira, F. Rodrigues, "Recycling technologies, treatment of wastes, remediation of contaminated sites and life cycle assessment", INETI and ECP EC, Lisboa, PT (1997).*

*M. Sittig, "Resource, recovery and recycling handbook of industrial wastes", Noyes Data Corp. New Jersey, USA (1975).*

*B. Bilitewski, et al., "Waste management", Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1997).*

*K. Scott, "Electrochemical processes for clean technology", The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK (1995).*

*J.A. Labrincha, Monografias e apresentações temáticas, em CDRom e no Moodle (UA).*

## **Anexo IV - Gestão de Recursos Humanos**

### **3.3.1. Unidade curricular:**

*Gestão de Recursos Humanos*

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

*José Arménio Belo da Silva Rego*

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

*Maria Madalena Gomes Vilas Boas*

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

*Pretende-se que os estudantes:*

- *Compreendam a dimensão estratégica da actual gestão de recursos humanos;*
- *Interpretem o enquadramento (cultural, económico, tecnológico) da função “recursos humanos”;*
- *Adquiram novas competências de gestão dos colaboradores;*
- *Compreendam as principais actividades, técnicas e métodos levados a cabo no âmbito da GRH.*
- *Compreendam, para que possam vir a aplicar, os principais instrumentos para a gestão das pessoas, em contexto transcultural;*
- *Aprendam a gerir pessoas tendo em vista dois desígnios – o melhor desempenho das organizações e a realização pessoal dos seus membros.*

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

*It is expected that students:*

- *Understand the strategic dimension of human resources management (HRM);*
- *Understand the HRM’s cultural, economic and technological context;*
- *Understand the mains tasks, techniques and methods carried out within HRM;*
- *Develop competencies of people management;*
- *Understand and develop competencies for managing people in cross-cultural contexts;*
- *Develop competencies for managing people towards two purposes – better organizational performance and individuals’ development/growth.*

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

*Temas, Bibliografia de apoio*

1. *O que é a gestão de recursos humanos Cap. 1 do Manual de gestão de pessoas e do capital humano*
2. *A gestão estratégica organizacional e a gestão de recursos humanos , Cap. 2 do Manual de gestão de pessoas e do capital humano*
3. *Da análise de funções à gestão de competências , Cap. 3 e 11 do Manual de gestão de pessoas e do capital humano*
4. *Recrutamento, Cap. 4 do Manual de gestão de pessoas e do capital humano*
5. *Seleção, Cap. 5 e 6 do Manual de gestão de pessoas e do capital humano*
6. *Subcontratação e trabalho temporário, Cap. 14 do Manual de gestão de pessoas e do capital humano*
7. *Acolhimento, socialização, retenção , Cap. 7 do Manual de gestão de pessoas e do capital humano*
8. *Formação e desenvolvimento, ibidem, Cap. 8 e 9*
9. *Gestão do desempenho, ibidem, Cap. 10,*
10. *Compensação, ibidem, Cap. 13.*
11. *Gestão internacional de recursos humanos, Cap. 2, 4 e 5 do Manual de gestão transcultural de recursos humanos*

### **3.3.5. Syllabus:**

*Topics*

1. *Defining HRM, Chapter # 1 – Manual de gestão de pessoas e do capital humano*
2. *Strategic management and HRM, Chapter # 2 – Manual de gestão de pessoas e do capital humano*
3. *From job analysis to competencies management, Chapters # 3 and 11 – Manual de gestão de pessoas e do capital humano*
4. *Recruitment, Chapter # 4 – Manual de gestão de pessoas e do capital humano*
5. *Selection, Chapters# 5 and 6 – Manual de gestão de pessoas e do capital humano*
6. *Outsourcing and temporary work, Chapter # 14 – Manual de gestão de pessoas e do capital humano*
7. *Socialization and retention, Chapter # 7 – Manual de gestão de pessoas e do capital humano*
8. *Training and development, Chapter # 8 and 9 – Manual de gestão de pessoas e do capital humano*
9. *Performance management, Chapter # 10 – Manual de gestão de pessoas e do capital humano*
10. *Compensation, ibidem Chapter # 13*
11. *International HRM, Chapters # 2, 4 and 5 – Manual de gestão transcultural de recursos humanos*

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

**curricular.****Objectivos/****/ Conteúdos programáticos que suportam o alcance dos objectivos:**

- **Compreendam a dimensão estratégica da actual gestão de recursos humanos;**

- /1. O que é a gestão de recursos humanos**

- /2. A gestão estratégica organizacional e a gestão de recursos humanos**

- **Interpretem o enquadramento (cultural, económico, tecnológico) da função “recursos humanos”;**

- /1. O que é a gestão de recursos humanos**

- /2. A gestão estratégica organizacional e a gestão de recursos humanos**

- /11. Gestão internacional de recursos humanos**

- **Adquiram novas competências de gestão dos colaboradores;**

- / Todos os tópicos**

- **Compreendam as principais actividades, técnicas e métodos levados a cabo no âmbito da GRH**

- /3. Da análise de funções à gestão de competências**

- /4. Recrutamento**

- /5. Selecção**

- /6. Subcontratação e trabalho temporário**

- /7. Acolhimento, socialização, retenção**

- /8. Formação e desenvolvimento**

- /9. Gestão do desempenho**

- /10. Compensação**

- **Compreendam, para que possam vir a aplicar, os principais instrumentos para a gestão das pessoas, em contexto transcultural;**

- /11. Gestão internacional de recursos humanos**

- **Aprendam a gerir pessoas tendo em vista dois desígnios – o melhor desempenho das organizações e a realização pessoal dos seus membros.**

- /Todos os tópicos.**

**3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes.****Aims/goals****/ Topics supporting each aim/goal**

- **Understand the strategic dimension of human resources management (HRM);**

- /1. Defining HRM**

- /2. Strategic management and HRM**

- **Understand the HRM's cultural, economic and technological context;**

- /1. Defining HRM**

- /2. Strategic management and HRM**

- /11. International HRM**

- **Understand the mains tasks, techniques and methods carried out within HRM;**

- /3. From job analysis to competencies management**

- /4. Recruitment**

- /5. Selection**

- /6. Outsourcing and temporary work**

- /7. Socialization and retention**

- /8. Training and development**

- /9. Performance management**

- /10. Compensation**

- /11. International HRM**

- **Develop competencies of people management;**

- /All**

- **Understand and develop competencies for managing people in cross-cultural contexts;**

- /11. International HRM**

- **Develop competencies for managing people towards two purposes – better organizational performance and individuals' development/growth**

- /All**

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

1. *As aulas serão expositivas, sendo esse método complementado com discussão em sala e análise de casos.*
2. *A avaliação consistirá numa prova individual escrita (teste escrito) sobre as matérias constantes do programa.*

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

1. *“Traditional” classes are combined with discussions and cases studies.*
2. *Evaluation rules: final (written) examination.*

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

*Importa expor teoricamente os principais temas associados à GRH, mas enquadrando-os com casos práticos. Teoria e prática, quando sintonizados, surtem melhores efeitos. Isto é especialmente válido para estudantes sem experiência de trabalho.*

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

*Teaching HRM is more effective when theory is combined with discussions of case studies. This is specially important for students without work experience in organizations.*

**3.3.9. Bibliografia principal:****Recomendadas**

- Cunha, M. P., Rego, A., Cunha, R. C., Cardoso, C.C., Marques, C. A. & Gomes, J. (2010). Manual de Gestão de Pessoas e do Capital Humano. Lisboa: Edições Sílabo (2ª edição)*
- Rego, A. & Cunha, M. P. (2008). Gestão Transcultural de Recursos Humanos. Lisboa: RH Editora.*
- Outras obras úteis*
- Armstrong, M. (2006). A handbook of human resources management practice (10th edition). Kogan.*
- Bonache, J. & Cabrera, A (Eds,) (2006). Dirección estratégica de personas: Evidencias y perspectivas para el siglo XXI. Madrid: Prentice Hall/Financial Times.*
- Caetano, A. & Vala, J. (org.) (2002). Gestão de Recursos Humanos. Lisboa: Editora RH.*
- Sparrow, P., Brewster, C. & Harris, H. (2004). Globalizing Human Resource Management. New York: Routledge.*
- Werther, W. & Davis, K. (1996). Human Resources and Personnel Management. New York: McGraw-Hill.*

**Anexo IV - Integração do Processo Cerâmico****3.3.1. Unidade curricular:**

*Integração do Processo Cerâmico*

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

*Ana Maria de Oliveira e Rocha Senos*

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

*Paula Maria Lousada Silveirinha Vilarinho*  
*Pedro Manuel Lima de Quintanilha Mantas*

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

*A unidade curricular está vocacionada para as aprendizagens baseadas em desenvolvimento de projectos. Para além das competências transversais que se espera desenvolver, os alunos deverão analisar, planear e propor soluções para problemas tipo encontrados em unidades fabris cerâmicas, como o caso de defeitos de fabrico, análise de processos, adaptação de produtos e processos a normas, entre outros da mesma índole ligados ao processo cerâmico.*

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

*This unit is directed to project based learning. Besides the expected development of transversal competences, students must analyse, plan and propose solutions for typical cases found in the ceramic companies, such as processing defects, process analysis, standardization of products and processes, among other ceramic process related cases.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Identificação dos temas de trabalho.*
2. *Realização de pesquisa bibliográfica sobre o tema.*



**3. Familiarização com o processo produtivo sempre que tal seja justificado.**

**4. Realização do trabalho experimental**

**5. Elaboração do relatório**

**3.3.5. Syllabus:**

**1. Identifying the problem.**

**2. Conducting literature survey on the subject.**

**3. Familiarity with the production process where it is justified.**

**4. Realization of the experimental work.**

**5. Report writing.**

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

*Os conteúdos programáticos atrás enunciados pressupõem que os alunos, acompanhados pelos docentes da unidade curricular, atinjam os objectivos propostos, tais como a aquisição de competências transversais e a capacidade de analisar, planear e propor soluções para problemas tipo encontrados em unidades fabris cerâmicas.*

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

*The contents listed above assume that students, accompanied by teachers of the course, achieve their goals, such as the acquisition of soft skills and the ability to analyse, plan and propose solutions to typical problems found in ceramic factories.*

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

*Desenvolvimento de projectos (definição do problema, das respostas possíveis, planificação e desenvolvimento dos trabalhos experimentais), incluindo a avaliação ao longo do processo (com a reflexão sobre os processos de aprendizagem) e avaliação final de relatório.*

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

*Project development (definition of the problem, of the possible solutions, the experimental work plan and its development), including the evaluation along the process (with analysis of the learning processes) and the final report evaluation.*

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

*A definição de um problema, das respostas possíveis e a planificação e o desenvolvimento dos trabalhos experimentais implicam a reflexão e a aplicação dos conceitos adquiridos ao longo do curso nestes projectos baseados em casos concretos do processamento cerâmico.*

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

*The definition of a problem, the possible answers and the planning and development of experimental work involve the reflection and application of concepts acquired during the course on these projects based on concrete cases of the ceramic processing.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*A bibliografia depende dos problemas abordados.*

*The bibliography will be dependent on the selected case.*

**Anexo IV - Noções de Design Industrial**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Noções de Design Industrial*

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

*Teresa Cláudia Magalhães Franqueira Baptista*

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

*José Miguel Morais Ferraz*

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

***Esta Unidade Curricular tem como finalidade dotar os estudantes de noções básicas sobre o Design Industrial e sensibilizar para a sua importância na selecção de materiais.***

***Competências:***

***Compreender o processo criativo implícito na actividade de um designer industrial***

***Compreender a importância do processo de inovação decorrente da actividade de um designer industrial***

***Compreender o desenho, a selecção de materiais e o processo construtivo como elementos fundamentais para a definição da autoria.***

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

***This course aims to endow students with a basic knowledge of Industrial Design and awareness of its importance in the selection of materials.***

***Skills:***

***Understand the creative process implicit in the activity of an industrial designer***

***Understand the importance of the innovation process arising from the activity of an industrial designer***

***Understanding the draw, the selection of materials and the construction process as key to the definition of a designer's authorship.***

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

***Breve introdução à história do Design Industrial.***

***Demonstração da importância do Design no sistema de inovação e no desenvolvimento económico.***

***Apresentação de casos paradigmáticos da relação entre desenho, materiais e processos de fabrico.***

***(Esta UC é introdutória ao Design Industrial e adaptável a alunos com formação em C&T que poderão não ter tido formação em Design.***

***Alunos que seguirão em larga maioria para as indústrias dos plásticos, cerâmica e vidro, metalúrgica e mecânica. Outros -10-15% poderão seguir para os doutoramentos )***

#### **3.3.5. Syllabus:**

***Brief introduction to the Industrial Design' history.***

***Demonstration of the importance of design in the innovation system and economic development.***

***Case studies of the relationship between design, materials and manufacturing processes.***

***(This curricular unit is introductory to the Industrial Design and adaptable to students with degrees in S&T may not have had previous training in design, students who in a large majority follow for the plastics, ceramics and glass, metallurgical and mechanical industries. Others in a small proportion (10-15%) may follow for doctoral programs)***

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

***Na área de intervenção do Design Industrial definido para o Plano de Estudos prevê-se a articulação do ensino científico com a extensão tecnológica, e aponta para a necessidade dos alunos adoptarem uma postura sensível no diálogo entre o Design e a Engenharia. Esta UC visa o aprofundamento das competências do Design, nomeadamente na sua componente de Design Industrial, dotando os estudantes de um conhecimento básico sobre o processo de Design.***

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

***In the area of intervention of the Industrial Design set to the Study Plan, one expects to link the scientific teaching with technology extension, thus pointing to the need for students to adopt a sensitive approach in the dialogue between Design and Engineering. This curricular unit aims to further strengthen the competences of design, particularly in the component of Industrial Design, giving students a basic knowledge of the design process.***

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

***As aulas são parcialmente expositivas recorrendo a meios audiovisuais, onde são apresentados os conteúdos teóricos e casos práticos. Estes momentos expositivos são intercalados com exercícios e debates colectivos em espaço de sala de aula.***

***A avaliação será contínua, tendo em consideração três componentes do processo de aprendizagem: assiduidade e participação nas aulas, trabalho individual e trabalho em equipa.***

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

***The classes are partially expository using media for presenting the theoretical and practical cases. These expository moments are interspersed with exercises and collective discussions in the classroom space.***

*The assessment will be continuous, taking into account three components of the learning process, attendance and class participation, individual work and teamwork.*

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

*As metodologias de ensino e aprendizagem irão assentar numa combinação equilibrada entre métodos expositivos mistos, métodos de investigação, debates, discussão e fundamentação crítica, bem como trabalho individual e de grupo.*

*Estas contemplam um acompanhamento por parte do(s) docente(s), que promova a capacidade de pesquisa e análise de informação e a aplicação dos conhecimentos adquiridos na criação de novo conhecimento.*

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

*The teaching and learning methods will be based on a balanced combination of mixed exposition methods, research methods, debates, discussion and critical interpretation, as well as individual and group work.*

*These methods involve monitoring by the lectures(s) that promotes the research ability and information analysis and application of knowledge in the creation of new knowledge*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Bonsiepe, Gui 1992, Teoria e Prática do Design Industrial , Colecção Design, Tecnologia e Gestão 2, Centro Português de Design*

*Munari, Bruno 1981 -Das Coisas Nascem as Coisas, Lisboa, Ed. Presença*

*Manzini, Ezio (1993)-A matéria da invenção, Lisboa, C.P.D. - Centro Português de Design*

*Dormer, Peter (1995)-Os significados do design moderno, Lisboa, C.P.D. - Centro Português de Design*

**Anexo IV - Segurança e Higiene no Trabalho**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Segurança e Higiene no Trabalho*

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

*Maria Fernanda da Silva Rodrigues*

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

*<sem resposta>*

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

- *Conhecer o quadro legislativo e regulamentar em matéria de prevenção de riscos profissionais;*
- *Analisar os processos produtivos em geral e os da indústria cerâmica em particular;*
- *Efectuar avaliações de riscos;*
- *Conhecer e desenvolver técnicas de prevenção de riscos para os diferentes processos produtivos em geral e para os da indústria cerâmica em particular;*
- *Implementar os conceitos de segurança integrada na fase de licenciamento das unidades industriais;*
- *Interligar o planeamento e gestão do processo produtivo com a prevenção de riscos profissionais.*
- *Identificar os perigos e avaliar os riscos inerentes à aplicação de materiais cerâmicos no sector da construção*

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

*To know the health and safety legal requirements*

*To know the methodologies of risk assessment and risk management*

*To analyse the production processes*

*To know, develop and implement risk prevention techniques to the deferent production processes*

*To link the production management and planning with the health and safety risk prevention*

*To access risks during the materials application in the construction sector identify hazards and assess risks.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Conceitos aplicáveis à prevenção de riscos profissionais, Quadro legislativo e regulamentar.*

*Tipos de seguros; Responsabilidade dos intervenientes na ocorrência de acidentes de trabalho e de doenças profissionais.*

*Caracterização dos acidentes de trabalho e doenças profissionais, Tabela Nacional de Incapacidades por acidente de trabalho e doença profissional.*

*Acidentes de trabalho – Cálculo de índices de sinistralidade.*

*Modalidades de organização dos serviços de segurança, higiene e saúde no trabalho. Directivas. Funções e*

*responsabilidades dos intervenientes.*

*Riscos de incêndio e de explosão. Sinalização de segurança nos locais de trabalho.*

*Riscos de origem eléctrica, física, química, biológica, ergonómica, mecânica: Conceitos fundamentais, legislação e regulamentação aplicável, medidas de prevenção, equipamentos de protecção.*

*Equipamentos de protecção individual – legislação e normalização aplicáveis;*

*Equipamentos de protecção colectiva;*

*Metodologias de avaliação de riscos.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Legal requirements on health and safety.*

*Risk assessment and risk management.*

*Production procedures analysis.*

*Safety measures applied to constructive methods.*

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

*O regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho, transpõe para o direito interno a directiva 89/391/CEE, alterada pela Directiva n.º 2007/30/CE, do Conselho, de 20 de Junho, dando cumprimento às obrigações decorrentes da Convenção n.º 155 da OIT, sobre Segurança, Saúde dos Trabalhadores e Ambiente de Trabalho. Decorre pois, da concepção de que, a realização profissional encontra na qualidade de vida do trabalho, particularmente a que é favorecida pelas condições de segurança, higiene e saúde, uma matriz fundamental para o seu desenvolvimento. Estas condições contribuem, na Empresa, para o aumento da competitividade com diminuição da sinistralidade.*

*Define o quadro geral de obrigações dos empregadores e dos trabalhadores tendo como finalidade:*

- *Evitar/eliminar o perigo*
- *Avaliar os riscos que não possam ser evitados.*
- *Combater os riscos na origem.*

*Os aspectos relativos à segurança no sector industrial, cujas estatísticas continuam a ser preocupantes no que respeita à ocorrência de acidentes de trabalho, obrigam os intervenientes envolvidos nesta actividade a procurarem soluções técnicas e organizacionais para combater esses níveis de sinistralidade. É assim necessário dotar os futuros mestres em Engenharia de Materiais de informação e competências no âmbito da prevenção de riscos profissionais levando-os a adoptarem uma abordagem integrada (gestão-planeamento-produção) relativamente à segurança e saúde na indústria em geral e na indústria cerâmica em particular, muito relacionada com o sector da construção, dado que produz materiais para serem integrados nas respectivas edificações.*

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

*Occupational health and safety has long deserved great attention by the European Union and has been the object of a legal framework, extended to all activity sectors (Directive 89/391/EEC with the alterations introduced by the Directive 2007/30/CE). These directives were transposed to Portuguese internal law that specify the employers and employees obligations with the aim of: eliminate hazards; assess risks and to control the risks in its source. Health and Safety in the industrial sector, whose statistics are still a concern regarding the occurrence of accidents at work, oblige all the actors involved to seek technical and organizational solutions to combat these levels of accidents. It is thus necessary to equip the future masters in materials engineering with information and skills to the prevention of occupational risks that lead them to adopt an integrated approach (management-planning-production), regarding the safety and health in industry in general and in the ceramics industry in particular. This industrial sector is intrinsically related to the construction sector, because produces materials to be integrated into the construction works. So, it is also essential to the master materials engineering students to understand the health and safety risks related with the construction activities.*

*This course will provide health and safety knowledge to the future masters in Materials Engineering.*

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

*Exposição oral dos principais conceitos, princípios e aspectos relacionados com os temas que compõem o programa.*

*Elaboração por parte dos alunos de trabalhos práticos com vista à consolidação dos assuntos abordados.*

*Método de avaliação:*

*A avaliação os alunos é obtida como o resultado das avaliações dos trabalhos práticos e sua apresentação oral, e do exame final.*

*Avaliação final = 25% exame final + 60% trabalhos práticos + 10% apresentação oral dos trabalhos práticos + assiduidade de 5%.*

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

*Lecturer explanation of the subject matter and the students are required to develop applied practical work related to this.*

*Oral presentation of the works.*

**Evaluation method**

*The students evaluation will be obtain with the evaluation of practical works and its oral presentation, and with a final exam.*

*Final evaluation = 25% final exam + 60% practical works + 10% oral presentation of the practical works + 5% assiduity.*

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

*As metodologias de ensino e aprendizagem irão assentar numa combinação equilibrada entre métodos expositivos mistos, métodos de investigação, debates, discussão e fundamentação crítica, bem com trabalho individual e de grupo.*

*Estas contemplam um acompanhamento por parte da docente, de forma a promover a capacidade de pesquisa e análise de informação e a aplicação dos conhecimentos adquiridos na criação de novo conhecimento.*

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

*Teaching and learning methodologies will be based on a balanced mix between expositive methods, methods of research, debate, discussion and with individual and group work. These include a follow-up by the teaching staff, in order to promote the ability of research and analysis of information and the application of knowledge acquired in the creation of new knowledge.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Legislação diversa em vigor.*

*Apontamentos fornecidos aos alunos.*

*Bibliografia diversa a indicar.*

*Legal and technical requirements*

*Books and appointments indicated.*

**Anexo IV - Gestão de Energia**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Gestão de Energia*

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

*Nelson Amadeu Dias Martins*

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

*Joaquim José Borges Gouveia*

*Mónica Sandra Abrantes de Oliveira Correia*

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

*O objectivo geral da disciplina consiste na percepção da energia enquanto recurso escasso e fundamental na sociedade contemporânea. Como objectivos específicos destacam-se o conhecimento da regulamentação em vigor em Portugal, assim como a análise energética de diferentes processos tecnológicos seja na qualidade do consumidor de energia, através de ferramentas e técnicas associadas à auditoria energética, seja na qualidade de produtores de energia recorrendo a fontes renováveis e/ou mecanismos de cogeração.*

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

*The overall objective of the course is the perception of energy as a scarce resource and critical in contemporary society. Specific objectives include the knowledge of the regulations in force in Portugal, as well as energy analysis of different technological processes is the quality of the energy consumer, using tools and techniques associated with the energy audit, either as producers of energy using renewable sources and / or mechanisms for cogeneration.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

**1. Política Energética**

• *Conceitos básicos (energia, potência, unidades...);*

• *Fontes e tipos de energia;*

• *Recursos e reservas energéticas;*

- **Panoramas energéticos mundiais, EU e português;**
- **Impactos ambientais do consumo de energia;**
- **Mercado de Energia e Regulação**
- **Objectivos e mecanismos da política energética;**
- **Utilização racional.**
- 2. Gestão do Consumo de Energia**
- **Energia nos edifícios, indústria e nos transportes;**
- **Regulamentos em vigor no sector**
- **Metodologias de auditoria energética;**
- **Análise económica de projectos de investimento;**
- **Tecnologias consumidoras de energia: Instalações eléctricas; Força Motriz; Iluminação; Produção e Distribuição de Calor; Climatização, Ar Comprimido.**
- 3. Abastecimento de energia**
- **Compra de energia;**
- **Produção descentralizada através de energia: solar, biomassa, eólica, hídrica, geotérmica;**
- **Poligeração;**
- **Anteprojecto de sistemas baseados em energias renováveis;**
- **Introdução ao software RetScreen;**
- **Estudo de Casos**

### 3.3.5. Syllabus:

#### 1. Energy policy

- **Basic concepts (energy, power units, ...);**
- **Sources and types of energy;**
- **Resources and energy reserves;**
- **world energy landscape, European and Portuguese;**
- **Environmental impacts of energy consumption;**
- **Energy Market and Regulation**
- **Aims and mechanisms of energy policy;**
- **Rational use of energy.**

#### 2. Management of Energy Consumption

- **Energy in buildings;**
- **Energy industry;**
- **Energy in transport;**
- **Regulations in force in**
- **energy audit methodologies;**
- **Economic analysis of investment projects;**
- **Technologies consumers of energy: electrical installations; Motive Power, Lighting, Production and Distribution of Heat, HVAC, Compressed Air.**

#### 3. Power supply

- **Purchase of energy;**
- **decentralized production of energy through solar, biomass, wind, hydro, geothermal;**
- **Polygeneration;**
- **Preliminary system based on renewable energy;**
- **Introduction to RETScreen analysis software;**
- **Case Studies**

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

*Durante a leccionação da unidade curricular, será possível, com o conteúdo programático seleccionado, identificar os condicionalismos e limitações aos processos convencionais de produção, transformação e utilização de energia, identificar e caracterizar de forma individual e sistemática novas formas de produção e utilização de energia, bem como o seu potencial e constrangimentos.*

*O conteúdo programático, embora condicionado à carga horária alocada à disciplina, permitirá que aos alunos seja dado conhecimento das limitações e ameaças ao actual sistema de produção e utilização de energia bem como aos imperativos que comandam a reformulação desse sistema. Permitirá ainda ministrar conceitos intrínsecos ao projecto e aos condicionalismos do mesmo, apelando a uma contextualização técnico mas também económico-financeira fundamentais na temática em análise.*

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

*During the teaching of the course, you can, with the selected program content, identify the constraints and limitations to traditional production, processing and use of energy, in order to identify and characterize new individual and systematic forms of energy production and use, as well as its potential and constraints.*

*The curriculum, although subject to hours allocated to the discipline, will allow students to be made aware of the limitations and threats to the current system of production and use of energy as well as the imperatives that drive*

*the reformulation of the system. It would help to teach concepts intrinsic to the project and the constraints of the same, calling for a technical background but also in economic and financial themes in fundamental analysis.*

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

*A unidade curricular será leccionada recorrendo a métodos expositivos e demonstrativos ou, em opção do aluno, em regime semi-presencial, recorrendo uma plataforma de e-learning. Integrará uma componente prática, em que os alunos realizarão trabalhos de desenvolvimento sobre as temáticas abordadas. Paralelamente poderão ser organizadas palestras, seminários e visitas de estudo, integradas nos objectivos gerais e específicos da disciplina.*

#### **Avaliação:**

*Avaliação baseia-se na realização de um Exame Final (ExF) e dois Trabalhos Práticos. Os Trabalhos Práticos (TP1 e TP2) serão realizados por grupos de 2 alunos. A Nota Final (NF) resultará do seguinte cálculo:*

$$NF = 0,30*TP1 + 0,30*TP2 + 0,4*ExF$$

*Se a NF, determinada de acordo com a fórmula anterior, for superior a 17 o aluno deverá defender a nota numa prova oral.*

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

*The unit will be taught using expository methods and statements, or in the student's option, in partial distance learning scheme, using an e-learning platform. It will include a practical component where students will perform development work on the subjects addressed. At the same time, lectures, seminars and study visits can be arranged, integrated into the general and specific objectives of the discipline.*

#### **Evaluation:**

*Rating is based on the achievement of a final exam (EXF) and two practical works. The practical works (TP1 and TP2) are performed by groups of two students. The final mark (NF) will result in the following calculation:*

$$NF = 0.30 + 0.30 * TP1 * TP2 + 0.4 * EXF$$

*If NF as determined in accordance with the above formula is more than 17 values, students must defend it in an oral examination.*

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

*Com o programa proposto para a leccionação da unidade curricular, será possível selectivamente identificar os condicionalismos e limitações dos processos convencionais de produção, transformação e utilização de energia, compreender e organizar um processo de auditoria energética assim como identificar e caracterizar de forma individual e sistemática novas formas de produção e utilização de energia, bem como o seu potencial e constrangimentos.*

*O programa da disciplina, embora condicionado à carga horária alocada à disciplina, permitirá que aos alunos seja dado conhecimento das limitações e ameaças ao actual sistema de produção e utilização de energia bem como aos imperativos que comandam a reformulação desse sistema. Permitirá ainda ministrar conceitos intrínsecos ao projecto e aos condicionalismos do mesmo, apelando a uma contextualização técnico mas também económico-financeira fundamentais na temática em análise.*

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

*The proposed syllabus encompasses lectures on limitations and constraints to the conventional processes of energy production, transformation and utilization, on the identification and individual characterization of new processes of energy production and utilization and on their potential and limitations as well as to understand and organize a energy auditing procedure.*

*The program contents will allow the students to acknowledge the limitations and the threats to the current system of energy production and utilization as well as to the guidelines which will command the reformulation of this system. Moreover, it will enable to address the drawbacks related to the technical project content but it will also highlight the importance of the economical feasibility of the project prior to its implementation.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

- *Guia de Aplicações de Gestão de Energia e Eficiência Energética, André Fernando Ribeiro de Sá, Publindústria, edições técnicas, 2008, ISBN 978-972-8953-29-4*
- *Guide to energy management by Barney L. Capehart, Wayne C. Turner, William J. Kennedy--Fifth Edition, 2006 by The Fairmont Press. ISBN 0-88173-477-2 (print) -- ISBN 0-88173-478-0 (Electronic)*
- *CALMA! - COOL IT, Uma visão revolucionária sobre o ambiente e o mundo, Bjorn Lomborg , Editor: Estrela Polar, ISBN: 9789728929954, Edição/reimpressão: 2008*
- *Guia da Energia, Janet Ramage, Editora Monitor, 1997*
- *Manual do Gestor de Energia, DGE, 1997*
- *Manual do Gestor de Energia em Edifícios, DGE, 1997*
- *Renewable Energy Project Analysis, RetScreen engineering and cases handbook, 2002*
- *Regulamentos RGCIE, RGCE-ST, RCCTE, RSECE (Decretos-Lei)*
- *Industrial Energy Conservation, Charles Gottschalk, John Wiley & Sons*

## 4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes

### 4.1 Descrição e fundamentação dos recursos docentes

---

#### 4.1.1. Fichas curriculares dos docentes

Anexo V - Mário Guerreiro Silva Ferreira

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

*Mário Guerreiro Silva Ferreira*

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

##### 4.1.1.4. Categoria:

*Professor 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 - Fernando Manuel Bico Marques

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

*Fernando Manuel Bico Marques*

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

##### 4.1.1.4. Categoria:

*Professor Catedrático ou equivalente*

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

100

##### 4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Joaquim Manuel Vieira

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

*Joaquim Manuel Vieira*

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

<sem resposta>



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

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

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

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

#### **Anexo V - Jorge Ribeiro Frade**

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

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

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

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

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

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

#### **Anexo V - Ana Maria Bastos da Costa Segadães**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Ana Maria Bastos da Costa Segadães*

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

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

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

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

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

#### **Anexo V - João António Labrincha Batista**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*João António Labrincha Batista*

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

*<sem resposta>*

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

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - José Maria da Fonte Ferreira

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

*José Maria da Fonte Ferreira*

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

*<sem resposta>*

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

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Ana Maria de Oliveira e Rocha Senos

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

*Ana Maria de Oliveira e Rocha Senos*

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

*<sem resposta>*

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

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Isabel Margarida Miranda Salvado****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Isabel Margarida Miranda Salvado*

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

100

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Maria Helena Figueira Vaz Fernandes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Maria Helena Figueira Vaz Fernandes*

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor 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 - Paula Maria Lousada Silveirinha Vilarinho****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Paula Maria Lousada Silveirinha Vilarinho*

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

100

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo V - Rui Ramos Ferreira e Silva****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Rui Ramos Ferreira e Silva***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

&lt;sem resposta&gt;

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

&lt;sem resposta&gt;

**4.1.1.4. Categoria:***Professor 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 - Augusto Luís Barros Lopes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Augusto Luís Barros Lopes***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

&lt;sem resposta&gt;

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

&lt;sem resposta&gt;

**4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo V - Maria Elisabete Jorge Vieira da Costa****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Maria Elisabete Jorge Vieira da Costa***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

&lt;sem resposta&gt;

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

&lt;sem resposta&gt;

**4.1.1.4. Categoria:**

**Professor Auxiliar ou equivalente****4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):****100****4.1.1.6. Ficha curricular de docente:****[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)****Anexo V - Maria Gracinda Ferreira da Silva****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Maria Gracinda Ferreira da Silva*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):****<sem resposta>****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):****<sem resposta>****4.1.1.4. Categoria:*****Professor Auxiliar ou equivalente*****4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):****100****4.1.1.6. Ficha curricular de docente:****[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)****Anexo V - Maria Margarida Tavares Lopes de Almeida****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Maria Margarida Tavares Lopes de Almeida*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):****<sem resposta>****4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):****<sem resposta>****4.1.1.4. Categoria:*****Professor 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 Manuel Lima de Quintanilha Mantas****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):*****Pedro Manuel Lima de Quintanilha Mantas*****4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):****<sem resposta>**

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

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

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

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

**Anexo V - Maria João Machado Pires da Rosa**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Maria João Machado Pires da Rosa*

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

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

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

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

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

**Anexo V - Maria Helena Gomes de Almeida Gonçalves Nadais**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Maria Helena Gomes de Almeida Gonçalves Nadais*

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

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

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

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

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

**Anexo V - José Arménio Belo da Silva Rego**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*José Arménio Belo da Silva Rego*

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

*<sem resposta>*

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

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Maria Madalena Gomes Vilas Boas**

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

*Maria Madalena Gomes Vilas Boas*

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

*<sem resposta>*

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

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar convidado 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 Martinho Marques de Oliveira**

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

*José Martinho Marques de Oliveira*

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

*<sem resposta>*

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

*Escola Superior de Design, Gestão e Tecnologia de Produção Aveiro-Norte (ESAN)*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Equiparado a Professor Coordenador 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 - Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha**

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

*Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha*

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor 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 Paulo Davim Tavares da Silva****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*João Paulo Davim Tavares da Silva*

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

100

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Joaquim Manuel da Graça Sacramento****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Joaquim Manuel da Graça Sacramento*

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

<sem resposta>

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

*Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Coordenador ou equivalente*

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

60

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**



**Mostrar dados da Ficha Curricular****Anexo V - Victor Miguel Carneiro de Sousa Ferreira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Victor Miguel Carneiro de Sousa Ferreira*

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

*<sem resposta>*

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

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Florinda Mendes da Costa****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Florinda Mendes da Costa*

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

*<sem resposta>*

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

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Artur Jorge de Faria Ferreira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Artur Jorge de Faria Ferreira*

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

*<sem resposta>*

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

*Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Coordenador 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 - Teresa Cláudia Magalhães Franqueira Baptista****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

***Teresa Cláudia Magalhães Franqueira Baptista***

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

**<sem resposta>**

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

**<sem resposta>**

**4.1.1.4. Categoria:**

***Professor 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 Guerreiro Alves Arroja****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

***Luís Manuel Guerreiro Alves Arroja***

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

**<sem resposta>**

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

**<sem resposta>**

**4.1.1.4. Categoria:**

***Professor Associado ou equivalente***

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

**100**

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Maria Fernanda da Silva Rodrigues****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

***Maria Fernanda da Silva Rodrigues***

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

**<sem resposta>**

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

**<sem resposta>**

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - Nelson Amadeu Dias Martins****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Nelson Amadeu Dias Martins*

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

*<sem resposta>*

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

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo V - José Miguel Morais Ferraz****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Miguel Morais Ferraz*

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

*<sem resposta>*

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

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Assistente 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 - Teresa Maria Fernandes Rodrigues Cabral Monteiro****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Teresa Maria Fernandes Rodrigues Cabral Monteiro*

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Associado ou equivalente*

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - João Augusto Lagoa dOrey

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

*João Augusto Lagoa dOrey*

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Assistente 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 - Myriam Alexandra dos Santos Batalha Dias Nunes Lopes

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

*Myriam Alexandra dos Santos Batalha Dias Nunes Lopes*

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

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

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Anexo V - Joaquim José Borges Gouveia

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

**Joaquim José Borges Gouveia**

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

**<sem resposta>**

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

**<sem resposta>**

**4.1.1.4. Categoria:**

**Professor Catedrático ou equivalente**

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

**100**

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

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

**Anexo V - Mónica Sandra Abrantes de Oliveira Correia**

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

**Mónica Sandra Abrantes de Oliveira Correia**

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

**<sem resposta>**

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

**<sem resposta>**

**4.1.1.4. Categoria:**

**Professor Auxiliar ou equivalente**

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

**100**

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

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

**4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos**

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

| <b>Nome / Name</b>                  | <b>Grau / Degree</b> | <b>Área científica / Scientific Area</b>                                 | <b>Regime de tempo / Employment link</b> | <b>Informação/ Information</b>  |
|-------------------------------------|----------------------|--|--|---------------------------------|
| Mário Guerreiro Silva Ferreira      | Doutor               | Engenharia Química/Engenharia Materiais                                  | 100                                      | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Fernando Manuel Bico Marques        | Doutor               | Ciência e Engenharia de Materiais  | 100                                      | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Joaquim Manuel Vieira               | Doutor               | Ciência e Engenharia de Materiais  | 100                                      | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Jorge Ribeiro Frade                 | Doutor               | Ciência e Engenharia de Materiais/Materials Science and Engineering      | 100                                      | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Ana Maria Bastos da Costa Segadães  | Doutor               | Materials Science  | 100                                      | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| João António Labrincha Batista      | Doutor               | Ciência e Engenharia de Materiais  | 100                                      | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| José Maria da Fonte Ferreira        | Doutor               | Ciência e Engenharia de Materiais  | 100                                      | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Ana Maria de Oliveira e Rocha Senos | Doutor               | Ciência e Engenharia de Materiais  | 100                                      | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Isabel Margarida Miranda Salvado    | Doutor               | Ciência e Engenharia dos Materiais/ Science and Engineering of Materials | 100                                      | <a href="#">Ficha submetida</a> |

|  |            |  |             |                 |
|--|------------|--|-------------|-----------------|
| Maria Helena Figueira Vaz Fernandes                  | Doutor     | Ciência e Engenharia de Materiais            | 100         | Ficha submetida |
| Paula Maria Lousada Silveirinha Vilarinho            | Doutor     | Ciência e Engenharia de Materiais            | 100         | Ficha submetida |
| Rui Ramos Ferreira e Silva                           | Doutor     | Ciência e Engenharia de Materiais            | 100         | Ficha submetida |
| Augusto Luís Barros Lopes                            | Doutor     | Ciência e Engenharia dos Materiais           | 100         | Ficha submetida |
| Maria Elisabete Jorge Vieira da Costa                | Doutor     | Ciência e Engenharia de Materiais            | 100         | Ficha submetida |
| Maria Gracinda Ferreira da Silva                     | Doutor     | Ciência e Engenharia de Materiais            | 100         | Ficha submetida |
| Maria Margarida Tavares Lopes de Almeida             | Doutor     | Ciência e Eng <sup>a</sup> de Materiais      | 100         | Ficha submetida |
| Pedro Manuel Lima de Quintanilha Mantas              | Doutor     | Ciência e Engenharia de Materiais            | 100         | Ficha submetida |
| Maria João Machado Pires da Rosa                     | Doutor     | Gestão Industrial                            | 100         | Ficha submetida |
| Maria Helena Gomes de Almeida Gonçalves Nadais       | Doutor     | Ciências e Engenharia do Ambiente            | 100         | Ficha submetida |
| José Arménio Belo da Silva Rego                      | Doutor     | Gestão                                       | 100         | Ficha submetida |
| Maria Madalena Gomes Vilas Boas                      | Doutor     | Gestão                                       | 100         | Ficha submetida |
| José Martinho Marques de Oliveira                    | Doutor     | Ciência e Engenharia de Materiais            | 100         | Ficha submetida |
| Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha             | Doutor     | Geociências                                  | 100         | Ficha submetida |
| João Paulo Davim Tavares da Silva                    | Doutor     | Engenharia Mecânica                          | 100         | Ficha submetida |
| Joaquim Manuel da Graça Sacramento                   | Doutor     | Ciência e Engenharia de Materiais            | 60          | Ficha submetida |
| Victor Miguel Carneiro de Sousa Ferreira             | Doutor     | Ciência e Engenharia de Materiais            | 100         | Ficha submetida |
| Florinda Mendes da Costa                             | Doutor     | Ciência e Engenharia de Materiais            | 100         | Ficha submetida |
| Artur Jorge de Faria Ferreira                        | Doutor     | Química                                      | 100         | Ficha submetida |
| Teresa Cláudia Magalhães Franqueira Baptista         | Doutor     | Design Industrial e Comunicação Multimédia   | 100         | Ficha submetida |
| Luís Manuel Guerreiro Alves Arroja                   | Doutor     | Ciências Aplicadas ao Ambiente               | 100         | Ficha submetida |
| Maria Fernanda da Silva Rodrigues                    | Doutor     | Engenharia Civil                             | 100         | Ficha submetida |
| Nelson Amadeu Dias Martins                           | Doutor     | Engenharia Mecânica                          | 100         | Ficha submetida |
| José Miguel Morais Ferraz                            | Mestre     | Design Industrial                            | 100         | Ficha submetida |
| Teresa Maria Fernandes Rodrigues Cabral Monteiro     | Doutor     | Física                                       | 100         | Ficha submetida |
| João Augusto Lagoa d'Orey                            | Licenciado | Engenharia Química                           | 30          | Ficha submetida |
| Myriam Alexandra dos Santos Batalha Dias Nunes Lopes | Doutor     | Ciências Aplicadas ao Ambiente               | 100         | Ficha submetida |
| Joaquim José Borges Gouveia                          | Doutor     | Engenharia Electrotécnica e dos Computadores | 100         | Ficha submetida |
| Mónica Sandra Abrantes de Oliveira Correia           | Doutor     | Engenharia Mecânica - Transferência de Calor | 100         | Ficha submetida |
|  |            |  | <b>3690</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

36

### 4.2.1.b Percentagem dos docentes em tempo integral na instituição (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário)

97,6

4.2.2.a Número de docentes em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos  
36

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)  
97,6

4.2.3.a Número de docentes em tempo integral com grau de doutor  
35

4.2.3.b Percentagem dos docentes em tempo integral com grau de doutor (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário)  
94,9

4.2.4.a Número (ETI) de docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano  
1

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)  
2,7

4.2.5.a Número (ETI) de docentes do ciclo de estudos não doutorados com grau de mestre (pré-Bolonha)  
1

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)  
2,7

### 4.3. Procedimento de avaliação do desempenho

---

4.3. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente actualização. *Os procedimentos para avaliação do corpo docente da Universidade de Aveiro (UA) integram-se na política desenvolvida pela instituição para a garantia da qualidade do processo de ensino-aprendizagem, que assenta, mais do que na avaliação do processo, na melhoria contínua dos processos internos de funcionamento. Com o objetivo de analisar o funcionamento de toda a cadeia de processos de Ensino-Aprendizagem, a todos os níveis organizacionais (unidade curricular, curso, unidade orgânica e instituição), a UA tem vindo a aplicar, desde o 1º semestre de 2009/2010, o Subsistema para a Garantia da Qualidade das Unidades Curriculares (SubGQ\_UC), que tem por objetivo a melhoria contínua do funcionamento de cada unidade curricular. O SubGQ\_UC concretiza o envolvimento dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem, dando-lhes a oportunidade de se pronunciarem sobre o funcionamento de cada unidade curricular e respetivo corpo docente e cria espaço para uma reflexão mais profunda por parte do corpo docente sobre o funcionamento das unidades curriculares e o seu próprio desempenho, o que, a curto prazo, se pode traduzir no desenho de planos de melhoria ao funcionamento e que, a médio/longo prazo, deve permitir o desenvolvimento da capacidade de organização e realização de modalidades de docência e de aprendizagem mais eficazes. Neste momento, a UA está a trabalhar no desenvolvimento do modelo para a avaliação da qualidade pedagógica dos ciclos de estudos. No desenho desse modelo há um conjunto de premissas, presentes nos Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area, que estão a ser consideradas e que resumidamente se referem aos procedimentos que permitem promover e comprovar a qualidade do ensino ministrado e garantir que este tem como finalidade fundamental favorecer a aprendizagem dos estudantes (mecanismos de monitorização dos ciclos de estudos, verificação da qualificação do corpo docente, recursos para o apoio ao ensino, sistema de informação para a gestão dos ciclos de estudos e publicitação regular de informação). A avaliação da qualificação e competência do corpo docente, que é um dos referenciais indissociáveis dos sistemas internos de garantia da qualidade do Ensino, e que é também uma exigência legal, está contemplada no Regulamento de Avaliação de Desempenho do Pessoal Docente, em vigor desde setembro de 2011. Neste contexto, a UA tem desenvolvido um programa de formação (FADES) que tem por objetivo a atualização do corpo docente, com vista à melhoria da sua resposta ao novo paradigma de formação e aprendizagem centrada no estudante.*

4.3. Academic staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating.

*The procedures for evaluating the teaching staff at the University of Aveiro (UA) are integrated in the policy developed by the institution for guaranteeing the quality of the teaching and learning process; the focus of this policy is not so much the evaluation of the process as the continuous improvement of the internal working processes. In order to analyse the functioning of all the links in the Teaching and Learning chain, at all organisational levels (curricular unit, course, organic unit and institution), the UA has introduced a Sub-system for the Quality Assurance of Curricular Units (SQA – CU) since the first semester of 2009/2010. The SQA-CU involves the students in the teaching and learning process, providing them with the opportunity to give their opinion on the working of each curricular unit and respective teaching staff. It also creates a space for a deeper reflection on the part of teaching staff on the functioning of the curricular units and their own performance, which, in the short term, can support the design of improvement plans, and, in the medium / long term, will permit the development of the capacity to organise and carry out more effective ways of teaching and learning.*

*Regarding the internal Quality Assurance System, the UA is currently developing a model for the evaluation of the pedagogical quality of study cycles. In the design of this model, a series of principles, outlined in the Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area, are being taken into account. In brief, these principles refer to procedures which permit the institution to promote and demonstrate the quality of the teaching administered and to ensure that this has as its fundamental goal the enhancement of student learning (mechanisms for monitoring the study cycles, verifying the qualifications and competence of teaching staff, resources for supporting teaching, an information system for managing the study cycles and regular publishing of information).*

*The assessment of the qualification and competence of teaching staff, an essential reference point in internal systems for the quality assurance of teaching, and also a legal requirement, is ensured under the Regulations for the Evaluation of Teaching Staff Performance, in force from September 2011.*

*In parallel with these processes, the UA has developed a staff development programme (FADES), the primary objective of which is the updating of teaching staff, with a view to enabling a better response to the new paradigm of student-centred teaching and learning.*

## **5. Descrição e fundamentação de outros recursos humanos e materiais**

### **5.1. Pessoal não docente adstrito ao ciclo de estudos.**

*O DECV dispõe de um quadro de pessoal não docente composto por pessoal administrativo e por pessoal técnico, no total de oito funcionários não docentes, com elevado nível de qualificação, sendo 62,5% dos funcionários licenciados.*

*Os serviços de apoio administrativo garantem o funcionamento de toda a parte administrativa do departamento, nomeadamente no apoio aos cursos leccionados no DECV e aos projectos de investigação. Relativamente aos funcionários técnicos, estes garantem o funcionamento de toda a parte laboratorial, quer ao nível das aulas práticas quer ao nível do apoio à investigação, bem como a prestação de serviços ao exterior.*

*Para além destes, outro pessoal não docente da Universidade, em número não quantificado, está adstrito ao funcionamento do curso, nomeadamente no apoio às aulas que decorrem nas salas de aulas teórico-práticas e seminário em outros edifícios da Universidade com aulas do curso e nos espaços utilizáveis pelos alunos na Biblioteca da Universidade.*

### **5.1. Non academic staff allocated to the study cycle.**

*The DECV Department has non-teaching staff consisting of administrative personnel and technical staff, a total of eight non-teaching staff, with high level of education, 62.5% of staff with degree of “licenciatura” (graduation). The administrative support services ensure the functioning of all administrative matters of the department, namely the support of courses taught at DECV and research projects. For technical staff, they ensure the functioning of all laboratory spaces, both in terms of practical classes and in terms of support for research as well as providing of external services.*

*In addition to this non-teaching staff attached to the DECV Department, an unquantified number of other non-teaching staff of the University is assigned to the operation of the course, in particular supporting classes taking place in theoretical-practical and seminar classrooms of other buildings of the University with course lectures and in spaces usable by students in the University Library.*

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

*No edifício do DECV:*

*(1) Sala de aulas, (30m<sup>2</sup>);*

*(1) Anfiteatro de aulas, (96m<sup>2</sup>);*

*(6) Laboratórios de aulas, (300m<sup>2</sup>);*

*(1) Instalação piloto, (268,7m<sup>2</sup>);*

*(1) Sala de fornros, investigação e trabalhos dos alunos, (160 m<sup>2</sup>);*

*(9) Laboratórios comuns com análises diversas, preparação de pastas, microscopia óptica, ensaios mecânicos,*



**DRX), (294,5m2);**

**(5) Laboratórios de microscopia electrónica (SEM/EDS, HR-TEM/EDS, EELS) e AFM, investigação e trabalhos dos alunos, (234,1m2);**

**(15) Laboratórios de investigação, integração dos alunos de mestrado, (739m2);**

**(1) Sala de alunos com 10 computadores, (30m2);**

**Em outros edifícios:**

**- No CICECO, (14) Laboratórios e salas de instrumentação de investigação, integração dos alunos de mestrado, (1394m2);**

**- Salas de aulas teórico-práticas e seminário em outros edifícios da Universidade com aulas do curso, (280m2);**

**- Biblioteca da Universidade - área total utilizável pelos alunos, (2320m2);**

**AAUAv – Associação de estudantes, (497m2);**

## 5.2. Facilities allocated and/or used by the study cycle (teaching spaces, libraries, laboratories, computer rooms, etc.).

**In the Building of DECV:**

**(1) Classroom, (30m2);**

**(1) Amphitheatre, (96m2);**

**(6) Practical teaching laboratories and students project laboratories, (300m2);**

**(1) Pilot plant for industrial ceramics, (268,7m2);**

**(1) Furnace room, (160m2);**

**(9) Departmental common laboratories for research and thesis Works, with ATD, ATG and several analysis, optical microscopy and different mechanical tests, (294,5m2);**

**(5) Scanning, transmission electron microscopy and AFM laboratories, (234,1m2);**

**(15) Research laboratories – integration of students with thesis projects, (739m2);**

**(1) Department students room with 10 computers, (30m2);**

**In other buildings:**

**(14) CICECO Research laboratories – integration of students with thesis projects, (1394m2);**

**- Classrooms and seminar rooms of other buildings, (280m2);**

**- Students spaces in the University Library, (2320m2);**

**- AAUAv - University Students´ Union, (497m2);**

## 5.3. Indicação dos principais equipamentos e materiais afectos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didácticos e científicos, materiais e TICs).

**Equipamentos (no DECV, CICECO e LCA), (Nº de Eq.):**

**- Microscópios electrónicos de (HR-, FE-) TEM/EDS/EELS e SEM/EDS e de AFM, (7);**

**- Difraccção de raios-X, (5);**

**- Espectrómetros de NMR, FTIR, Raman, ICP, fotómetros e outros, (26);**

**- Desbaste mecânico e polimento iónico, limpeza RF para TEM e SEM, (10);**

**- Ensaio mecânicos, impacto, fluência, fadiga, durómetros e abrasímetros, (13);**

**- Analisadores de impedância, SVET, RFA electroquímicos, (3);**

**- Instalação piloto com extrusoras, atomizador, fornos e outros, (17);**

**- Prensa HIP, fornos de grafite, tubulares e outros, (26);**

**- Análises de superfície e granulometria, (4);**

**- Reómetros e retractómetros, (6);**

**- Microscópios, lupas e bancada óptica, (7);**

**- Máquinas de corte, lixadeiras e polideiras, (13);**

**- Centrifuga e ultracentrifugas, (2);**

**- Prensas CIP e unixais, (7);**

**- Estufas, muflas, agitadores, moinho, placas de aquecimento, balanças, e outros (60);**

**- Registadores, controladores, computadores e impressoras, (46).**

## 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).

**Equipments (in DECV, CICECO and LCA), (Nº Eq.):**

**- (HR-FE-) TEM/EDS/EELS and SEM/EDS microscopes and AFM, (7);**

**- X-ray diffraction, (5);**

**- NMR spectrometers, FTIR, Raman, ICP, photometers and others (26);**

**- Mechanical dimpling, ion polishing, RF cleaning for TEM and SEM, (10);**

**- Mechanical tests, impact, fatigue, hardness testers and abrasimeter, (13);**

**- Impedance analyzers, SVET, electrochemical RFA, (3);**

**- Pilot pant with extruders, atomizer, ovens and others, (17);**

**- HIP, hot press, graphite ovens and reactor, tubular furnaces and others, (26);**

**- Surface area analysis and sedigraphs, (4);**

**- Rheometers and retractometers, (6);**

**- Microscopes, binocular lupes and optical bench, (7);**

**- Machines for cutting, grinding, sanding and polishers, (13);**

**- Centrifuge and ultracentrifuge, (2);**

- *CIP and uniaxial presses, (7);*
- *Stoves, furnaces, mixers, grinders, hot plates, balances, and others, (60);*
- *Recorders, controllers, computers and printers, (46).*

## 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.

*O Mestrado em Eng<sup>a</sup> de Materiais (EM) está ligado ao Laboratório Associado CICECO da Universidade de Aveiro, e tem como unidade orgânica de ensino e investigação de referência, o Departamento de Eng<sup>a</sup> Cerâmica e do Vidro, que assegura a gestão, coordenação e a direção científica deste mestrado, que é assegurada por 3 Professores do Departamento, membros do CICECO.*

*Com a classificação de "Excelente", O CICECO, criado em 2002, é um dos institutos de investigação na área da Ciência e Engenharia dos Materiais de maior dimensão no País. Integra (2011) 49 docentes e 31 investigadores doutorados, 70 pós-doutorados e 88 alunos de doutoramento, estes últimos distribuídos pelos programas doutorais e doutoramentos de CEM, Nanociências e Nanotecnologias, Química, Eng<sup>a</sup> Química, Física e Eng<sup>a</sup> Física. Parte dos alunos de doutoramento e pós-doutorados do CICECO são de nacionalidade estrangeira (20,45% e 44,3%). A investigação no CICECO desenvolve-se segundo 3 linhas temáticas principais.*

6.1. Research Centre(s) duly recognised in the main scientific area of the new study cycle and its mark.

*The Master in Materials Engineering (EM) is connected to the research center CICECO- Associate Laboratory of the University of Aveiro - and has the Department of Ceramics and Glass Engineering as reference teaching and research organic unity, which ensures the management, coordination and scientific direction of this Master course, the later being ensured by three professors of the Department, members of CICECO.*

*With the rating of "Excellent", CICECO, created in 2002, is one of the largest research institutes in the field of MSE in the country. It is constituted (2011) by 49 professors and 31 researchers with PhDs, 70 postdocs and 88 doctoral students, the latter distributed by doctoral programs and doctorates in MSE Nanoscience and Nanotechnology, Chemistry, Chemical Engineering, Physics and Physics Engineering. Part of PhD students and post-docs of CICECO are of foreign nationality (20.45% and 44.3%). Research in CICECO is developed according to three main thematic lines.*

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.

475

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.

*A projecção internacional do Mestrado em Engenharia de Materiais é assegurada pela participação dos membros do CICECO em projectos internacionais (FAME, MARIE CURIE, ULCOS-IP, MULTICERAL-FP6, MatSILC-STREP, SOFCNET-ENG2, NATO, NANOCOFC-SSA, ADOPTIC, IERO, MUST, DURADH, SARISTU, ATCORAS, URBAC, A-MaDe) e por diversas outras colaborações com instituições internacionais de prestígio em áreas de CEM, ou afins.*

*O CICECO participa também em duas parcerias nacionais no âmbito das redes nacionais de infraestruturas científicas FCT, a PTNMR - Portuguese Nuclear Magnetic Resonance Network e RNME – Rede Nacional de Microscopia Electrónica.*

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.

*The international projection of the Master in Materials Engineering is ensured by the participation of CICECO members in international projects (FAME, MARIE CURIE, ULCOS-IP, MULTICERAL-FP6, MatSILC-STREP, SOFCNET-ENG2, NATO, NANOCOFC-SSA, ADOPTIC, IERO, MUST, DURADH, SARISTU, ATCORAS, URBAC, A-MaDe) and several other collaborations with prestigious international institutions in areas of Materials Science and Engineering, or similar.*

*CICECO also participates in two national partnerships within the national networks of scientific infrastructures of FCT, the PTNMR - Portuguese and Nuclear Magnetic Resonance Network and RNME - National Network of Electron Microscopy.*

## 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.

- O Departamento (DECV) organizou as principais facilidades laboratoriais, descritos em 5.3, como Serviços Técnicos departamentais, prestando serviços internos, ao sector externo empresarial e outros;
- A RNME – Pólo UA, instalada no DECV, presta um serviço público aberto, por requisição, de microscopia electrónica SEM/EDS, FE-TEM/EDS/EELS, realiza treino de microscopistas, cursos curtos e seminários;
- No CICECO e DECV são realizados seminários de cientistas e professores visitantes. O CICECO realiza as Jornadas anuais e os seus investigadores participam na organização de eventos científicos.
- O CDTM - Centro de Design e Tecnologia dos Materiais, funciona como interface do CICECO para promoção da transferência de conhecimento e tecnologia, sob diversas formas, para a sociedade e empresas.
- O Núcleo de Estudantes de Materiais, NEM-AAUAv, desenvolve actividades auto-organizadas pelos alunos na forma de palestras, acções de formação, conferências e outras.

7.1. Describe these activities and if they correspond to market needs and to the mission and objectives of the institution.

- The Department (DECV) organized the main laboratory facilities, described in 5.3, as departmental Technical Services, for internal users, as well as for enterprises and external users;
- The RNME - Pole UA, installed in DECV, provides an open utility, per request, of SEM / EDS, FE-TEM/EDS/EELS electron microscopy, conducts courses for training of microscope operators, short courses and seminars;
- In DECV and CICECO, seminars are presented by visiting scientists and professors. CICECO performs the annual scientific Journeys and its researchers take part in the organization of scientific events.
- CDTM - Center for Design and Technology of Materials, acts as the interface of CICECO to promote the transfer of knowledge and technology in various forms, for society and enterprises.
- The Students Union Branch for Materials Engineering, NEM-AAUAv, promotes activities self-organized by students in the form of lectures, training, conferences and others.

## 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. O inquérito do DECV à empregabilidade dos formados com este Mestrado, Março de 2010, mostrou empregabilidade elevada, com:

- Percentagem dos que obtiveram emprego no sectores de actividades do curso, 85%,
  - Percentagem dos que obtiveram emprego até um ano depois de concluído o Mestrado, 92%.
- Entre 1981-2006 e 1995-2006 formaram-se respectivamente 381 e 125 licenciados nas Licenciaturas de Eng<sup>a</sup> Cerâmica e do Vidro e de Eng<sup>a</sup> de Materiais pela Universidade de Aveiro, num total de 506 licenciados. Ambos os cursos se reportam à área de estudos “54 – Indústrias transformadoras”, sub-área 543 – Materiais. O estudo de empregabilidade mais recente de que se dispõe, GPEARI, Relatório VI – Dez. 2009, indica 2,0% e 2,1% como a fracção de licenciados da área 54 desempregados (Continente) em 12/2008 e 12/2009 respectivamente, números significativamente inferior aos valores destes indicadores no mesmo período para os cursos da área “52 – Engenharia e técnicas afins”, 8,4% e 9,1% respectivamente.

8.1. Evaluation of the graduates' foreseen employability based on MTSS data.

- The survey of DECV on the employability of MSE graduates, March 2010, showed high employability, with:
- Percentage of those who obtained employment in the sectors of activities of the course, 85%,
  - Percentage of those who obtained employment until one year after completion of the Master, 92%.
- Between 1981-2006 and 1995-2006 were formed respectively 381 and 125 of undergraduates in Ceramics and Glass Engineering and Materials Engineering at the University of Aveiro, a total of 506 graduates. Both courses relate to the area of study, "54 - Manufacturing," sub-area 543 - Materials. The latest figures available on employability of the study, GPEARI, Report VI - Dec. 2009, shows 2.0% and 2.1% as the fraction of unemployed graduates (Mainland) in the area 54 in 12/2008 and 12/2009 respectively, significantly lower than the values of these indicators in the same period for the courses in the area "52 - Engineering and related technical domains", 8.4% and 9.1% respectively.

8.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES).

- O curso de Mestrado de 2º Ciclo não se encontra referenciado nos dados de acesso (DGES). As 22 vagas para ingresso no 1º Ano do curso de coerência científica com o Mestrado, a Licenciatura em Engenharia de Materiais (1º Ciclo) da Universidade de Aveiro ficaram completamente preenchidas nos três anos lectivos consecutivos do triénio de 2009/2010 a 2011/2012.
- Por concurso de acesso, foram admitidos ao Mestrado em Engenharia de Materiais (2º Ciclo) no presente ano

**lectivo de 2011/2012, 11 licenciados ou o equivalente de outros cursos do ensino superior, 2 dos quais de outros países da União Europeia.**

**8.2. Evaluation of the capacity to attract students based on access data (DGES).**

*The Master course, 2nd Cycle is not referenced in the access data (DGES). The 22 vacancies for entry into Year 1 of the course of scientific coherency with this Masters, the Degree in Materials Engineering (1st cycle) of the University of Aveiro, were completely filled in the three consecutive academic years of the triennium, 2009 / 2010 to 2011/2012.*

*By tender of access, 11 graduates or the equivalent in other higher education courses, two of which from other European Union countries, were admitted to the Masters in Materials Engineering (2nd Cycle) in the present academic year 2011/2012.*

**8.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que leccionam ciclos de estudos similares.**

*Na Região Centro (PT), com complementaridade de conteúdos e organização do plano de estudos compatível com a deste Mestrado:*

*- Mestrado em Engenharia de Materiais da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Despacho n.º 9059/2011,DR, 2.ª série — N.º 134 — 14 de Julho de 2011, curso de Mestrado de 2º Ciclo com duas áreas de especialização, Área de Especialização em Materiais e Superfícies e Área de Especialização em Biomateriais, e com a unidade curricular “Dissertação” de 42 ECTS.*

**8.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study cycles.**

*In the “Região Centro” (PT), the Masters course with complementary content and curriculum organization consistent with this Master:*

*- Master of Materials Engineering, Faculty of Science and Technology, University of Coimbra, Despacho n.º 9059/2011,DR, 2.ª série — N.º 134 — July 14, 2011, a Master course 2nd Cycle with two areas of specialization, Specialization in Materials and Surfaces and Specialization in Biomaterials, and the curricular unit “Thesis” of 42 ECTS.*

## **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.**

*Este Mestrado tem a duração de 4 semestres, de 30 créditos por semestre, totalizando 120 créditos, valor que corresponde ao máximo previsto no artigo 18º do DL nº 74/2006. Valor total de ECTS que se considera ser necessário para o curso de mestrado primeiro, para que o formando adquira uma formação suficientemente abrangente em temas de ciência e treino em elementos essenciais das tecnologias e processamento de materiais, ao nível exigido para o exercício da profissão de engenheiro, de acordo com os padrões actuais desta, segundo, porque sendo dominante nas metodologias da Dissertação/Projecto/Estágio componentes de trabalho experimental, estudos piloto, ou ensaios em fábrica envolventes e prolongados se entendeu que a esta unidade curricular deveriam corresponder 42 créditos (ECTS).*

*Esta creditação integra o 1º ano, constituído por 5 unidades curriculares por semestre, o 2º Ano constituído por 3 unidades curriculares no 1º Semestre de 6 ECTS cada, e Dissertação/Projecto/Estágio.*

**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.**

*This Masters is 4 semesters long, with a total of 120 credits, which corresponds to the maximum provided for in Article 18 of DL nº. 74/2006. This total value of ECTS is considered necessary for the Masters degree first, so that the student acquire a sufficiently comprehensive education in topics of science and training on the key technologies and processing of materials at the level required for the profession of engineer, in accordance with current standards of this, second, because being dominant in the methodologies of Thesis / Project / Internship components of experimental work, pilot studies, or factory trials engaging and prolonged in time it has been understood that this course should meet 42 credits (ECTS).*

*This credit distribution includes the 1st year, consisting of five courses per semester, 2nd year consisting of three courses in first Semester of 6 ECTS each, and Thesis / Project / Internship.*

**9.2. Metodologia utilizada no cálculo dos créditos ECTS das unidades curriculares.**

*A Universidade de Aveiro adoptou como valor de referência para a carga de trabalho anual do aluno 1620 horas anuais, correspondendo 1 ECTS a 27 horas de trabalho.*

*Para uma organização racional e flexível dos currícula dos cursos, numa organização matricial em que uma mesma unidade curricular é integrada em um ou em vários cursos, a Universidade estipulou que os créditos das unidades curriculares deveriam corresponder a múltiplos de 2, com valores entre 4 e 8 ECTS, que o número de unidades curriculares por semestre não deveria exceder 5, e que na organização dos currícula deveria ser dada preferência a*

**unidades curriculares semestrais, princípios organizativos que foram integrados na organização do plano de estudos do Mestrado em Engenharia de Materiais.**

### 9.2. Methodology used for the calculation of ECTS credits

*The University of Aveiro adopted 1620 annual hours as a reference value for student work load, 1 ECTS corresponding to 27 hours.*

*For a rational and flexible organization of course curricula, in a matrix organization in which the same curricular unit is integrated into one or more courses, the University stipulated that the credits of curricular units should correspond to multiples of 2, with values between 4 and 8 ECTS, the number of curricular units per semester should not exceed 5, and the curricular units should be preferentially divided per semester. These organizational principles are integrated in the organization of the curriculum of the Master in Materials Engineering.*

### 9.3. Indicação da forma como os docentes foram consultados sobre o método de cálculo das unidades de crédito.

*O número de créditos atribuído a cada unidade curricular teve em conta documentos orientadores da implementação dos ciclos de estudos dentro do Processo de Bolonha e as actividades desenvolvidas pela Universidade de Aveiro no sentido de aferir o sistema de créditos em ECTS.*

*Neste exercício tem sido integrados os resultados obtidos com os inquéritos aos alunos e docentes nas sucessivas edições do Subsistema para a Garantia da Qualidade das Unidades Curriculares os quais indicam, dentro dos limites da análise estatística utilizada, uma clara correlação entre os créditos atribuídos às unidades curriculares e a estimativa do trabalho que segundo o aluno lhe é exigido.*

*Seguiu-se a recomendação de nos cursos de 2º Ciclo as horas de contacto se mantenham entre 12 e 16 horas por semana lectiva, como forma de fomentar metodologias da aprendizagem baseada no aluno, e de explorar tipologias de trabalho variadas favorecendo a interdisciplinaridade e trabalho em equipa.*

### 9.3. Indication of the way the academic staff was consulted about the method for calculating the credit units.

*The number of credits assigned to each curricular took into account the guide lines for the implementation of study courses within the Bologna Process and the activities of the University of Aveiro in order to assess the ECTS credit system.*

*This exercise has integrated the results of inquires of students and lecturers in successive editions of the Subsystem for Quality Assurance of Curriculum Units which indicate, within the limits of statistical analysis, a clear correlation between the credits assigned to curricular units and the estimates of students on the work time required.*

*One followed the recommendation that contact hours of 2nd Cycle courses should remain between 12 and 16 hours per teaching week as a way of promoting student-based learning methods and to explore varied work typologies favoring interdisciplinary and team work.*

## 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.

- *Master in Materials Science/1,5 anos, ETH Zurich, Switzerland, na continuação de 1º Ciclo em Materials Science/ 3 anos.*
- *Master in Materials Science and Engineering/2 anos, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland, na continuação de 1º Ciclo em Materials Science/ 3 anos.*
- *MEng Materials Science and Engineering with Industrial Experience/1 ano, Manchester University, UK, , na continuação de 1º Ciclo em (BEng) Materials Sci & Engineer/3 anos.*
- *MEng in Biomaterials Science and Tissue Engineering with Industrial Experience /3 ano, Manchester University, UK, na continuação de 1º Ciclo em (BEng) Materials Sci & Engineer/3 anos.*
- *Master of Science Materials Science and Engineering/2 anos, Delft University of Technology, Netherlands.*
- *Master's Degree in Processes and Materials, University of Limoges em parceria com a e ENSCI, Limoges, France, na continuação de Diploma de Engenharia/ 5 anos.*

### 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.

- *Master in Materials Science/1,5 years, ETH Zurich, Switzerland, following a 1st Cycle in Materials Science/ 3 years.*
- *Master in Materials Science and Engineering/2 years, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland, following a 1st Cycle in Materials Science/ 3 years.*
- *MEng Materials Science and Engineering with Industrial Experience/1 year, Manchester University, UK, following a 1st Cycle (BEng) in Materials Science/ 3 years.*
- *MEng in Biomaterials Science and Tissue Engineering with Industrial Experience /3 years, Manchester University, UK, following a 1st Cycle (BEng) in Materials Science/ 3 years.*
- *Master of Science Materials Science and Engineering/2 years, Delft University of Technology, Netherlands.*

**- Master's Degree in Processes and Materials, University of Limoges in association with the ENSCI-Ecole Nationale Supérieure de Céramique Industrielle, Limoges, France, following the Engineering Graduation in Materials Science/ 5 years.**

**10.2. Comparação com objectivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior.**

**Na análise a seguir retêm-se os elementos essenciais de cada curso tomado para comparação: natureza/objectivos e estrutura deste. Quatro escolas são escolhidas por serem detentoras de posições de topo em rankings internacionais das universidades europeias. O curso da Universidade de Limoges-ENSCI é escolhido por esta escola ser uma referência europeia no domínio da cerâmica.**

**Swiss Federal Institute of Technology (ETH Zurich), Switzerland**

**[http://www.mat.ethz.ch/education/master\\_degree](http://www.mat.ethz.ch/education/master_degree)**

**O Mestrado em Ciência de Materiais deste Instituto é da responsabilidade do Departamento de Materiais. Para ingressar no Mestrado exige-se um bacharelato, com 180 ECTS. Este mestrado é considerado a base para quem quer trabalhar em materiais, pois o diploma de 1º ciclo não reconhece essa possibilidade. O Mestrado tem a duração de 3 semestres (1,5 anos), 120ECTS, possui uma organização curricular muito flexível e presta-se à formação especializada (seis especializações). Inclui a projecto de tese e tese com 54ECTS.**

**École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland**

**(<http://smx.epfl.ch>)**

**O Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais desta Escola pode durar 1,5 a 2 ano s. Tem elevada especialização e divide-se em 4 ramos distintos: (i) processamento de materiais, (ii) materiais para estruturas, energias e transportes, (iii) materiais para a microelectrónica e microtécnicas e (iv) materiais para a medicina e biotecnologias. O projecto para a dissertação pode ser feito na Escola, na indústria ou em outra universidade.**

**Manchester University, UK**

**(<http://www.manchester.ac.uk/undergraduate/courses/>)**

**São oferecidos 2 cursos de mestrado com 4 anos, um em Ciência de Materiais Biomédicos e Engenharia de Tecidos e outro em Ciência e Engenharia de Materiais, assentes em BEng iniciais de 3 anos com as mesmas designações, respectivamente. Ambos os mestrados admitem a realização do trabalho de tese na indústria, recebendo denominações Mestrados com Experiência Industrial.**

**Delft University of Technology, NL**

**<http://tudelft.nl/en/study/master-of-science/master-programmes/materials-science-engineering/>**

**O Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais, oferecido como um 2º ciclo, não faz ancoragem com nenhum curso específico, embora pressuponha uma graduação em ciências ou em engenharia. No 1º semestre o plano de disciplinas é "tailor-made" para cada formando de acordo com a formação anterior, avaliada por um tutor. O plano de formação pode ser alterado ao longo do curso. O curso tem 120 ECTS e 2 anos.**

**University of Limoges and ENSCI, Limoges, France,**

**<http://www.ensci.fr/spip.php?article688>**

**O Mestrado em Processamento de Materiais, tem por objectivo a preparação para investigação e o desenvolvimento. Os trabalhos do mestrado podem ser prosseguidos após a obtenção da graduação de engenharia ou a partir do 3º ano do curso de engenharia de Materiais e Processos da mesma escola. As práticas do mestrado são comuns com o Projecto de Fim de Estudos de Engenharia.**

**10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study cycles offered in reference institutions of the European Area of Higher Education.**

**In the following analysis the essential elements of each course are retained and taken for comparison: nature / objectives and its structure. Four schools were chosen because they are holding top positions in international rankings of European universities, the University of Limoges-ENSCI because it remains a European reference in the field of ceramics.**

**Swiss Federal Institute of Technology (ETH Zurich), Switzerland**

**[http://www.mat.ethz.ch/education/master\\_degree](http://www.mat.ethz.ch/education/master_degree)**

**The Master in Materials Science is the responsibility of the Department of Materials. A BSc with 180 ECTS is required, to enroll in this MSc. This MSc is considered the base to work in Materials, as the of 1st cycle diploma does not recognize this possibility. The master's course lasts for 3 semesters (1.5 years), has 120 ECTS, a very flexible curriculum and lends itself to the specialized training (six specializations). It includes the thesis project and thesis in 54 ECTS total.**

**École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland**

**(<http://smx.epfl.ch>)**

**The Master in Materials Science and Engineering can last 1.5 to 2 years. It is a specialization course in materials**

*and is divided into four distinct branches: (i) materials processing, (ii) materials for structures, energy and transport, (iii) materials for microelectronics and microtechnology and (iv) materials for medicine and biotechnology. The work for thesis can be done at school, in industry or at another university.*

**Manchester University, UK**

*(<http://www.manchester.ac.uk/undergraduate/courses/>)*

*Two Master courses of four years, are offered, one in Biomaterials Science and Tissue Engineering and other in Materials Science and Engineering. They are based on initial training of three years (BEng) under the same designations, respectively. Both admit the realization of the master's thesis work in the industry, receiving denominations of Masters with Industrial Experience.*

**Delft University of Technology, NL**

*<http://tudelft.nl/en/study/master-of-science/master-programmes/materials-science-engineering/>*

*The Master in Materials Science and Engineering is offered as 2nd cycle and does ask for no specific course, but presupposes a degree in science or engineering. In the first semester the plan of disciplines is "tailor-made" for each student according to previous training, as assessed by a tutor. The training plan can be changed throughout the course. With 120 ECTS, the Master lasts for 2 years.*

**University of Limoges and ENSCI, Limoges, France,**

*<http://www.ensci.fr/spip.php?article688>*

*The objectives of the Master's Degree in Processes and Materials, of the University of Limoges and ENSCI, is a preparation for preliminary professional experience in research and development. It can be worked towards in parallel with the main subject Materials and Processes in the 3rd year, the practical training being common to both. Laboratory courses are common with the End-of-Studies Project of Engineering Diploma.*

## 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 - QUIMONDA PORTUGAL SA

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

**QUIMONDA PORTUGAL SA**

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 100kB):

[11.1.2.\\_Protocolo UA Qimonda ESTAGIO M ENG MATER \(2 CICLO\) 1-2.pdf](#)

Anexo VI - Convénio UA-UNIBAVE (Brasil)

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

**Convénio UA-UNIBAVE (Brasil)**

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 100kB):

[11.1.2.\\_Convénio UA-UNIBAVE assinado \(pag 1\).pdf](#)

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.

(não se aplica)

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

(n.a. - not applicable)

#### 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.

- *O curso tem um excelente suporte de recursos humanos e materiais para desenvolver competências de I&D em materiais, com ênfase em projectos experimentais conducentes à dissertação.*
- *A qualidade e diversidade de equipamentos, espaços laboratoriais e outros recursos materiais são asseguradas por via da estreita ligação com projectos científicos, incluindo colaborações internacionais ou em colaboração com empresas.*
- *A maioria dos docentes e pessoal de investigação envolvido são membros do CICECO, assegurando competências diversificadas e de grande qualidade e actualidade, com base em linhas de investigação em temáticas de interesse socioeconómico tais como materiais avançados para aplicações em engenharia, materiais para tecnologias de informação e comunicação, materiais para a energia, biomateriais e materiais para a sustentabilidade. Esta diversidade integra competências em Engenharia de Materiais e em áreas afins de química de materiais e física de materiais.*

12.1. Strengths.

- *This course is supported by excellent human and technical resources to educate students with R&D skills in materials, mostly based on experimental MSc research projects.*
- *The quality and variety of scientific equipment, lab space and consumable or technical resources are available by close relation to research projects, including some international collaborations and collaborative projects with industrial companies.*
- *The vast majority of the academic staff and also other scientific personnel are highly qualified members of the Associated Laboratory CICECO, with diversified expertise in up to date technologies, mostly related to research lines on advanced materials for industrial applications, materials for information and communication technologies, materials for energy, biomaterials and materials for sustainability. This variety integrates contributions from materials engineering and also support from related areas of materials chemistry and physics of materials.*

12.2. Apresentação dos pontos fracos.

- *Insuficiências no desenvolvimento de competências para a identificação do valor comercial da investigação e*



*protecção de direitos de propriedade intelectual;*

- *Insuficiente desenvolvimento de aptidões para utilizar conhecimentos técnicos e científicos na implementação de novas oportunidades de negócio;*
- *Formação científica menos aprofundada devido à diversidade temática na componente escolar do curso e em virtude de opções por temáticas científicas emergentes ou novas tecnologias;*

#### 12.2. Weaknesses.

- *Insufficient development of skills for identification of commercial value of research results and protection of intellectual property rights.*
- *Insufficient development of capabilities to use technical and scientific knowledge for the effective implementation of new business opportunities.*
- *Lighter scientific and technical education as a consequence of widespread variety of topics, and due to preference for emerging scientific trends or new technologies.*

#### 12.3. Apresentação das oportunidades criadas pela implementação.

- *Os objectivos do curso, competências a adquirir e formato de formação permitem o alargamento da base de recrutamento de estudantes, com formação diversificada e com proveniência geográfica alargada. Indicadores actuais sugerem a probabilidade de candidaturas de países lusófonos, América Latina, países do leste europeu e países asiáticos;*
- *A diversificação da formação de base dos estudantes de posgraduação cria condições altamente favoráveis à interdisciplinaridade, à identificação atempada de novas áreas ou temáticas técnico-científicas emergentes e ao desenvolvimento rápido das respectivas competências;*
- *Os projectos em colaboração com empresas facilitam a adequação a necessidades de desenvolvimento de novos produtos ou novos processos, incluindo tecnologias mais sustentáveis.*
- *A experiência mostra que a formatação de projectos em colaboração com empresas é um excelente meio de integração de diplomados nos quadros de empresas.*

#### 12.3. Opportunities.

- *The objectives of this degree, expected outcomes and format of scientific education enhances prospects for wider ranges of candidates, with a variety of previous higher education and also with diversified geographic origin. Existing indicators suggest good prospects for students from Portuguese speaking countries, Latin America, East Europe and some Asian countries.*
- *The diversity of previous education of candidate students favours interdisciplinarity, and contributes to detection of new areas and emerging technical or scientific topics, and to development of rapid expertise in those topics.*
- *Projects in collaboration with companies facilitate definition of dissertation topics aiming development of new products or processes, including sustainable technologies.*

#### 12.4. Apresentação dos constrangimentos ao êxito da implementação.

*A implementação de um curso de elevada qualidade poderá ser afectada por uma diversidade de factores, com ênfase na sustentabilidade do curso, atracção de estudantes e empregabilidade:*

- *sub-financiamento da formação universitária baseada investigação experimental, dependência dos financiamento de projectos para as dissertações; dificuldades de renovação da infraestrutura científica e incertezas na renovação dos recursos humanos e precaridade de vínculo de investigadores;*
- *decréscimo dos números de candidatos à formação universitária em virtude do aumento de custos para os próprios ou suas famílias;*
- *riscos de desindustrialização do país, diminuindo as vantagens da formação com ligação a empresas e afectando as expectativas de emprego altamente qualificado após a formação universitária.*

#### 12.4. Threats.

*Implementation of the expected high quality degree might be affected by a variety of constraints and adverse factors, with negative impact on sustainability, attraction of students and employability of graduated students, namely:*

- *Insufficient funding for higher education based on experimental research, dependence of MSc dissertation on project funding, foreseeable difficulties in the substitution of supporting scientific infrastructure, and great uncertainties concerning academic and research staff;*
- *Risks of shrinking number of applicants due to rising costs for the candidates or their families;*
- *Risks of shrinking industrial activity in Portugal, with negative impact on the benefits of collaborations with companies, and also by decreasing the expectations of highly qualified job opportunities.*

#### 12.5. CONCLUSÕES

*A presente proposta satisfaz os objectivos de dotar os futuros mestres das necessárias competências na especialidade de processamento cerâmico, necessárias para o correcto funcionamento das unidades industriais do sector e para perspectivar caminhos de inovação, com base numa longa experiência em tecnologias de altas temperaturas. A UA mantém-se como um dos poucos centros de “saber” e “saber fazer” materiais cerâmicos e o curso será fundamental para assegurar condições de suporte ao tecido empresarial que ajudem a desenhar*

*produtos de maior valor acrescentado, em alternativa à inundação dos mercados pela produção em massa proveniente de países.*

*É uma oferta que busca a Internacionalização, em termos de público-alvo de formandos como já ocorreu no passado recente, mas também em termos de mercado do produto a gerar (formação e colaboração com empresas que têm no mercado externo a aposta de futuro).   crível admitir manter os levados índices de empregabilidade atingidos no passado.*

*A opção pelo modelo de derivação em especialidade a partir da formação em Engenharia de Materiais permite poupar recursos, materiais e humanos, dotando os formandos de conhecimentos transversais no domínio de Ciência e Engenharia de Materiais. Esta simbiose acrescenta   formação conteúdos multidisciplinares e permite o desenvolvimento de novas funcionalidades dos materiais cerâmicos (ex. autolimpeza, anti-bactericida) ou tecnologias sustentáveis, partindo de actividades de I&D para inovação e diferenciação. O modelo de derivação em h faculta aos candidatos mais motivados uma escolha num fase mais tardia do processo formativo, sem afectar a oferta de um “core” de formação de especialidade compatível com as exigências da mesma. Merece realce a aposta no processo industrial, na forma de uma disciplina específica e, sobretudo, no âmbito do projecto/estágio correspondente   dissertação. Este já é um factor de atractividade para estudantes estrangeiros (p.e América latina).*

*Relativamente à formação anterior, opta-se pelo incremento de formação nas áreas de tecnologia e processamento de materiais, em detrimento da oferta multidisciplinar. Há o reconhecimento da necessidade de dotar os futuros mestres em Engenharia de Materiais de conhecimentos mais específicos nas propriedades e tecnologia ou processo, para que se cumpram os objectivos formativos e se atinjam as competências enumeradas. Mant m-se em formação complementar, considerados adequados e em áreas disciplinares distintas.*

*O corpo docente tem elevada formação acad mica e científica, decorrente da sua filiação no Laboratório Associado CICECO com classificação de excelente e que integra o núcleo central da Engenharia de Materiais na UA e áreas afins de química e física de materiais. A participação de investigadores não docentes do CICECO reforça as vertentes científica e de inovação.*

## 12.5. CONCLUSIONS

*The present degree proposal is suitable to build the required competence on ceramic processing, needed for correct operation of industrial units in this sector, and to add innovation based on a long term experience in high temperature technologies. UA is still one of the very few research centres with high expertise in ceramic materials, combining “knowledge” and “know how to do”, which will be crucial for the development of new value added products, competing in global markets mostly dominated by low grade mass production from emerging economies. This degree is aimed at a combination of students from Portugal and abroad, to sustain its education purposes and also for its potential impact on markets for Portuguese ceramic products, based on close connection between R&D training activities within our educational project and industries with large share of production for export or activities abroad.*

*The option for specialization based on a general basis in materials engineering (h-type educational model) allows one to attain rational use of academic staff as well as other personnel and other resources. It will also provide knowledge and skills in broader areas of materials science and technology; this adds multi-disciplinarity and ability to seek innovation or differentiation based on R&D, and the development of new functionalities on classical materials (self cleaning, anti-bacteriologic function, ...) or sustainable new technologies.*

*The h-type educational model allows motivated candidates to select specialization on ceramic process at a relatively late stage of their academic education, without undue effects on the core of the main topics and development of required skills. It is worth mentioning the importance ascribed to the industrial process, both as a separate topic and for its impact on the project or industrial stage, which corresponds to the most common final dissertation. This alternative training model is already attracting students from abroad (e.g. Latin America). The actual proposal also differs significantly from the previous degree, namely by giving stronger emphasis on materials technologies and processing, and lowering the multidisciplinary offer. One realizes that new MSc graduates should attain better knowledge on materials properties and technologies, including strong basis on processing, to meet the stated outcomes. Still, the educational project retain a significant component in other disciplinary areas.*

*The academic staff has sound academic and scientific standing, based on their affiliation to the Associated Laboratory CICECO, ranked excellent. CICECO integrates the core of materials engineering at UA and combines this with excellence in related areas of materials chemistry and physics. Participation of other young researchers from CICECO also contributes to a diversified scientific support for training and innovation.*