

NCE/16/00043 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

Apresentação do pedido

Perguntas A1 a A4

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

A1.a. Outras Instituições de ensino superior / Entidades instituidoras:

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

A3. Designação do ciclo de estudos:
Engenharia de Materiais

A3. Study programme name:
Materials Engineering

A4. Grau:
Mestre (Ml)

Perguntas A5 a A10

A5. Área científica predominante do ciclo de estudos:
Engenharia de Materiais

A5. Main scientific area of the study programme:
Materials Engineering

A6.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos (3 dígitos), 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 (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:
NA

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

A7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:
300

A8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL-74/2006, de 26 de Março):
10 semestres

A8. Duration of the study programme (art.º 3 DL-74/2006, March 26th):

10 semesters**A9. Número máximo de admissões:****25****A10. Condições específicas de ingresso:****Matemática A + Física e Química***Classificação mínima de 10.0 valores (100 pontos) em cada prova de ingresso.**Classificação mínima de 12.0 valores (120 pontos) para a nota de candidatura, calculada com pesos de 50%, quer para a classificação final do ensino secundário, quer para as provas de ingresso (disciplinas específicas).**A nota de candidatura (NC) é calculada utilizando um peso de 50% para a classificação do Ensino Secundário (MS) e um peso de 50% para a classificação das provas de ingresso (PI).**Fórmula de Cálculo da Nota de Candidatura: $NC = MS \times 50\% + PI \times 50\%$ (ou seja, média aritmética da classificação final do Ensino Secundário e da classificação das provas de ingresso).***A10. Specific entry requirements:****Mathematics A + Physics and Chemistry***Minimum grade of 10.0 values (100 points) in each admittance examination.**Minimum grade of 12.0 values (120 points). The application grade (AG) is calculated by using a weight of 50% for the classification of Secondary Education (MS) and a weight of 50% for the classification of the admittance exams (EE). – Formula for calculating the Application Grade: $AG = MS \times 50\% + EE \times 50\%$ (that is, arithmetic average of the final classification of Secondary Education and the classification of the admittance exams).***Pergunta A11**

Pergunta A11**A11. Percursos alternativos como ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):****Não****A11.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento (se aplicável)****A11.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento, em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches, options, specialization areas of the master or specialities of the PhD (if applicable)****Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento:****Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD:**

<sem resposta>

A12. Estrutura curricular

Mapa I -**A12.1. Ciclo de Estudos:****Engenharia de Materiais****A12.1. Study Programme:****Materials Engineering****A12.2. Grau:**

Mestre (MI)**A12.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):****<sem resposta>****A12.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):****<no answer>****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 Mínimos Optativos* / Minimum Optional ECTS*
Todas as áreas científicas do IST/All scientific areas of IST	TAC	30	18
Projecto Mecânico e Materiais Estruturais/Mechanical Project and Structural Materials	PMME (0-12 ECTS opção)	42	0
Ambiente e Energia/Environment and Energy	AE (0-12 ECTS opção)	6	0
Tecnologia Mecânica e Gestão Industrial/Manufacturing and Industrial Management	TMGI (0-6 ECTS opção)	18	0
Mecânica Estrutural e Computacional/Computational Structural Mechanics	MEC	6	
Controlo, Automação e Informática Industrial/Control, Automation and Industrial Informatics	CAII (0-6 ECTS opção)		0
Mecânica Aplicada e Aeroespacial/Applied Mechanics and Aerospace Engineering	MAA	6	
Ciências de Engenharia Química/Chemical Engineering Sciences	CEQ (0-6 ECTS opção)	42	0
Síntese, Estrutura Molecular e Análise Química/Synthesis, Molecular Structure and Chemical Analysis	SEMAQ	6	
Engenharia de Processos e Projecto/Processes and Project Engineering	EPP	12	
Química-Física, Materiais e Nanociências/Chemistry-Physics, Materials and NanoSciences	QFMN	54	
Física da Matéria Condensada e Nanotecnologia/Condensed Matter Physics and nanotechnology	FMCNano (0-6 ECTS opção)		0
Matemáticas Gerais/Basic Mathematics	MatGer	27	
Lógica e Computação/Logics and Computing	LogComp	6	
Físicas e Tecnologias Básicas/Basic Physics and Technologies	FBas	12	
Análise Numérica e Análise Aplicada/Numerical Analysis and applied Analysis	ANAA	4.5	
Probabilidades e Estatística/Probability and Statistics	PE	6	
Engenharia e Gestão de Organizações/Organization Engineering and Management	EGO	4.5	
Ciências Biológicas/Biological Sciences	CB (0-6 ECTS opção)		0
Biomateriais, Nanotecnologia e Medicina Regenerativa/Biomaterials, Nanotechnology and Regenerative Medicine	BNMR (0-6 ECTS opção)		0
Engenharia e Gestão de Sistemas/Systems Engineering and Management	EGS (0-6 ECTS opção)		0
Opção Livre/Free option	OL (0-12 ECTS opção)		0
(23 Items)		282	18

Perguntas A13 e A16**A13. Regime de funcionamento:****Diurno**

A13.1. Se outro, especifique:

<sem resposta>

A13.1. If other, specify:

<no answer>

A14. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Instituto Superior Técnico
Campus Alameda
Av. Rovisco Pais, nº 1
1049 - 001 Lisboa

A14. Premises where the study programme will be lectured:

Instituto Superior Técnico
Alameda Campus
Av. Rovisco Pais, nº 1
1049 - 001 Lisboa

A15. Regulamento de creditação de formação e experiência profissional (PDF, máx. 500kB):

[A15._Regulamento de creditação da UL.pdf](#)

A16. Observações:

No quadro A12.4 "Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau", na coluna relativa à sigla das áreas científicas, indica-se, entre parêntesis o número mínimo e máximo de ECTS correspondentes às UCs de opção dessa área que o aluno poderá escolher.

O total de UCs de opção a realizar pelo aluno é de 18 ECTS, podendo estas ser seleccionadas das áreas científicas indicadas e/ou opções livres (de qualquer área científica do IST).

A inscrição na UC de opção Engenharia de Células e Tecidos requer a frequência prévia da UC de Bioquímica e Biologia Molecular.

Lista de siglas utilizadas no documento:

DEQ – Departamento de Engenharia Química;
DEM – Departamento de Engenharia Mecânica;
IST – Instituto Superior Técnico;
MEMat – Mestrado em Engenharia de Materiais;
LEMat - Licenciatura em Engenharia de Materiais
OE – Ordem dos Engenheiros
QUC - Sistema Qualidade de Unidades Curriculares
UC – Unidade(s) Curricular(es)

A16. Observations:

In Table A12.4 "Scientific areas and credits that must be obtained for the awarding of the degree", in the column related to the acronym of scientific areas, is also indicated in brackets the minimum and maximum number of ECTS corresponding to the optional UCs of that area that the student may choose.

The total number of ECTS in optional UCs is 18, and these may be selected from the UCs indicated in the scientific areas and/or free optional UC (of any scientific area of IST).

The registration in the optional UC Cell and Tissue Engineering requires the previous registration in Biochemistry and Molecular Biology.

List of symbols used in the document:

DEQ – Department of Chemical Engineering;
DEM - Department of Mechanical Engineering;
IST – Instituto Superior Técnico;
MEMat – Master in Materials Engineering;
NEMat - Materials Engineering students association
OE – Ordem dos Engenheiros
QUC - Quality assessment system for the course units
UC – Curricular Unit(s)

Instrução do pedido

1. Formalização do pedido

1.1. Deliberações

Mapa II - Conselho de Escola

1.1.1. Órgão ouvido:
Conselho de Escola

1.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
[1.1.2._CE_extrato ata 2016.pdf](#)

Mapa II - Conselho de Gestão

1.1.1. Órgão ouvido:
Conselho de Gestão

1.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
[1.1.2._CG_Extrato ata 2016.pdf](#)

Mapa II - Conselho Científico

1.1.1. Órgão ouvido:
Conselho Científico

1.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
[1.1.2._CC_Extrato ata 2016.pdf](#)

Mapa II - Conselho Pedagógico

1.1.1. Órgão ouvido:
Conselho Pedagógico

1.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
[1.1.2._CP_Extrato ata 2016.pdf](#)

Mapa II - Reitoria

1.1.1. Órgão ouvido:
Reitoria

1.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
[1.1.2._DespReit n.º 250-2016_Cr_MestInt_Eng.ªMateriais.pdf](#)

1.2. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos

1.2. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos
A(s) respetiva(s) ficha(s) curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa V.
Maria de Fátima Reis Vaz; Maria Amélia Martins de Almeida

2. Plano de estudos

Mapa III - - 1º ano/1º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia de Materiais

2.1. Study Programme:
Materials Engineering

2.2. Grau:***Mestre (MI)*****2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):*****<sem resposta>*****2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):*****<no answer>*****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*****1º ano/1º semestre*****2.4. Curricular year/semester/trimester:*****1 year/1 semester*****2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Álgebra Linear/Linear Algebra	MatGer	Semestral	168	T- 42; TP-21	6	
Cálculo Diferencial e Integral I/Differential and Integral Calculus I	MatGer	Semestral	168	T-42; TP-21	6	
Computação e Programação/Computation and Programming	LogComp	Semestral	168	T-42; TP-21	6	
Química/Chemistry	QFMN	Semestral	168	T-42; TP-7; PL-14	6	
Desenho e Modelação Geométrica/Technical Drawing and Geometrical Modelling	PMME	Semestral	126	PL-63	4.5	
Seminários de Engenharia de Materiais/Seminars on Materials Engineering	PMME	Semestral	42	S-28	1.5	
(6 Items)						

Mapa III - - 1º ano/2º semestre**2.1. Ciclo de Estudos:*****Engenharia de Materiais*****2.1. Study Programme:*****Materials Engineering*****2.2. Grau:*****Mestre (MI)*****2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):*****<sem resposta>*****2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):*****<no answer>*****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*****1º ano/2º semestre*****2.4. Curricular year/semester/trimester:**

1 year/2 semester**2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Cálculo Diferencial e Integral II/Differential and Integral Calculus II	MatGer	Semestral	210	T-56; TP-21	7.5	
Mecânica e Ondas/Mechanics and Waves	FBas	Semestral	168	T-42; TP-14; PL-7	6	
Química Orgânica/Organic Chemistry	SEMAQ	Semestral	168	T-42; PL-21	6	
Introdução à Engenharia de Materiais/Introduction to Materials Engineering	CEQ	Semestral	168	T-42; TP-21	6	
Laboratórios de Engenharia de Materiais/Materials Engineering Laboratories	CEQ	Semestral	126	PL-63	4.5	

(5 Items)

Mapa III - - 2º ano/1º semestre**2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia de Materiais****2.1. Study Programme:
Materials Engineering****2.2. Grau:
Mestre (MI)****2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):
<sem resposta>****2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):
<no answer>****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º ano/1º semestre****2.4. Curricular year/semester/trimester:
2 year/1 semester****2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Electromagnetismo e Óptica/Electromagnetism and Optics	FBas	Semestral	168	T-42; TP-14; PL-7	6	
Análise Complexa e Equações Diferenciais/Complex Analysis and Differential Equations	MatGer	Semestral	210	T-56; TP-21	7.5	
Matemática Computacional/Computational Mathematics	ANAA	Semestral	126	T-42	4.5	
Termodinâmica Química/Chemical Thermodynamics	CEQ	Semestral	168	T-42; TP-21	6	

Ciência de Materiais I/Materials Science I QFMN Semestral 168 T-28; TP-21; PL-21 6
(5 Items)

Mapa III - - 2º ano/2º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia de Materiais

2.1. Study Programme:
Materials Engineering

2.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º ano/2º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
2 year/2 semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Probabilidades e Estatística/Probabilistic and Statistics	PE	Semestral	168	T-42; TP-21	6	
Fenómenos de Transferência/Transport Phenomena	CEQ	Semestral	168	T-42; TP-21	6	
Ciência de Materiais II/Materials Science II	QFMN	Semestral	168	T-28; TP-21; PL-21	6	
Caracterização de Materiais I/Materials Characterization I	QFMN	Semestral	168	T-28; PL-42	6	
Propriedades Físicas dos Materiais/Physical Properties of Materials	QFMN	Semestral	168	T-42; TP-21	6	

(5 Items)

Mapa III - - 3º ano/1º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia de Materiais

2.1. Study Programme:
Materials Engineering

2.2. Grau:

Mestre (MI)

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

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

3º ano/1º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

3 year/1 semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Ciência de Materiais III/Materials Science III	PMME	Semestral	168	T-28; TP-21; PL-21	6	
Caracterização de Materiais II/Materials Characterization II	QFMN	Semestral	168	T-28; PL-42	6	
Mecânica Aplicada/Applied Mechanics	MAA	Semestral	168	T-28; TP-35; PL-7	6	
Materiais Cerâmicos/Ceramic Materials	QFMN	Semestral	168	T-28; TP-21; PL-21	6	
Materiais Poliméricos/Polymeric Materials	EPP	Semestral	168	T-28; TP-21; PL-21	6	
(5 Items)						

Mapa III - - 3º ano/2º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Engenharia de Materiais

2.1. Study Programme:

Materials Engineering

2.2. Grau:

Mestre (MI)

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

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

3º ano/2º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

3 year/2 semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Materiais Metálicos/Metallic Materials	PMME	Semestral	168	T-28; TP-21; PL-21	6	
Materiais Compósitos/Composite Materials	PMME	Semestral	168	T-28; TP-21; PL-21	6	
Mecânica dos Materiais/Mechanics of Materials	MEC	Semestral	168	T-42; TP-14; PL-7	6	
Gestão/Management	EGO	Semestral	126	T-28; TP-21	4.5	
Portfólio em Engenharia de Materiais/Portfolio in Materials Engineering	CEQ	Semestral	42		1.5	
Corrosão e Desgaste/Corrosion and Wear	CEQ	Semestral	168	T-28; TP-21; PL-21	6	
(6 Items)						

Mapa III - - 4º ano/1º semestre**2.1. Ciclo de Estudos:**
Engenharia de Materiais**2.1. Study Programme:**
Materials Engineering**2.2. Grau:**
Mestre (MI)**2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**
<sem resposta>**2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**
<no answer>**2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**
4º ano/1º semestre**2.4. Curricular year/semester/trimester:**
4 year/1 semester**2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Tecnologia de Superfícies e Revestimentos/Surface and Coatings Technology	CEQ	Semestral	168	T-28; PL-42	6	
Modelação em Engenharia de Materiais/Modelling in Materials Engineering	PMME	Semestral	168	T-42; TP-21	6	
Materiais Naturais/Natural Materials	PMME	Semestral	168	T-28; TP-21; PL-21	6	
Tecnologia de Materiais I/Materials Processing I	TMGI	Semestral	168	T-28; TP-21; PL-21	6	

Tecnologia Mecânica/ Mechanical
Processing of Materials
(5 Items)

TMGI

Semestral

168

T-42; TP-14; PL-7 6

Mapa III - - 4º ano/2º semestre

2.1. Ciclo de Estudos: *Engenharia de Materiais*

2.1. Study Programme: *Materials Engineering*

2.2. Grau: *Mestre (MI)*

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

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

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular: *4º ano/2º semestre*

2.4. Curricular year/semester/trimester: *4 year/2 semester*

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Tecnologia de Materiais II/Materials Processing II	EPP	Semestral	168	T-28; TP-21; PL-21	6	
Controle e Gestão da Qualidade/Quality Control and Management	PMME	Semestral	168	T-42; TP-21	6	
Reciclagem e Valorização de Resíduos/Recycling and Valorization of Solid Wastes	AE	Semestral	168	T-28; TP-21; PL-21	6	
Processos de Ligação/Joining Processes	TMGI	Semestral	168	T-42; TP-14; PL-7	6	
Bioquímica e Biologia Molecular/Biochemistry and Molecular Biology	CB	Semestral	168	T-42; PL-21	6	Opção
Biomateriais/Biomaterials	CEQ	Semestral	168	T-28; TP-21; PL-21	6	Opção
Maquinagem/ Metal Cutting	TMGI	Semestral	168	T-42 TP-21	6	Opção
Técnicas de Micro e Nanofabricação/Micro and Nanofabrication Techniques	FMCNano	Semestral	168	T-28; PL-42	6	Opção
Processos Extrativos/Extractive Processes	AE	Semestral	168	T-28; TP-21; PL-21	6	Opção
Opção Livre I/Free Option I	OL	Semestral	168		6	Opção (sujeita à aprovação da coordenação)

(10 Items)

Mapa III - - 5º ano/1º semestre**2.1. Ciclo de Estudos:**
Engenharia de Materiais**2.1. Study Programme:**
Materials Engineering**2.2. Grau:**
Mestre (MI)**2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**
<sem resposta>**2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**
<no answer>**2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**
5º ano/1º semestre**2.4. Curricular year/semester/trimester:**
5 year/1 semester**2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Design e Seleção de Materiais/Materials Selection and Design	CEQ	Semestral	168	T-28; TP-42	6	
Materiais Nanoestruturados e Nanotecnologia/Nanostructured Materials and Nanotechnologies	QFMN	Semestral	168	T-42; PL-21	6	
Materiais Funcionais/Functional Materials	QFMN	Semestral	168	T-42; PL-21	6	
Técnicas de Fabricação Aditiva/Additive Manufacturing Techniques	PMME	Semestral	168	T-28; PL-42	6	Opção
Engenharia de Células e Tecidos/Cell and Tissue Engineering	BNMR	Semestral	168	T-42; TP-21	6	Opção (requer frequência prévia de Bioquímica e Biologia Molecular)
Gestão de Projetos/Project Management	EGS	Semestral	168	T-42; TP-21	6	Opção
Desenvolvimento de Produto e Empreendedorismo/Product Development and Entrepreneurship	PMME	Semestral	168	T-42; TP-21	6	Opção
Desenvolvimento Sustentável/Sustainable Development	AE	Semestral	168	T-28; TP-21; PL-21	6	Opção
Controle e Automação Industrial/Industrial Control and Automation	CAII	Semestral	168	T-42; TP-21	6	Opção
Opção Livre II/Free Option II	OL	Semestral	168		6	Opção (sujeita à aprovação da coordenação)

(10 Items)**Mapa III - - 5º ano/2º semestre****2.1. Ciclo de Estudos:**
Engenharia de Materiais

2.1. Study Programme:
Materials Engineering

2.2. Grau:
Mestre (MI)

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

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

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
5º ano/2º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
5 year/2 semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação em Engenharia de Materiais/Thesis in Materials Engineering (1 Item)	TAC	Semestral	840	E-420; OT-28	30	

3. Descrição e fundamentação dos objetivos, sua adequação ao projeto educativo, científico e cultural da instituição, e unidades curriculares

3.1. Dos objetivos do ciclo de estudos

3.1.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

O Mestrado em Engenharia de Materiais visa formar técnicos e cientistas de elevada qualidade capazes de responder às necessidades atuais e aos desafios económicos, científicos e tecnológicos que se colocam à indústria e à sociedade portuguesas.

O curso tem como objectivo dotar os diplomados de uma formação em Engenharia de Materiais actualizada e abrangente, suportada por uma sólida formação em ciências fundamentais e de engenharia, que lhes permita desenvolver a sua atividade profissional em qualquer sector da indústria ou serviços.

O MEMat visa dotar o aluno da compreensão das relações entre a estrutura (electrónica, cristalográfica, microestrutura) dos materiais, as suas propriedades (mecânicas, térmicas, eléctricas, magnéticas, ópticas, etc.) e os processos de fabrico. Visa ainda dotar o aluno de aptidões não técnicas, como empreendedorismo, metodologias de resolução de problemas, gestão de projetos, trabalho em equipa e liderança, gestão da propriedade intelectual, etc.

3.1.1. Generic objectives defined for the study programme:

The Master in Materials Engineering aims to train technicians and scientists of high quality able to respond to current needs and economic, scientific and technological challenges facing the industry and the Portuguese society.

The course aims to provide its graduates with a updated and in-depth training in materials engineering, supported by a solid grounding in basic sciences and engineering sciences, enabling them to develop their professional activity in any sector of industry or services.

MEMat aims to confer the student the understanding of the relationships between the structure (electronic, crystallographic, microstructure) of the materials, their properties (mechanical, thermal, electrical, magnetic, optical, etc.) and the respective manufacturing processes.

It also aims to provide the student with non technical skills such as entrepreneurship, problem solving methodologies, project management, teamwork and leadership, intellectual property management, etc.

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

Os resultados de aprendizagem (learning outcomes) do Mestrado Integrado em Engenharia de Materiais permitirão aos

alunos adquirir:

- **uma base sólida em todas as áreas de Engenharia de Materiais, através de um curso coerente e que integra uma base de ciência com aplicações práticas e experimentais**
- **prática de análise de projetos de engenharia**
- **competências de expressão oral, escrita e de comunicação**
- **capacidade de tomar decisões racionais**
- **capacidades de gestão, planeamento, organização e trabalho em equipa**
- **capacidades intelectuais de modo a que a aquisição de conhecimentos não se esgote no curso, mas se mantenha ao longo da vida**
- **aptidões de adaptação às empresas e à sociedade**
- **capacidade de integrar conceitos criativos e incorporá-los no projeto de produtos ou processos.**

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

The learning outcomes of the Master in Materials Engineering will enable students to acquire:

- **a solid foundation in all areas of Materials Engineering, through a consistent course that integrates a science basis with practical experimental applications**
- **practice in the analysis of engineering projects**
- **oral expression, writing and communication skills**
- **ability to make rational decisions**
- **management skills, planning, organization and teamwork**
- **intellectual capacities so that the acquisition of knowledge is not exhausted in the course, but is maintained over life**
- **adaptation skills to companies and society**
- **ability to integrate creative concepts and incorporate them into the design of products or processes.**

3.1.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa face à missão da instituição:

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

Nos termos do n.º 2 do mesmo artigo estabelece-se que, no cumprimento da sua missão, o IST:

- *privilegia a investigação científica, o ensino, com ênfase no ensino pós-graduado, e a formação ao longo da vida, assim como o desenvolvimento tecnológico*
- *promove a difusão da cultura e a valorização social e económica do conhecimento científico e tecnológico*
- *procura contribuir para a competitividade da economia nacional através da transferência de tecnologia, da inovação e da promoção do empreendedorismo*
- *efetiva a responsabilidade social, na prestação de serviços científicos e técnicos à comunidade e no apoio à inserção dos diplomados no mundo do trabalho e à sua formação permanente.*

O MEMat contribui para o cumprimento da missão do IST e dos objetivos enunciados. Proporciona formação de elevada qualidade na área da Engenharia de Materiais, promove a ligação entre a universidade e o sector produtivo e a transferência de tecnologia, aplicando os resultados da investigação científica na inovação dos sectores empresarial e público.

O ensino no MEMat é orientado para o desenvolvimento da criatividade do aluno, estimulando-o a pesquisar, cooperar, escrever, expor e a cultivar a excelência.

3.1.3. Insertion of the study programme in the institutional training offer strategy against the mission of the institution:

Under n. 1 of Article 3 of the IST Statutes, approved by Order No. 7560/2009 published in the Diário da República of March 13, 2009, "It is the mission of IST as an institution that wants to be prospective in higher education, to ensure constant innovation and consistent progress of the knowledge society, culture, science and technology, a framework of humanist values."

N. 2 of the same article stipulates that, to fulfill its mission, IST:

- *favours scientific research, teaching, with an emphasis on post-graduate education and long-life training, as well as technological development*
- *promotes the dissemination of culture and the social and economic value of scientific and technological knowledge*
- *seeks to contribute to the competitiveness of the national economy through technology transfer, innovation and entrepreneurship promotion*
- *meets its social responsibility by providing scientific and technical services to the community and supporting the integration of graduates into the labor market and their ongoing training.*

MEMat contributes to the fulfillment of the IST mission and stated objectives. It provides high quality training in the field of Materials Engineering, promotes links between the university and the productive sector and technology transfer, enabling applying the results of scientific research to innovation in the business and public sectors.

Training in MEMat is oriented to the development of student's creativity, encouraging them to research, cooperate, write, present and cultivate excellence.

3.2. Adequação ao projeto educativo, científico e cultural da Instituição

3.2.1. Projeto educativo, científico e cultural da Instituição:

O projecto educativo, científico e cultural do IST enquadra-se nos termos do Artigo 3.º, acima parcialmente transcrito, e do n.º 1 do Artigo 4.º dos Estatutos do IST, que estabelece como atribuições do IST, com vista à realização da sua missão:

- *A realização de actividades de investigação científica e tecnológica, com vista à produção do conhecimento, à inovação, ao apoio ao ensino e à prestação de serviços científicos e técnicos à comunidade*
- *O ensino das matérias necessárias à formação cultural, científica e técnica dos seus estudantes*
- *A organização de cursos de 1.º, 2.º e 3.º ciclos, de especialização, e de formação profissional e aprendizagem ao longo da vida*
- *A concessão ou participação na concessão de graus e títulos académicos, nos termos da lei e dos Estatutos da ULisboa.*

O desenvolvimento do projecto educativo, científico e cultural do IST faz-se no âmbito das suas áreas de actuação as quais abrangem genericamente os domínios da Engenharia, Arquitectura, Ciência e Tecnologia.

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

The educational, scientific and cultural project of IST falls under Article 3 partially transcribed above, and n. 1 of Article 4 of the Statutes of IST, which establishes the duties of the IST, in view of the fulfillment of its mission:

- *The realization of scientific and technological research, for the production of knowledge, innovation, support to education and the provision of scientific and technical services to the community*
- *The teaching of subjects necessary for cultural, scientific and technical training of its students*
- *The organization of courses of 1st, 2nd and 3rd cycles, specialization courses, and training and lifelong learning courses*
- *The granting or participation in the granting of degrees and academic titles under the law and the Statutes of ULisboa.*

The development of educational, scientific and cultural project of IST is done within its areas of activity, which generally cover the fields of Engineering, Architecture, Science and Technology.

3.2.2. Demonstração de que os objetivos definidos para o ciclo de estudos são compatíveis com o projeto educativo, científico e cultural da Instituição:

A importância da Engenharia de Materiais tem crescido nas últimas décadas, com o reconhecimento de que a disponibilidade de novos materiais é essencial para potenciar as autênticas revoluções industriais necessárias para fazer face aos desafios que enfrentam as sociedades contemporâneas e que abrangem os mais diversos sectores da atividade económica. Uma visão moderna da Ciência e Engenharia dos Materiais, perspectivando o futuro, requer uma abrangência de ideias, métodos e técnicas que pressupõe um elevado nível de interdisciplinaridade e abrangência, que tentamos concretizar no plano de estudos proposto.

O curso de Engenharia de Materiais do IST continuará a caracterizar-se por uma formação de largo espectro, com uma distribuição equilibrada do esforço entre os diferentes tipos de materiais e suas tecnologias. O MEMat mantém e reforça esta orientação tirando partido das competências e experiência dos docentes de diversas áreas científicas, que confere aos formados a capacidade para desenvolver a sua atividade profissional em qualquer sector da indústria ou serviços. Esta flexibilidade é única entre as várias formações a nível nacional, sendo uma vantagem competitiva da formação em Engenharia de Materiais do IST.

Visando o IST a excelência na formação académica e científica, a criação do MEMat insere-se completamente no projecto educativo, científico e cultural da instituição, dando resposta adequada às solicitações do país e indo de encontro aos padrões estabelecidos internacionalmente para esta área de conhecimento.

3.2.2. Demonstration that the study programme's objectives are compatible with the Institution's educational, scientific and cultural project:

The importance of Materials Engineering has grown in recent decades, with the recognition that the availability of new materials is essential to enhance the authentic industrial revolutions necessary to meet the challenges facing contemporary societies and that cover the various sectors of economic activity. A modern view of Materials Science and Engineering, foreseeing the future, requires a range of ideas, methods and techniques which requires a high level of interdisciplinarity and scope. This is what we try to achieve in the proposed study plan.

The Materials Engineering course of IST will continue to be characterized by providing a formation of wide spectrum, with a balanced load distribution between the different materials and technologies. MEMat maintains and reinforces this approach by taking advantage of the skills and experience of the teachers involved coming from various scientific fields, which gives graduates the ability to develop their professional activity in any sector of industry or services. This flexibility is unique among the various formations offered at national level, constituting a competitive advantage of the training in Materials Engineering at IST.

Aiming IST at excellence in academic and scientific training, the creation of MEMat with the objectives proposed is totally compatible with the educational, scientific and cultural project of the institution, giving adequate response to the demands of the country and aligning with the standards established internationally for this area of expertise.

3.3. Unidades Curriculares

Mapa IV - Álgebra Linear/Linear Algebra

3.3.1. Unidade curricular:

Álgebra Linear/Linear Algebra

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Luís Pereira de Quintanilha e Mendonça Dias Torres Magalhães (32 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria Esmeralda Rodrigues de Sousa Dias (31 h)

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

Formação básica em Álgebra Linear. Domínio das seguintes matérias: espaços vectoriais, transformações lineares, espaços euclidianos, valores e vectores próprios.

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

Understanding of the basics in Linear Algebra. Knowledge of vector spaces, linear transformations, Euclidean spaces, eigenvalues and eigenvectors.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Resolução de sistemas de equações lineares. Método de eliminação de Gauss. Matrizes e vectores. Inversão de matrizes. Espaços lineares e transformações lineares. Independência linear. Bases e dimensão. Núcleo e contradomínio de uma transformação linear. Aplicações a equações diferenciais lineares. Produtos internos e normas. Bases ortogonais e ortogonalização de Gram-Schmidt. Complementos ortogonais e projecções. Equações de rectas e planos. Mínimos quadrados. Determinantes e aplicações. Valores e vectores próprios. Subespaços invariantes. Diagonalização de matrizes. Transformações hermiteanas, anti-hermiteanas e unitárias. Formas quadráticas.

3.3.5. Syllabus:

Systems of linear equations. Gaussian elimination. Vectors and matrices. Inverse matrices. Linear spaces and linear transformations. Linear independence, bases and dimension. Kernel and range of a linear transformation. Applications to linear differential equations. Inner products and norms, orthogonal bases and Gram-Schmidt orthogonalization, orthogonal complements and projection onto subspaces. Applications to equations of straight lines and planes. Least squares approximations. Determinants and their applications. Eigenvalues and eigenvectors. Invariant subspaces. Diagonalization of matrices. Hermitian, skew Hermitian, and unitary transformations. Quadratic forms.

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

Estudo de tópicos importantes de Álgebra Linear, seleccionados para permitir um estudo tão aprofundado quanto possível das matérias consideradas nos objectivos e possibilitar a respectiva utilização em disciplinas subsequentes

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

Study of important Linear Algebra topics, selected so as to allow an as deep as possible study of the subjects considered in the objectives and to allow the respective use in later courses.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas de larga assistência em anfiteatro, complementadas com aulas práticas de exercícios em grupos menores.

A avaliação combina uma componente de avaliação contínua nas aulas práticas (opcional) e avaliação escrita dividida por 3 testes.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The topics covered in this course are discussed in larger lectures, while students meet to discuss problems and

examples in smaller problem sessions where they can also work in groups.

Evaluation combines grades from the problems session (optional) and 3 written midterm exams.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Método habitual em cursos básicos de matemática universitária.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Usual method in basic courses of undergraduate mathematics.

3.3.9. Bibliografia principal:

Álgebra Linear como Introdução à Matemática Aplicada: L. Magalhães, 1992, Texto Editora

Mapa IV - Desenho e Modelação Geométrica/Technical Drawing and Geometrical Modelling

3.3.1. Unidade curricular:

Desenho e Modelação Geométrica/Technical Drawing and Geometrical Modelling

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:
António Manuel Relógio Ribeiro (21 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Luis Alberto Gonçalves de Sousa (21 h)

Pedro Miguel Amaral (21 h)

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

Desenvolver a capacidade de representação gráfica associada a sistemas e produtos industriais. O aluno no fim da disciplina deverá ser capaz de facilmente produzir e transmitir ideias, conceitos e realizar pequenos projetos utilizando o desenho à mão livre e técnicas de CAD e modelação geométrica.

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

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

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Introdução ao Desenho Técnico. Aspectos gerais: Normas; Escrita; Formatos, esquadria, dobragem, legenda; Linhas e traços; Escalas. Fases do projecto. Filosofias de projecto e desenvolvimento de produto. Engenharia concorrente. Modelos 3D. Trabalho em equipa. Concepção: Esboços, diagramas, esquemas, perspectiva rápida. Criatividade. Raciocínio visual. Restrições de projecto. Estética e ergonomia. Projeções: Tipos; Escolha de Vistas. Cortes e Seções: Representação; Tracejados; Tipos de corte; Representações convencionais; Seções. Cotagem: Elementos; Escolha de cotas; Cotagem de conjuntos. Perspectivas: Tipos; Perspectiva isométrica; Escolha da posição e construção; Cortes. Modelos CAD 3D e paramétricos. Entidades. Operações. Relações geométricas. Superfícies. Visualização de modelos..Obtenção de desenhos. Representação de Componentes. Introdução à documentação de projecto. Desenhos de Produção: Memória descritiva; Desenho de conjunto, peça a peça; Revisão de desenhos.

3.3.5. Syllabus:

1) Introduction to technical drawing. Graphic language. Technical drawing versus artistic drawing. CAD and geometric modelling. 2) General aspects related with technical drawing, 3) Sketching. 4) Multiview Projections. 5) Sectional Views. 6) Dimensioning. 7) Axonometric projections and perspective. 8) Design with CAD tools. 9) Working Drawings. 10) Threads and fasteners. 11) Machine elements. 12) Introduction to geometric and dimensional tolerances 13) Special representations: Welding, Surface textures, piping.

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

Os conteúdos programáticos visam que os alunos desenvolvam competências da linguagem do Desenho Técnico, como instrumento de comunicação em engenharia. Fornecer as regras dessa linguagem com base em normas internacionais para aplicação na representação de projeções, cortes e secções e respetiva cotagem, em desenhos de peças e desenhos de conjunto. Aplicar os métodos de ensino aos mais modernos processos de projeto em engenharia assentes em sistemas de CAD3D. Motivar os alunos no conceito dos projetos de engenharia, desde a fase de análise

do problema à fase de produção, focando particularmente a modelação tridimensional e os desenhos técnicos. Fornecer competências na utilização dos recursos dos sistemas CAD3D.

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

Technical Drawings is a language for engineering communication. International standards are the basis for technical representation of projections, sections and dimensions of part and assembly drawings. The use of the most recent engineering design methodologies based on CAD3d systems is introduced. Encourage the students in the concept of engineering design, from initial analysis of the problem to manufacture phase, with main focus on the 3D modelling and technical drawings. Supply competences on CAD3D system's resources.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino baseado na aplicação de exemplos e prática pelos alunos. Processo de avaliação contínuo com trabalhos realizados totalmente à mão livre nas aulas e em CAD3D com trabalhos fora das aulas. Os trabalhos são avaliados e devolvidos corrigidos aos alunos. Recurso a meios audiovisuais durante as aulas como forma de exemplificar a matéria e aplicações práticas relacionadas com a Engenharia Aeroespacial e áreas afins. Avaliação inclui trabalhos à mão livre em projeções ortogonais, representação usando cortes e secções, cotação de peças e de conjuntos. Além de vários trabalhos em CAD3D, existe um projeto final (individual ou em grupo) onde os alunos têm de modelar (em CAD3D), realizar os desenhos técnicos e a memória descritiva de um produto (novo/modificado/existente) em geral sugerido pelos próprios, consoante os seus interesses e gostos.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Students learn from practical examples and practice. The evaluation is continuous including class works made by hand and homework problems on CAD3D systems. The works are evaluated and returned to the students. The classes use multimedia to show the examples and practical applications related with Aerospace Engineering and close areas. Assessment includes works by hand on projections and views, sections, dimension of parts and assemblies. During the course, students do several CAD3D works, along with a final project (alone or in group) where they must build the CAD3D model of parts and assemblies, obtain the technical drawings and write a memo of a product (a new/modified /existing one) from their personal likes or interests.

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

A unidade curricular está dividida em atividades decorrentes dos capítulos da matéria. Em cada conjunto de aulas dessa matéria são realizados trabalhos de avaliação de conhecimentos, os quais depois de avaliados são devolvidos aos alunos como forma de melhoria dos conhecimentos. Os trabalhos em CAD3D são de sistemas/produtos reais permitindo aos alunos tomar contacto os procedimentos e metodologias de desenvolvimento de produto, de projecto e de fabrico de produtos e componentes, assuntos que são abordados em detalhe em unidades curriculares posteriores.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The course is divided in activities according the chapters of the course. For each chapter of the course a set of works with assessment are performed. After the assessment, the works are returned to the students as a way for their learning process.

The evaluation works carried out with CAD3D are from real products/systems allowing the students to an initial contact with methodologies of product development, design and manufacturing, which are analysed in detail at forthcoming courses.

3.3.9. Bibliografia principal:

Desenho Técnico Moderno, - A. Silva, J. Dias, C. T. Ribeiro, L. Sousa, 2005, ISBN 972-757-337-1

Desenho Técnico,, L. Veiga da Cunha, 2004, 11ª Edição, Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

Desenho Técnico Básico, Vol. III, Simões Morais, 0000, Porto Editora

Technical Drawing, F. E. Giesecke et al, 2000, 11th Edition, Prentice Hall, 2000.

Mapa IV - Química/Chemistry

3.3.1. Unidade curricular:

Química/Chemistry

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Joao Luis Alves Ferreira da Silva (63 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

n.a.

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

A disciplina pretende dotar o aluno com a capacidade de compreensão da estrutura, propriedades e transformação da matéria em geral. Essa capacidade assenta no conhecimento de como e porquê os átomos se combinam, formando compostos (Ligação Química), e de como é possível deduzir as respectivas propriedades, a partir da sua composição e estrutura (Relações Estrutura-Propriedade). Pretende-se que o aluno seja capaz de analisar igualmente a reactividade desses compostos com base em grandezas termodinâmicas, conseguindo prever a evolução dos principais tipos de equilíbrios químicos.

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

The course aims at providing the student with the capability of understanding the relations between chemical structure and properties of materials in general. This capability will be based on the knowledge of how and why atoms combine to form substances (Chemical Bonding), and how the properties of these substances can be inferred from their composition and structure (Structure-Property Relationships). It is intended that the student is able to also examine the reactivity of these compounds based on thermodynamic quantities, managing to predict the evolution of the main types of chemical equilibria.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Dualismo Onda-Partícula: Efeito foto-eléctrico; Hipótese de de Broglie; Electrão na Caixa de Potencial. Modelo Quântico: Átomo de H: orbitais atómicas; Átomos Polieletrónicos: Carga nuclear efetiva; Regras de preenchimento. Propriedades periódicas: Energia de Ionização; Afinidade Electrónica; Raio atómico; Eletronegatividade e Ligação Química. Ligação Covalente. a) Teoria da Repulsão dos Pares Electrónicos da C. de Valência. b) TOM. Moléculas Diatómicas Homo e Heteronucleares. c) Modelo da TEV. Hidrocarbonetos; Grupos Funcionais; Deslocalização de Orbitais; Cristais Covalentes; Compostos de Coordenação. Forças Intermoleculares e efeito nas Propriedades de Compostos Moleculares. Introdução aos Polímeros. Ligação Metálica e Iónica: TOM e Teoria de Bandas; Propriedades Eléctricas dos compostos; Energia de Coesão e de Rede. Funções de estado; Potencial Químico, Quociente de Reação. Equilíbrio químico: Constante de eq. Reações Ácido-Base, de Dissolução-Precipitação e Redox. Electroquímica.

3.3.5. Syllabus:

Dualism Wave-Particle. Effect photo-electric; Hypothesis de Broglie; Electron in the potential box. Quantum Model: the H Atom: atomic orbitals; Polielectronic Atoms: effective nuclear charge; Fill rules. Periodic properties: Ionization Energy; Electronic Affinity; atomic radius; Electronegativity and Chemical Bonding. Covalent bonding. a) Repulsion Theory of Electronic pairs in the valence layer. b) TMO. Homo and heteronuclear diatomic molecules. c) Model of VTE. Hydrocarbons; Functional groups; Delocalization of orbitals; Covalent crystals; Coordination Compounds. Intermolecular forces and effect on Molecular Compounds Properties. Introduction to Polymers. Metallic and ionic bondings: TMO and Band Theory; Electrical properties of compounds; Cohesion and Network Energies. State functions; Chemical Potential, Reaction ratio. Chemical equilibrium: Equilibrium constant. Acid-base, dissolution-precipitation and Redox reactions. Electrochemistry.

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

Numa primeira parte da cadeira os alunos estudam as propriedades dos átomos, cujo conhecimento irão utilizar posteriormente na abordagem a vários tipos de Ligação Química (covalente, metálica e iónica). Não só quando estudam estes tipos de ligação, mas também quando são confrontados com a matéria relativa a forças intermoleculares e polímeros, eles estudam o relacionamento entre Estrutura e Propriedades dos Materiais. Finalmente os condicionalismos que estão por trás das Transformações químicas são abordados em capítulos sobre termodinâmica e equilíbrio químico.

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

Initially the students are introduced to atomic properties, to acquire knowledge that they will use on the approach to several types of Chemical bonds (covalent, metallic and ionic). Not only when they study these types of bonding, but also when they learn about intermolecular interactions and polymers, they are introduced to the relationship between Structure and Material Properties. Finally the basics on Chemical Transformations are obtained on chapters about thermodynamics and chemical equilibrium.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas (3h/semana) com recurso a PowerPoint e outros recursos multimédia (sempre que necessário). Aulas de problemas demonstrativas (1h/semana), com uma selecção dos exercícios-tipo mais relevantes para a matéria estudada. Aulas de laboratório (2h de 2 em 2 semanas) com módulos experimentais de espectroscopia, solubilidade, reacções redox e corrosão.

Avaliação por 3 testes + 1 exame ou 2 exames.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical Classes (3h/week) using PowerPoint and other multimedia resources (whenever necessary).

Exercise Classes (1h/week) with a selection of the most relevant exercises for the program proposed. Laboratory classes (2h every two weeks) including modules on spectroscopy, solubility and intermolecular contacts, redox reactions and corrosion.

The students can choose to be evaluated by 3 tests and 1 exam or 2 exams.

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

As aulas teóricas são fundamentais para a aprendizagem de todos os temas necessários para As aulas teóricas são fundamentais para a aprendizagem de todos os temas necessários para o cumprimento dos objectivos desta cadeira. A utilização de PowerPoint e outros recursos multimédia nestas aulas adequa-se à natureza da matéria ensinada, visto que existe uma grande componente visual nos temas abordados, em particular no que diz respeito à Ligação Química e à Relação Estrutura-Propriedades. Embora parte da avaliação da disciplina vá incidir sobre estes mesmos conceitos teóricos, eles irão igualmente ser utilizados na resolução de problemas de índole mais prática e que envolvem muitas vezes o recurso a cálculos auxiliares, pelo que as aulas de problemas são fundamentais para o sucesso escolar dos alunos; estas aulas são demonstrativas devido ao reduzido tempo (1h semana) disponibilizado para a realização das mesmas. As aulas de laboratório constam da realização de 5 módulos experimentais: 2 relacionados com propriedades espectroscópicas de compostos covalentes e que ilustram algumas das situações teóricas expostas nas Teorias da ligação covalente, 1 módulo de solubilidade relacionado com as interações entre moléculas covalentes e 2 módulos (1 de reacções redox e outro de corrosão) correspondente às Transformações Químicas.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Theoretical classes are fundamental in the learning process of all the subjects involved in all the learning outcomes of this curricular unit. The use of PowerPoint and other multimedia resources in these classes is necessary due to the nature of the subjects involved, because there is a large visual component, particularly in subjects related to Chemical Bonding and Structure Properties relationships. Although part of the evaluation will be focused on the same theoretical concepts, they will also be used in solving more practical examples that will need auxiliary calculations, so practical (exercise) classes will also be fundamental for the students success; the demonstrative nature of these classes is conditioned by the short time (1h/week) allocated to them. Laboratory classes include 5 modules: 2 on spectroscopic properties of covalent compounds, that illustrate some of the theoretical situations related to Covalent Bond theories, 1 on solubility based on intermolecular interactions between covalent molecules and 2 modules (1 on redox reactions and another on corrosion) corresponding to Chemical Transformations.

3.3.9. Bibliografia principal:

Apontamentos Teóricos de Química, corpo docente,

Problemas de Química, corpo docente,

Guia de Laboratório de Química, corpo docente

Química, R. Chang (Trad. JJ Moura Ramos, M.N. Berberan e Santos, A. C. Fernandes, B. Saramago, Eduardo J.N. Pereira, J. F. Mano), 1994, McGraw-Hill

Mapa IV - Seminários de Engenharia de Materiais/Seminars on Materials Engineering

3.3.1. Unidade curricular:

Seminários de Engenharia de Materiais/Seminars on Materials Engineering

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Pedro Miguel Amaral (28 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

n.a.

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

A disciplina tem como objectivo ajudar o aluno a compreender o que é a Engenharia de Materiais e as suas áreas de

intervenção, qual a sua importância no desenvolvimento científico e tecnológico bem como o seu impacto socioeconómico. Destina-se ainda dar a conhecer as funções que um Engenheiro de Materiais pode desempenhar, qual o seu papel numa empresa e num ambiente de trabalho.

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

The course aims to help students understand what is Materials Engineering and its areas of activity, what is its importance in scientific and technological development as well as its socio-economic impact. It is also intended to illustrate the functions that a Materials Engineer can play, what is the role of a materials Engineer in a company and in a working environment.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

O programa da disciplina desenvolve-se na forma de seminários motivadores por ex-alunos a desenvolver a sua atividade profissional em vários sectores.

3.3.5. Syllabus:

The course syllabus is developed in the form of motivation seminars given by former students developing their professional activity in various sectors.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos dos conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this UC, all the syllabus points (in 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to achieve the learning outcomes described in 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são na forma de um seminário semanal e a avaliação será sob a forma de uma monografia escrita seguida da respectiva apresentação pública.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Classes will take the form of a weekly seminar and evaluation will be in the form of a written monography followed by the respective public presentation.

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

O ensino presencial de Seminários de Engenharia de Materiais baseia-se quase exclusivamente na componente de exposição oral com indicação de material para consulta e pesquisa.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodology followed in Seminars on Materials Engineering is based on oral presentations in which references/bibliography are indicated for further reading and research by the students.

3.3.9. Bibliografia principal:

Qualidade Total de Recursos Humanos: B. Base e C. Cooper 2000, Editorial Presença

Mapa IV - Química Orgânica/Organic Chemistry

3.3.1. Unidade curricular:

Química Orgânica/Organic Chemistry

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Dulce Elizabete Bornes Teixeira Pereira Simão (42 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Joao Luis Alves Ferreira da Silva (7 h)

José Armando Luísa da Silva (7 h)

Maria Amelia Loureiro dos Santos Seabra (7 h)

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

Proporcionar aos alunos uma visão dos conceitos fundamentais e da metodologia de base em Química Orgânica. Prever e utilizar tecnicamente as propriedades dos compostos orgânicos. Mostrar diferentes técnicas experimentais. Os conhecimentos por parte dos alunos, da estrutura e comportamento das diferentes classes de compostos orgânicos, permite-lhes a resolução de inúmeros problemas que vão desde a identificação de compostos orgânicos, à síntese de novos materiais ou transformação dos já existentes. Permite-lhes também uma melhor compreensão dos fenómenos ambientais e biológicos ao nível molecular.

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

Providing the students with an understanding of the basic concepts and methodologies in Organic Chemistry, aiming at the rationalization of the structural and mechanistic features underlying the reactions of organic compounds. Illustrate the main features of some important experimental techniques. The students should be able to resolve several problems, as the identification of organic compounds to the synthesis of new materials or transformation in others. Employ the expertise acquired to analyze environmental and biological phenomena on molecular level.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Estrutura Electrónica e Molecular. Deslocalização electrónica. Híbridos de ressonância. Nomenclatura de compostos orgânicos. Reacções orgânicas, mecanismos, termodinâmica e cinética. Reacções ácido-base. Factores que afetam a acidez e basicidade. Estereoquímica. Moléculas quirais. Análise conformacional. Halogenação de alcanos. Usos de halogenetos de alquila: pesticidas, CFC e PVC. Reacções de Substituição nucleófila alifática e eliminação. Reactividade de ligações π . Reacções de adição electrófila a alcenos. Polímeros vinílicos. Dienos conjugados e sua polimerização. Poliisopreno, borracha natural. Compostos aromáticos. Reacções de substituição electrófila e nucleófila aromática. Resinas fenol-formaldeído, Policlorofenóis, Dioxinas. Reactividade de Compostos de Carbonilo Aldeídos e cetonas. Ocorrência natural e reactividade de ácidos carboxílicos e derivados. Poliésteres e poliamidas. Aminoácidos e proteínas.

3.3.5. Syllabus:

Electronic and Molecular Structure Hybridization. Electronic deslocalization. Resonance hybrids. Nomenclature of organic compounds. Organic Reactions, mechanisms, thermodynamics and kinetics. Acid-base reactions. Factors affecting acidity and basicity. Stereochemistry. Chiral molecules. Conformational analysis. Alkanes Halogenation. Uses of alkyl halides: pesticides, CFC and PVC. Nucleophilic Substitution and Elimination reactions. π bonds reactivity. Electrophilic addition reactions to alkenes. Vinylic polymers. Conjugated dienes and polymerization. Polyisoprene, natural rubber. Aromatic Compounds. Electrophilic and nucleophilic aromatic substitution. Phenolformaldehyde resins, polychlorophenols and dioxines. Carbonyl Compound Reactivity of Aldehydes and ketones. Carboxyl Compound Reactivity. Carboxylic acids and derivatives. Carboxylic acids in nature. Nucleophilic Substitution reactions to carbonyl group. Polyesters and polyamides. Amino acids, and proteins.

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

Os estudantes começam por entrar em contacto com os conceitos fundamentais da estrutura atómica e molecular e sua importância nos compostos orgânicos. Em seguida é necessário tecer considerações sobre nomenclatura de compostos orgânicos e finalmente conhecer as principais reacções de compostos orgânicos originando uma base de conhecimento para a compreensão da química orgânica, complementada com a realização de trabalhos experimentais.

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

The students are first introduced to fundamentals concepts of atomic and molecular structure and their relevance to organic compounds. Following that is necessary consideration of nomenclature and the major types of reactions of organic compounds. It also provides a basis for understanding the variety of Organic Chemistry that is part of the accompanying organic laboratory.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Parte teórica : exame final ou dois testes sendo um a meio do semestre e outro no fim (nota mínima em cada um dos testes 8,5 valores).

Parte prática : realização no laboratório de 4 trabalhos práticos (5 sessões) e entrega de um pré-relatório e um relatório por cada trabalho. Discussão breve de todos os trabalhos no final do semestre.

Nota final : 2/3 parte teórica + 1/3 parte prática (laboratório). Serão aprovados os alunos que obedeçam às duas condições simultâneas "nota teórica" $\geq 9,5$ e "nota prática (laboratório)" ≥ 10 .

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical component (T): final examination or two tests. The first test is in the middle of the term and the second one at the end of the term. The minimum grade in each of the tests is 8.5/20)

Experimental component (L): laboratory performance (four experiments, five classes), the corresponding written reports and their oral discussion with the instructor.

Final grade : $\frac{2}{3} T + \frac{1}{3} L$. The minimum grade in either T or L is 10/20.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Esta metodologia de ensino, com dois testes, permite a obtenção de bons resultados por parte dos alunos que evitam os exames finais.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
This teaching method with two tests allows obtaining good marks and avoiding final examination.

3.3.9. Bibliografia principal:

Organic Chemistry: G.Solomons, C.Fryhle, 2003, 8th ed., John Wiley & Sons

Organic Chemistry: K.P.C.Volhardt and N.E.Shore, 1999, 3rd. ed., W.H. Freeman

Virtual Textbook of Organic Chemistry: W. Reusch 2005 .

Exercícios de Química Orgânica: Pedro Paulo Santos, Dulce Simão e João Paulo Telo, 2015, ISTPress

Química Orgânica: Pedro Paulo Santos, 2011, Vol 1, ISTPress

Química Orgânica: Pedro Paulo Santos, 2013, Vol. 2, ISTPress

Mapa IV - Introdução à Engenharia de Materiais/Introduction to Materials Engineering

3.3.1. Unidade curricular:

Introdução à Engenharia de Materiais/Introduction to Materials Engineering

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria Amélia Martins de Almeida (33 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria de Fátima Reis Vaz (30 h)

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

O objectivo da disciplina é permitir ao aluno adquirir uma visão global da Engenharia de Materiais, seus métodos e campo de aplicação, incluindo estrutura e propriedades dos materiais, métodos de processamento e transformação de materiais e principais classes de materiais e suas propriedades: metais, polímeros, semicondutores, cerâmicos e compósitos.

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

The aim of the course is to allow the student to acquire an overview of Materials Engineering, its methods and scope, including the structure and properties of materials, processing methods and materials processing and main classes of materials and their properties, metals, polymers, semiconductors, ceramics and composites.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Introdução. Classes de materiais e suas propriedades. Ligação química e sua influência nas propriedades dos materiais. Estrutura cristalina e defeitos cristalográficos. Planos e direções cristalográficos. Métodos de caracterização estrutural de materiais: microscopias óptica e electrónica de varrimento e transmissão. Difração de raios-X. Propriedades mecânicas: curvas tensão-deformação e ensaio de tração. Ensaio de dureza. Mecanismos de deformação plástica de materiais mono e policristalinos, propriedades mecânicas. Endurecimento por refinamento de grão, encruamento e precipitação. Fratura, fadiga e fluência. Diagramas de fases: principais configurações. Diagramas de fases de ligas metálicas e materiais cerâmicos comuns. Regras de leitura dos diagramas de fases. Ligas Fe-C: transformações de fases; curvas TI e TAC; estrutura e propriedades dos aços e ferros fundidos. Materiais cerâmicos. Polímeros. Métodos de preparação, conformação e transformação de materiais.

3.3.5. Syllabus:

Syllabus: (1000 c)

Introduction. Materials classes and their properties. Chemical bonding and its influence on materials properties. Crystal structure and crystalline defects. Plans and crystallographic directions. Methods for structural characterization of materials: optical microscopy and scanning electron and transmission microscopies. X-ray diffraction. Mechanical properties: stress-strain curves and the tensile test. Hardness tests. Plastic deformation mechanisms of single and

polycrystalline materials, mechanical properties. Grain refinement, strain and precipitation hardening. Fracture, fatigue and creep. Phase diagrams: main configurations. Phase diagrams of common alloys and ceramic materials. Reading rules. Fe-C alloys: phase transformations; IT and CT curves; structure and properties of steels and cast irons. Ceramic materials. Polymers. Methods of preparation, shaping and processing of materials.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Esta unidade curricular visa dar ao aluno uma formação básica introdutória nos vários tópicos da Ciência e Engenharia de Materiais. Os conteúdos programáticos foram desenhados para cobrir aspectos fundamentais desta área do conhecimento, bem como apresentar o estado da arte neste campo de actividade, visando preparar o aluno para a especialização que ocorrerá nas UCs subsequentes.

3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
This course aims to give the student an introductory basic training on the various topics of Materials Science and Engineering. The syllabus is designed to cover key aspects of this area of knowledge, and present the state of the art in this field of activity, in order to prepare the student for the specialization that will occur in subsequent UCs.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A metodologia de ensino baseia-se na apresentação de conceitos, na realização de exercícios de aplicação e na análise e discussão de casos concretos. Esta abordagem permitirá ao estudante desenvolver uma visão global e espírito crítico sobre conceitos básicos e métodos da Ciência e Engenharia de Materiais.

Esta UC funcionará em forte ligação com a UC de Laboratórios de Engenharia de Materiais a funcionar em simultâneo, e que dará o suporte experimental a muitos dos tópicos abordados na UC corrente.

Método de avaliação: 2 testes ou exame final.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):
The teaching methodology is based on the presentation of concepts, the realization of exercises and the analysis and discussion of specific cases. This approach will allow the student to develop a comprehensive and critical thinking vision of basic concepts and methods of Materials Science and Engineering. This course will work in strong connection with UC Materials Engineering Laboratories operating simultaneously, that will give the experimental support to many of the topics covered in the current UC. Evaluation method: 2 tests or final exam.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os métodos de ensino e avaliação foram concebidos de modo a que os estudantes possam desenvolver um sólido conhecimento das matérias leccionadas, garantindo uma desejável abrangência, em conformidade com os objetivos da unidade curricular.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The teaching and evaluation methods have been designed so that the students can develop a solid understanding of the subjects taught, ensuring simultaneously an extended scope, in accordance with the objectives of the course.

3.3.9. Bibliografia principal:
Materials Science and Engineering: an Introduction, William D. Callister, Jr. David G. Rethwisch, 2015, 9th edition, John Wiley & Sons

Mapa IV - Laboratórios de Engenharia de Materiais/Materials Engineering Laboratories

3.3.1. Unidade curricular:
Laboratórios de Engenharia de Materiais/Materials Engineering Laboratories

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:
Maria Amélia Martins de Almeida (33 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:
Maria de Fátima Reis Vaz (30 h)

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

O objectivo desta disciplina é, por um lado, introduzir o aluno às técnicas experimentais elementares de caracterização de materiais e, por outro lado permitir-lhe adquirir experiência de trabalho laboratorial. A articulação desta disciplina com a disciplina de Introdução à Engenharia de Materiais, que decorre simultaneamente, deverá permitir compreender as bases do método científico: a formulação de uma questão baseada na experiência sensível ou numa necessidade individual ou social, a pesquisa de fundamentos, formulação de hipóteses explicativas, a experimentação, análise dos dados experimentais e comunicação dos resultados.

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

The aim of course is, on one hand, to introduce the student to the basic experimental techniques for materials characterization and, on the other hand, to enable him to acquire laboratory work experience. The articulation of this course with the discipline of Introduction to Materials Engineering, which will run simultaneously, will allow an understanding of the foundations of the scientific method: the formulation of a question based on sensory experience or an individual or social need, research for fundamentals, formulation of explanatory hypotheses, experimentation, analysis of experimental data and reporting of results.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

A UC é totalmente realizada em laboratório e constitui suporte experimental para a UC de Introdução à Engenharia de Materiais.

Os trabalhos experimentais propostos devem satisfazer as seguintes condições:

- *Estar relacionados com tópicos leccionados na disciplina de Introdução à Engenharia de Materiais.*
- *Responder a questões práticas facilmente compreensíveis pelos alunos (como aumentar a resistência de um material que não sofre transformações de fases, por exemplo).*
- *Incluir uma pesquisa das leis que regem os fenómenos relevantes (lei de Hall-Petch, no caso anterior).*
- *Incluir uma parte experimental envolvendo preparação de amostras, observação por microscopia óptica, eventualmente difração de raios X, avaliação de propriedades (dureza, ensaio de tração uniaxial).*
- *Incluir a elaboração e apresentação de um relatório.*

3.3.5. Syllabus:

The UC is fully realized in the laboratory and is experimental support for UC Introduction to Materials Engineering.

The proposed experimental work must meet the following conditions:

- *Be related to topics taught in the course Introduction to Materials Engineering.*
- *Responding to practical issues easily comprehensible by students (how to increase the resistance of a material that does not undergo phase transformations, for example).*
- *Include a survey of the laws governing the relevant phenomena (Hall-Petch, in the previous case).*
- *Include an experimental part involving sample preparation, observation by optical microscopy possibly X-ray diffraction, evaluation of properties (hardness, tensile testing).*
- *Include the preparation and submission of a report.*

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

Os conteúdos programáticos leccionados visam satisfazer os objectivos desta unidade curricular que é totalmente realizada em laboratório e constitui o suporte experimental para a UC de Introdução à Engenharia de Materiais. Serão realizados diversos trabalhos experimentais que envolverão a utilização de várias técnicas experimentais elementares de ensaio e caracterização de materiais no sentido de resolver problemas específicos, consolidando a aprendizagem de alguns dos comportamentos, fenómenos ou efeitos estudados na UC de Introdução à Eng. de Materiais.

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

The syllabus aims to meet the objectives of this course which is fully realized in the laboratory and constitutes the experimental support for the course Introduction to Materials Engineering, working simultaneously. Several experimental works will be undertaken by the student that will involve the use of several basic experimental techniques for testing and characterization of materials in order to solve specific problems, consolidating the learning of some of the behaviours, phenomena or effects studied in the Course Introduction to Materials Engineering.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Serão realizados diversos trabalhos práticos que envolverão a utilização de diversas técnicas de ensaio e caracterização de materiais no sentido de resolver problemas específico. O aluno será incentivado a procurar as técnicas e métodos de caracterização e ensaio adequados à resolução de problemas associados ao comportamento específico de um material ou a um fenómeno/efeito estudado na UC de Introdução à Engenharia de Materiais.

Avaliação: Elaboração e apresentação de um relatório escrito.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Several practical works that involve the use of different techniques for testing and characterization of materials driven

by a specific problem-solving approach, will be realized. The student will be encouraged to seek the appropriate techniques and methods of characterization and testing necessary to solve a specific problem or understand a particular behaviour or phenomenon studied in the course of Introduction to Materials Engineering.

Evaluation: Preparation and presentation of a written report.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Esta metodologia permitirá ao aluno aprender as técnicas de preparação de amostras de materiais para estudo microestrutural, químico mecânico, etc., motivado pela resolução de um problema concreto, aprendendo as bases do método científico, as metodologias de trabalho em laboratório, de síntese e apresentação de resultados e sua discussão, permitindo cumprir os objectivos propostos.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
This methodology will allow the student to learn the basic techniques of materials preparation for microstructural study, chemical, mechanical, etc., motivated by solving a specific problem. This will allow the students learning the basics of the scientific method, the working methods in the laboratory, how to synthesize and present results and the respective discussion, enabling achieving the objectives proposed.

3.3.9. Bibliografia principal:

Materials Science and Engineering: an Introduction, William D. Callister, Jr. David G. Rethwisch, 2015, 9th edition, John Wiley & Sons

Making Sense in Engineering and the Technical Sciences, A Student's Guide to Research and Writing, Margot Northey and Judi Jewinski, 2015, 5th edition, Oxford University Press

Metallography - Principles and Practice, Georges, F, Vander Voort, ASM international, 1999

Mapa IV - Termodinâmica Química/Chemical Thermodynamics

3.3.1. Unidade curricular:

Termodinâmica Química/Chemical Thermodynamics

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Eduardo Jorge Morilla Filipe (63 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

n.a.

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

Os alunos deverão ter capacidade para articular a análise microscópica e macroscópica. Deverão poder calcular a variação das propriedades termodinâmicas no decurso de diferentes transformações e de analisar quantitativamente o equilíbrio químico e o equilíbrio de fases.

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

Introduction of concepts and methodologies central to the study of Chemical Thermodynamics. The syllabus will emphasize both macroscopical (classical thermodynamics) and molecular (statistical thermodynamics) perspectives of the subject.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Introdução: perspectiva histórica. Conceitos básicos. A lei zero. Escala de temperatura do gás ideal. Equação de estado dos gases perfeitos. Misturas gasosas ideais. Lei de Dalton. A primeira lei. Processos isotérmicos e adiabáticos. Transformações reversíveis e irreversíveis. Entalpia. Capacidades caloríficas. Calores latente e sensível. A segunda lei. Entropia e processos espontâneos. A máquina de Carnot. Temperatura termodinâmica. Eficiência térmica. A terceira lei. Equações fundamentais da termodinâmica. Energias de Helmholtz e Gibbs. Relações de Maxwell. Equação de Gibbs-Helmholtz. Coeficiente de Joule-Thomson. Termoquímica: temperatura teórica de chama. Calorimetria. Entalpia de formação padrão e entalpia de reação padrão. Leis de Hess e de Kirchhoff. Termodinâmica de Misturas. Gases imperfeitos. Propriedades das substâncias puras. Soluções ideais. Diagramas de fases. Equilíbrio químico.

3.3.5. Syllabus:

Introduction: historical perspective. Basic concepts. The zeroth law of thermodynamics. The ideal gas temperature

scale. The ideal gas equation of state. Ideal gas mixtures. Daltons law. The first law of thermodynamics. Adiabatic and isothermal processes. Reversible and irreversible processes. Enthalpy. Heat capacities. Latent and sensitive heats. The second law. Entropy and spontaneous processes. Carnot heat engine. Thermodynamic temperature. Thermal efficiency. The third law. Fundamental equations of thermodynamics. Gibbs and Helmholtz energies. Maxwell relations. Gibbs-Helmholtz equation. Joule-Thomson coefficient. Thermochemistry. Standard enthalpies of formation and reaction. Theoretical flame temperature. Calorimetry. Hess and Kirchhoffs laws. Thermodynamics of mixtures. Real gases. Properties of pure substances. Ideal solutions. Chemical reaction equilibrium.

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

O programa desta unidade curricular está baseado nos princípios fundamentais da termodinâmica clássica e no desenvolvimento dos conceitos necessários para calcular variações nas propriedades termodinâmicas no decurso de diferentes transformações, para a discutir e analisar o equilíbrio físico e químico, a evolução espontânea dos processos e os factores que os condicionam. O estudo da regra das fases de Gibbs e dos diagramas de fases de substâncias puras e misturas, em diferentes estados físicos e de complexidade crescente, contribuirá para a compreensão e análise de diferentes tipos de diagramas de fase. Estes tópicos são coerentes e essenciais para o alcance dos objectivos propostos.

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

The syllabus of this curricular unit is based on the fundamental laws of classical thermodynamics and in the development of the concepts needed for the calculation of changes on thermodynamic properties, for the comprehension and analysis of the physical and chemical equilibrium, of the spontaneous evolution of the processes and of the factors that may affect them. Besides, the Gibbs phase rule and the phase diagrams of pure substances and mixtures, in different physical states and growing complexity will be studied. These topics are coherent and essential to reach the objectives proposed.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina tem uma componente teórica e uma componente prática de resolução de problemas. Sempre que adequado são apresentados exemplos e resolução de problemas ilustrativos da matéria nas aulas teóricas. Nas aulas de problemas os alunos resolvem problemas depois de feita uma pequena introdução teórica. Os alunos são incentivados a resolver os problemas sósinhos e a tirar dúvidas não só dos problemas da aula mas também dos problemas que são sugeridos como trabalho de casa todas as semanas. Os alunos poderão escolher uma de duas vias de avaliação da unidade curricular: 1) A avaliação pode ser feita através da realização de um exame final escrito, podendo ir a uma ou às duas previstas ; 2) A avaliação pode ser feita por 2 testes (um teste no meio do semestre e o outro na época de exames). Cada teste conta 50% para a nota final, sendo a nota mínima em cada teste de 8,0 valores. Os alunos que não conseguirem a aprovação por testes ainda poderão fazer o exame final na 2ª data de exames.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*The curricular unit has a theoretical and a practical component of problem solving. In the theoretical classes, examples and problems are presented regularly, to illustrate the subjects. In the practical classes the students solve problems, after a short theoretical introduction. The students are encouraged to solve the problems by themselves and the classes are also used to clarify and discuss questions, involving not only the class problems but also, the home-work problems suggested every week. The students may choose one of two ways to be evaluated:
1) A final written exam (two dates available);
2) Two tests (one in the middle of the semester and, the other one, in the end of the semester). Each test counts 50% for the final grade and in each test, the grade can not be smaller than 8/20. The students not approved by tests may go to one final exam (in the last available date).*

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

Os trabalhos de casa e o método de avaliação adoptado têm como objectivo incentivar os estudantes a desenvolverem trabalho independente das aulas, sósinho ou em grupo. A realização de um teste, para os alunos que optem pela via dos testes) a meio do semestre permitirá ao estudante avaliar os conhecimentos e perceber se o método de estudo adoptado é o adequado. A realização de testes ou de um exame final onde serão avaliados os conceitos teóricos e a capacidade do aluno em resolver problemas e a interpretar diagramas de fase são portanto coerentes com os objectivos da unidade curricular.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The adopted teaching methodologies, namely regular home-works, tests and/or the final exam aim to encourage the students to develop work outside classes, either alone or in group. One test in the middle of the semester (for those that choose this evaluation) allows the students to evaluate their knowledge and to understand the suitability of the studying method adopted by them. Therefore, both the teaching methodologies and the learning outcomes, where the theoretical concepts and the ability of the students, to solve problems and to interpret phase diagrams are

evaluated, are coherent with the curricular unit objectives.

3.3.9. Bibliografia principal:

Termodinâmica Aplicada, Edmundo Gomes de Azevedo, 2011, 3ª. Ed., Escolar Editora

Mapa IV - Ciência de Materiais I/Materials Science I

3.3.1. Unidade curricular:

Ciência de Materiais I/Materials Science I

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Luis Filipe da Silva dos Santos (70 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

n.a.

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

Os alunos deverão saber interpretar e analisar as estruturas cristalinas nos diferentes materiais e os respectivos defeitos cristalográficos. Pretende-se fornecer ao aluno uma base sólida para relacionar a estrutura, defeitos e as propriedades dos materiais.

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

Students should know how to interpret and analyze the crystal structures in different materials and their crystallographic defects. It is intended to provide students with a solid foundation to relate the structure, defects and properties of materials.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Importância da estrutura e defeitos cristalográficos em ciência de materiais.

Estruturas cristalinas. Grupos de simetria. Estruturas de cerâmicos e compostos intermetálicos. Soluções sólidas.

Transição ordem-desordem. Determinação da estrutura cristalina.

Defeitos cristalinos. Tipos. Defeitos pontuais. Concentração de lacunas e variação com a T. Deslocações. Teoria elástica. Energia e campos de tensões. Dissociação. Falhas de empilhamento. Interação entre deslocações. Origem e multiplicação de deslocações. Defeitos bidimensionais. Subjuntas de grão. Maclas. Fronteiras de grão. Interfaces entre fases sólidas. Interfaces coerentes, semi-coerentes e incoerentes. Condições de coerência. Teoria de van der Merwe. Observação de defeitos.

Estrutura e defeitos em materiais metálicos, cerâmicos e poliméricos. Relação com as propriedades (deformação plástica e fractura). Mobilidade de deslocações. Sistemas de deslizamento. Deformação de monocristais. Equação de Hall-Petch. Texturas. Maclagem.

3.3.5. Syllabus:

The importance of crystal structure and defects in materials science.

Crystalline structures. Symmetry groups. Structures of ceramic and intermetallic compounds. Solid solutions. Order-disorder transformation. Determination of the crystal structure.

Crystalline defects. Types. Point defects. Vacancies concentration and variation with T. Dislocations. Elastic theory. Energy and stress fields. Dissociation. Stacking faults. Interaction between dislocations. Origin and multiplication of dislocations. Two-dimensional defects. Sub-grain boundaries. Twins. Grain boundaries. Interfaces between solid phases. Coherent, semi-coherent and incoherent interfaces. Conditions of coherence. Van der Merwe theory. Observation of defects.

Crystal structure and defects in metallic, ceramic and polymeric materials. Relationship with the properties (plastic deformation and fracture). Mobility of dislocations. Sliding systems. Deformation of single crystals. Hall-Petch equation. Textures. Twinning.

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

Os conteúdos programáticos estão organizados em três grandes temas (estrutura cristalina dos materiais, defeitos cristalinos e relação da estrutura e defeitos cristalinos com as propriedades dos diferentes tipos de materiais). Esta organização permitirá ao aluno interpretar e analisar as estruturas e os defeitos cristalinos nos diferentes materiais adquirindo as ferramentas necessárias à previsão e interpretação das propriedades dos materiais, dando pleno cumprimento aos objectivos propostos.

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

The syllabus is organized in three major chapters (crystalline structure of materials, crystal defects and relationship between the structure and crystal defects with the properties of the different materials). This organization will allow the student to interpret and analyze the structures and crystal defects in different materials, acquiring the tools necessary for the prediction and interpretation of material properties, in full compliance with the objectives proposed.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os métodos de ensino baseiam-se na transferência de conhecimentos por exposição da matéria em aulas teóricas, complementada com a realização de problemas e com alguns trabalhos experimentais (determinação de estruturas, observação de defeitos).

Avaliação:

Dois opções: testes ou exame final.

Nota mínima de cada teste/exame: 9.5 (numa escala de 20 valores).

O exame final poderá ser utilizado para melhoria de nota, podendo haver repescagem de um dos testes.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methods are based on the transfer of knowledge by exposure of the topics in lectures, complemented with the exercises and some experimental work (structure determination, defects observation).

Assessment:

Two options: tests or final exam.

Minimum grade on each test/exam: 9.5 (in a 0 to 20 scale).

The exam can be used for improving the grades, and one test can be repeated on that date.

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

As metodologias de ensino utilizadas permitem cumprir os objectivos propostos, fornecendo aos estudantes as bases para unidades curriculares futuras.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodologies used allow meeting the proposed objectives and provide with students the foundations for future courses.

3.3.9. Bibliografia principal:

Crystallography and Crystal Defects, Anthony A. Kelly, Kevin M. Knowles, 2nd Edition, 2012, Wiley

Mapa IV - Fenómenos de Transferência/Transport Phenomena

3.3.1. Unidade curricular:

Fenómenos de Transferência/Transport Phenomena

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Vítor Manuel Geraudes Fernandes (63 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

n.a.

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

Os estudantes serão capazes de: converter um problema de transporte num conjunto de equações diferenciais para continuar a análise do problema; calcular a potência mecânica requerida para um dado processo dados os factores de atrito e os coeficientes de perdas; utilizar as teorias cinéticas do transporte para calcular a dependência com a temperatura dos coeficientes de transporte; analisar a transferência de calor unidimensional utilizando equações às derivadas parciais de modo a prever tempos e taxas de arrefecimento e de solidificação; calcular números adimensionais associados com o transporte e utilizá-los para calcular os coeficientes de transporte; analisar a difusão unidimensional utilizando equações às derivadas parciais de modo a prever perfis de concentração em materiais.

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

Students will be able to: convert a transport problem into a set of differential equations for further analysis; calculate

the power requirements for a piping network given data for friction factors and loss coefficients; use kinetic theories of transport to compute the temperature dependence of transport coefficients; analyze one-dimensional solidification using partial differential equations in order to predict cooling rates and solidification times; calculate dimensionless parameters associated with transport and use these to compute transfer coefficients; analyze one-dimensional diffusion using partial differential equations in order to predict concentration profiles in materials.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

PARTE 1: DINÂMICA DOS FLUIDOS. *Propriedades viscosas dos fluidos; Fluxo laminar e a equação da conservação da quantidade do movimento; Fluxos turbulentos e complexos; Aplicações de balanços de energia ao escoamento de fluidos; Produção de vácuo e de fluxos de fluidos.* **PARTE 2 TRANSPORTE DE ENERGIA.** *Lei de Fourier e condutividade térmica dos materiais; Transferência de calor e a equação da conservação da energia; Correlações e dados para coeficientes de transferência de calor; Condução de calor em sólidos; Transferência de calor por radiação.* **PARTE 3: TRANSPORTE DE MASSA.** *Lei de Fick e difusividade dos materiais; Difusão em sólidos; Transferência de massa em sistemas fluidicos; Transferência de massa entre fases diferentes.*

3.3.5. Syllabus:

PART 1: FLUID DYNAMICS. *Viscous properties of fluids; Laminar flow and the momentum equation; Turbulent flow and complex flows; Energy balance applications in fluid flow; Flow and vacuum production.* **PART 2 ENERGY TRANSPORT.** *Fourier's law and thermal conductivity of materials; Heat transfer and the energy equation; Correlations and data for heat transfer coefficients; Conduction of heat in solids; Radiation heat transfer;* **PART 3: MASS TRANSPORT.** *Fick's law and diffusion; Diffusion in solids; Mass transfer in fluid systems; Interphase mass transfer.*

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

Os conteúdos programáticos foram estruturados de forma a alcançar plenamente os objectivos propostos, tendo havido o cuidado de estabelecer uma ligação directa entre os fundamentos teóricos da unidade curricular e o entendimento, explicação e previsão dos fenómenos de transferência envolvidos numa gama alargada de aplicações em que ocorre escoamento de fluidos, transferência de calor ou de massa. Uma estreita ligação entre aulas teóricas e aulas práticas, onde se exemplifica a aplicação dos conceitos teóricos a casos práticos, facilita a assimilação dos conteúdos programáticos pelos alunos.

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

The syllabus was structured to fully achieve the objectives proposed, by carefully establishing a direct link between the theoretical foundations of the curricular unit and the understanding, explanation and prediction of the transport phenomena involved in a broad range of applications with fluid flow, heat or mass transfer. A close connection between theoretical and practical classes, where practical problems are solved or analyzed with recourse to theory, facilitates the assimilation of the syllabus by the students.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina tem uma componente teórica, uma componente prática e uma pequena componente laboratorial. As aulas teóricas são essencialmente de exposição no quadro com recurso eventual a meios de projecção. Nas aulas práticas os alunos resolvem vários problemas que são relevantes tanto do ponto de vista de ilustração dos conceitos teóricos, como do ponto de vista de engenharia. Nas aulas de laboratório, grupos de dois alunos realizam um trabalho sobre perda de carga por atrito em tubos e outro trabalho sobre condução em estado transiente num cilindro metálico.

A avaliação contínua é composta por três testes que (90% da nota), por resolução independente de problemas (5%) e pela realização dos relatórios laboratoriais (5%).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The course has a theoretical component, a practical component and a small laboratory component. The lectures are essentially presented using a black board or with possible use of projection means. In practical classes, students solve several problems that are relevant from the point of view of illustrating the theoretical concepts, as well as from the point of view of engineering. In laboratory classes, groups of two students perform work on pressure loss due to friction in pipes and another work of transient heat conduction in a metal cylinder. Continuous assessment consists of three tests (90% of grade), by independent problem solving (5%) and for conducting laboratory reports (5%).

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

Os métodos de ensino e de avaliação foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento sólido das matérias e sentido crítico. Assim, considera-se essencial que os alunos tenham oportunidade de resolver exercícios práticos representativos que ilustrem a aplicação dos conceitos teóricos. Ao mesmo tempo, ainda há uma componente laboratorial em que os alunos têm a oportunidade de aplicar a metodologia ensinadas a casos reais. Os alunos são encorajados a fazer avaliação contínua, trabalhando independentemente ao longo do

semestre em vários problemas práticos.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The methods of teaching and assessment are designed so that students can develop a solid understanding of the issues and critical sense. Thus, one considers it essential that students must have an opportunity to solve practical exercises, which illustrates the representative application of theoretical concepts. At the same time, there is still a laboratory component in which students have the opportunity to apply the methodology taught to real cases. Students are encouraged to make continuous assessment, working independently throughout the semester in various practical problems.

3.3.9. Bibliografia principal:

Transport Phenomena in Materials Processing: D.R. Poirier, G.H. Geiger, 1994, TMS, Warrendale, PA, USA

Mapa IV - Ciência de Materiais II/Materials Science II

3.3.1. Unidade curricular:

Ciência de Materiais II/Materials Science II

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria Amélia Martins de Almeida (70 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

n.a.

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

O aluno deverá ser capaz de interpretar diagramas de fases, compreender os conceitos fundamentais das transformações de fase (termodinâmica, cinética e difusão), compreender os mecanismos das transformações de fase em materiais e a sua relação com a microestrutura e propriedades resultantes.

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

The student should be able to interpret phase diagrams, understand the fundamental concepts of phase transformations (thermodynamics, kinetics and diffusion), understand the mechanisms of phase transformations in materials and their relationship with the resulting microstructure and properties.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Bases termodinâmicas dos diagramas de equilíbrio: soluções sólidas e compostos. Diagramas de equilíbrio unários e binários. Difusão atômica: mecanismos de difusão em sistemas intersticiais e substitucionais. Mobilidade atômica. Pares de difusão. Caminhos preferenciais de difusão. Solidificação. Nucleação homogénea e heterogénea. Crescimento. Solidificação de ligas monofásicas, eutética e peritética. Solidificação em soldadura. Transformações difusionais em sólidos. Nucleação no estado sólido. Crescimento de precipitados. Cinética. Curvas TTT. Precipitação em ligas metálicas. Coalescência. Decomposição spinodal. Precipitação a partir da Austenite. Precipitação celular. Transformações eutectóides e massivas. Transformações sem difusão. Características. Cristalografia da martensite: transformada de Bain, deformação na formação da martensite. Morfologias da martensite. Transformações martensíticas em ligas de Fe, Ti e ligas de memória de forma. Transformações no revenido de ligas Fe-C.

3.3.5. Syllabus:

Thermodynamic basis of the equilibrium phase diagrams: solid solutions and compounds. unary and binary equilibrium diagrams. Atomic diffusion: diffusion mechanisms in interstitial and substitutional systems. Atomic mobility. Diffusion couples. High diffusivity paths. Solidification. Homogeneous and heterogeneous nucleation. Growth. Solidification of single-phase, eutectic and peritectic alloys. Solidification in welding. Diffusional transformations in solids. Nucleation in solids. Growth of precipitates. Kinetics. TTT curves. Precipitation in alloys. Coalescence. Spinodal decomposition. Precipitation from the Austenite. Cellular precipitation. Eutectoid and massive transformations. Transformations without diffusion. Characteristics. Crystallography of martensite: Bain model, deformation in the formation of martensite. Martensite morphologies. Martensitic transformation in Fe alloys, Ti alloys and shape memory alloys. Transformations during tempering of Fe-C alloys.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, enunciados em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá

constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos dos conhecimentos e competências necessários ao seu cumprimento.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to fulfil the learning outcomes described in point 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da resolução de exercícios e realização de alguns trabalhos experimentais em laboratório.

Avaliação:

Opção 1 - Dois testes (nota mínima em cada teste 8,5 valores)

Opção 2 - Exame final

Na data do exame final poderá haver repescagens de um dos testes.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through problem solving and conducting experimental work in the laboratory.

Assessment:

Option 1 - Two tests (minimum grade on each is 8,5)

Option 2 - Final exam

On the date of the final exam the students may repeat one of the tests.

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

As metodologias de ensino indicadas estão em clara sintonia com os objectivos de aprendizagem a atingir. A utilização de aulas práticas e de aulas de laboratório permitirá consolidar os conhecimentos adquiridos de forma eficaz, dando pleno cumprimento aos objectivos a atingir.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The indicated teaching methodologies are clearly aligned with the defined learning objectives. The use of practical classes and lab classes will enable consolidating the acquired knowledge effectively, in compliance with the objectives to achieve

3.3.9. Bibliografia principal:

Phase Transformations in Metals and Alloys, D.A. Porter and K.E. Easterling, M.Y. Sherif, 3rd Edition, 2009, CRC Press

Mapa IV - Caracterização de Materiais I/Materials Characterization I

3.3.1. Unidade curricular:

Caracterização de Materiais I/Materials Characterization I

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria Amélia Martins de Almeida (50 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Rogério Anacleto Cordeiro Colaço (20 h)

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

O aluno deverá adquirir conhecimentos teóricos e práticos sobre os métodos de caracterização de materiais por difração de raios-X, microscopia óptica, microscopia electrónica de varrimento, microscopia electrónica de transmissão, microscopias de sonda.

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

The student must acquire theoretical and practical knowledge about the methods of materials characterization by X-ray diffraction, optical microscopy, scanning electron microscopy, transmission electron microscopy, probe microscopy.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Difração de raios X. Produção e características da radiação. Detecção. Teoria da difração. Lei de Bragg e eq. Laue. Difractómetros. Indexação de difractogramas. Determinação de parâmetros de rede. Análise quantitativa de sistemas multifásicos.

Microscopia óptica. Transmissão e reflexão. Constituição do microscópio. Técnicas (campo claro, campo escuro, contraste interfer. de Nomarski). Luz polarizada. Microscopia confocal. Aquisição e processamento de imagem. Microscopia electrónica de varrimento. Princípios. Constituição e funcionamento do microscópio. Formação e interpretação das imagens. Contraste. Métodos de observação. Microanálise. Análise qualitativa e quantitativa. EBSD. Microscopia electrónica de transmissão. Princípios. Constituição e funcionamento do microscópio. Contraste. Interpretação de imagens (amorfo e cristalinos). Difração electrónica. Microanálise.

Microscopias de sonda. Princípios. Constituição e funcionamento dos microscópios. Técnicas. Microscopia de força atómica

3.3.5. Syllabus:

X-ray diffraction. Production and radiation characteristics. Detection. Theory of diffraction. Bragg law and Laue equation. Diffractometers. Indexing diffractograms. Determining lattice parameters. Quantitative analysis of multiphase systems.

Optical microscopy. Transmission and reflection. Constitution of the microscope. Techniques (brightfield, darkfield, interference contrast. Nomarski). Polarized light. Confocal microscopy. Image acquisition and processing.

Scanning electron microscopy. Principles. Constitution and operation of the microscope. Image formation and interpretation. Contrast. Observation modes. Microanalysis. Qualitative and quantitative analysis. EBSD.

Transmission electron microscopy. Principles. Constitution and operation of the microscope. Contrast. Interpretation of images (amorphous and crystalline materials). Electron diffraction. Microanalysis.

Probe microscopy. Principles. Constitution and operation of microscopes. Techniques. Atomic force microscopy.

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

Nesta unidade curricular são abordados os métodos de caracterização microestrutural e química de materiais. São apresentados os conceitos físicos/químicos fundamentais e princípios básicos de funcionamento de cada técnica. É dada ênfase especial aos aspectos práticos da instrumentação utilizada para a aquisição dos dados, bem como das ferramentas empregues no seu processamento. Os alunos terão oportunidade de realizar trabalhos práticos específicos na maioria das técnicas estudadas, contactam com técnicas e equipamentos diversos, alguns dos quais disponíveis em laboratórios de investigação. É utilizada uma metodologia interativa baseada numa estratégia de resolução de problemas, que inclui a seleção da técnica de caracterização apropriada, as eventuais etapas de preparação de amostras, a aquisição e processamento dos dados e a avaliação da sua qualidade.

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

In this course the methods of microstructural and chemical characterization of materials are addressed. The physical and chemical concepts and basic principles of operation of each technique are presented. Special emphasis is given to the practical aspects of the instrumentation used for data acquisition, as well as the tools used in their processing. Students have the opportunity to carry out specific practical work in most of the studied techniques, contacting with various techniques and equipments, some of which available in research laboratories. An interactive methodology is used based on a problem solving strategy, which includes the selection of the appropriate characterization technique, sample preparation methods eventually necessary, acquisition and processing of data and the evaluation of its quality.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino desta UC desenvolve-se em aulas teóricas onde serão explanados os princípios fundamentais das várias técnicas de caracterização de materiais a abordar. Este ensino envolve ainda uma forte componente experimental em aulas de laboratório onde serão efectuados trabalhos práticos associados as técnicas estudadas. Os alunos contactam com técnicas e equipamentos diversos, alguns dos quais disponíveis em laboratórios de investigação. É utilizada uma metodologia interativa baseada numa estratégia de resolução de problemas, que inclui a seleção da técnica de caracterização apropriada, as eventuais etapas de preparação de amostras, a aquisição e processamento dos dados e a avaliação da sua qualidade.

A avaliação sera efectuada por testes ou exame e por relatórios dos trabalhos práticos.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Teaching of this course is developed in lectures where the basic concepts and principles of the various materials characterizations techniques will be transmitted. Teaching also involves a strong experimental component in the form of laboratory classes where practical work associated with the techniques studied will be carried out. Students will use and learn various techniques and equipments, some of which are available in research laboratories. An interactive methodology driven by a problem-solving approach will be used, which includes the selection of the appropriate characterization technique, sample preparation methods eventually necessary, acquisition and processing of data and the evaluation of the respective quality.

The evaluation will be carried out by tests or an exam and reports on the practical work performed.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino acima descrita onde os conceitos teóricos e fundamentos das técnicas de caracterização são suportados numa forte componente pratica laboratorial é a mais adequada para uma aprendizagem dos métodos de caracterização de materiais que se pretende eficaz e funcional, em pleno cumprimento dos objetivos propostos.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The teaching methodology described above, where the theoretical concepts and fundamentals of characterization techniques are supported by a strong laboratory practical component is the most suitable for an effective and functional learning of the materials characterization methods, in full compliance with the proposed objectives.

3.3.9. Bibliografia principal:
Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, Yang Leng, 2nd Edition, 2013, Wiley-VCH

Mapa IV - Propriedades Físicas dos Materiais/Physical Properties of Materials

3.3.1. Unidade curricular:
Propriedades Físicas dos Materiais/Physical Properties of Materials

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:
José Carlos Garcia Pereira (63 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:
n.a.

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O principal objectivo é que o aluno apreenda as formas de interação entre os diferentes tipos de ondas (raios-X, fonões, electrões e fótons ópticos) e as estruturas dos sólidos, em particular os sólidos cristalinos. Pretende-se ainda que o aluno adquira conhecimentos fundamentais relacionados com a física e a química de interfaces, sendo capaz de utilizar esses conhecimentos para compreender e manipular fenómenos interfaciais em sólidos, de forma quantitativa.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The main objective is that the student learns the forms of interaction between the different types of waves (X-rays, phonons, optical photons and electrons) and structures of solids, particularly crystalline solids. It is also intended that students acquire basic knowledge related to the physics and chemistry of interfaces, being able to use this knowledge to understand and manipulate interfacial phenomena in solids, quantitatively.

3.3.5. Conteúdos programáticos:
Sólidos cristalinos: rede cristalina e rede recíproca. Intensidade de difração. Factor de estrutura em cristais. Noções de mecânica quântica e estatísticas. Dinâmica das redes cristalinas: fonões, calor específico e modelo de Debye; fonões e vibrações da rede. Estrutura electrónica dos sólidos: modelo do electrão livre e bandas de energia; condutividade eléctrica em metais e semicondutores. Propriedades magnéticas. Propriedades optoelectrónicas dos sólidos: absorção óptica, reflexão e dispersão; absorção vibracional e espectroscopias de fonões; efeito Raman e absorção no infravermelho; absorção electrónica em metais, semicondutores e isolantes. Interfaces. Energia interfacial, tensão superficial. Capilaridade. Equação de Laplace. Equação de Kelvin. Equação de Young, ângulo de contacto. Molhabilidade. Superfícies planares. Energia de superfície. Minimização da energia de superfície em cristais, diagrama-gama de energia, construção de Wulff.

3.3.5. Syllabus:
Crystalline solids: lattice and reciprocal lattice. Diffraction intensity. Structure factor. Notions of quantum and statistical mechanics. Dynamics of crystal lattices: phonons, specific heat and Debye model; phonon and lattice vibrations. Electronic structure of solids: the free electron model and energy bands; electrical conductivity in metals and semiconductors. Magnetic properties. Optoelectronic properties of solids: optical absorption, reflection and dispersion; vibrational absorption and phonon spectroscopies; Raman scattering and infrared absorption; electronic absorption in metals, semiconductors and insulators. Interfaces. Interfacial energy, surface tension. Capillarity. Laplace equation. Kelvin equation. Young's equation, contact

angle. Wettability. Planar surfaces. Surface energy. Surface energy minimization in crystals, diagram-range of energy, Wulff construction.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O nosso conhecimento do estado sólido resulta em grande parte do estudo de fenómenos ondulatórios originados pela interacção da estrutura atómica com diversos tipos de ondas: raios-X, neutrões, visível, infra-vermelho. A apresentação e derivação de teorias e modelos quantitativos (nomeadamente rede recíproca, difracção de raios-X, energia dos sólidos, vibrações em sólidos, propriedades térmicas, calor específico, condutividade térmica e eléctrica, estrutura electrónica, teoria do electrão livre, teoria das bandas, semicondutores, propriedades optoelectrónicas) que expliquem esta interacção e a sua aplicação na previsão das propriedades macroscópicas dos sólidos permite aos estudantes adquirirem um bom conhecimento nesta área científica.

3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Our knowledge of the solid state is largely based in the study of wave phenomena resulting from the interaction of the atomic structure with various types of waves: X-ray, neutron, visible, infrared. The introduction and derivation of theories and quantitative models (such as reciprocal lattice, X-ray diffraction, energy of solids, vibrations in solids, thermal proprieties, specific heat, thermal and electrical conductivities, electronic structure, free electron theory, band theory, semiconductors, optoelectronic proprieties) allows students to acquire a good understanding of this subject.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Este curso é constituído por aulas teóricas, em que os estudantes são introduzidos aos conceitos e aos modelos físicos descrevendo o estado sólido (sempre que possível numa forma quantitativa), e por aulas práticas, em que se exemplifica a aplicação prática desses modelos.

A avaliação é composta por três testes ao longo do semestre, ou por exame final.

Quem optar pela avaliação por testes tem de ter pelo menos 8.5 valores em cada teste e 9.5 na média final. Quem optar pelo exame final precisa apenas de ter 9.5 valores nessa prova.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):
This course has theoretical classes, where students are introduced to the concepts and physical models describing the solid state (as much as possible in a quantitative way), and practical classes, where those models are exemplified by solving problems.

Assessment: The assessment is made in three tests, or a final exam

Students opting by the tests must have at least 8.5 on each test and 9.5 on the final average. Students opting by the final global examination are required only to score 9.5 in that exam.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A derivação dos modelos físicos que descrevem o estado sólido permite ilustrar os pressupostos que lhes estão subjacentes, estimulando a criatividade e o sentido crítico dos estudantes, mostrando-lhes quando é que cada modelo pode ser aplicado e dando-lhes a capacidade de desenvolverem as suas próprias soluções. Estes modelos são sempre exemplificados com problemas práticos para que os estudantes ganhem treino na sua aplicação e compreendam melhor a sua utilidade prática. Ao longo de todo o curso, pretende-se que os alunos desenvolvam o raciocínio e a capacidade de pensar, de analisar e resolver problemas, em vez de simplesmente aprenderem fórmulas e técnicas de resolução sistemática de problemas tipo.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Deriving the physical models that aim to describe the solid state, allows us to illustrate the principles supporting these models, stimulating the creativity and the critical sense of the students, showing them when each model can be applied and giving them the capacity to develop their own solutions. These models are always exemplified with practical problems to allow students to gain training experience on how and when to apply them. Throughout the course students are expected to develop their thinking skills, improving their capacity to analyze and solve problems, instead of just learning new equations and techniques to routinely solve standard problems.

3.3.9. Bibliografia principal:
Introduction to Solid State Physics, C. Kittel, 8th edition, 2004, John Wiley, New York

Mapa IV - Ciência de Materiais III/Materials Science III

3.3.1. Unidade curricular:

Ciência de Materiais III/Materials Science III**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

Maria Emília da Encarnação Rosa (40 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Luís Manuel Guerra da Silva Rosa (30 h)

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

Os alunos deverão saber utilizar os conceitos de estrutura e defeitos dos materiais para poder compreender os fenómenos de deformação, fratura, fadiga e fluência à escala microscópica que lhes permite interpretar estes mecanismos do ponto de vista macroscópico. Os alunos deverão ser capazes de realizar os vários tipos de ensaios mecânicos de materiais de acordo com as normas adequadas e de interpretar os resultados obtidos. O aluno deverá ainda adquirir conhecimentos sobre técnicas de ensaio não-destrutivas.

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

Students should be able to use their knowledge on the structure and defects of materials to analyse the deformation phenomena, failure, fracture, fatigue and creep at the macroscale and relate to the microscale. The students must know the main techniques available for characterization of mechanical and properties according to the standards. At the end of the course, the students will be able to select different non-destructive testing techniques.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução: tipos de deformação; caracterização mecânica. 2. Elasticidade: aspectos físicos; anelasticidade. 3. Viscoelasticidade. 4. Plasticidade. Mecanismos de endurecimento. Deformação plástica a frio e a quente. Recuperação e recristalização. Deformação em cerâmicos e vidros. Deformação e endurecimento de materiais poliméricos. 5. Fluência: mecanismos; efeitos da tensão e temperatura; mapas de mecanismos de deformação; fratura. 6. Fratura: tipos e modos; teoria de Griffith; fratura linear elástica; tenacidade à fratura; superfícies. 7. Fadiga: tensão cíclica; iniciação e propagação de fissuras; curvas S-N; tensão limite de fadiga; superfícies. 8. Superplasticidade. 9. Normas de ensaio: tração, flexão, fadiga, fluência, dureza. 10. Ensaio não-destrutivos. Classificação. Técnicas de inspeção visual. Emissão acústica. Métodos electromagnéticos: correntes de eddy; inspeção por partículas magnéticas. Líquidos penetrantes. Métodos radiográficos, por ultrassons e vibracionais.

3.3.5. Syllabus:

1. Introduction: mechanical characterization methods. 2. Elasticity: physical aspects; anelasticity. 3. Viscoelasticity. 4. Plasticity. Strengthening mechanisms: solid solution, work hardening, precipitates, grain refining, martensitic transformation. Cold and hot working. Recovery and recrystallization. Deformation of ceramics and polymers. 5. Creep: mechanisms, temperature, stress effect; deformation maps; failure. 6. Fracture: fracture mechanics; Griffith's theory; fracture modes; stress intensity and fracture toughness. 7. Fatigue: cyclic stress, initiation and propagation of cracks; S-N curves; endurance limit. 8. Superplasticity. 9. Introduction to standards for testing and evaluation. Examples of standards for tension, bending, fatigue and creep and hardness tests. 10. Nondestructive testing. Visual and optical testing. Acoustic emission. Electromagnetic, eddy current techniques; magnetic particle inspection. Liquid penetrant tests. Radiographic, ultrasonic and vibration methods.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os métodos de ensino baseiam-se na transferência de conhecimentos por exposição da matéria em aulas teóricas, complementada com a realização de problemas e com alguns trabalhos experimentais.

Avaliação:

Relatórios das aulas de laboratório.

Duas opções: testes ou exame final.

Nota mínima de cada teste/exame: 9.5 (numa escala de 20 valores).

O exame final poderá ser utilizado para melhoria de nota, podendo haver repescagem de um dos testes.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methods are based on the transfer of knowledge by exposure of the topics in lectures, complemented with the exercises and some experimental work.

Assessment:

Reports of laboratory works.

Two options: tests or final exam.

Minimum grade on each test/exam: 9.5 (in a 0 to 20 scale).

The exam can be used for improving the grades, and one test can be repeated on that date.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá atingir de forma sustentada os objetivos propostos para esta UC.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfil the learning outcomes proposed for this UC.

3.3.9. Bibliografia principal:

Mechanical Behavior of Materials, M. A. Meyers and K. K. Chawla, Cambridge University Press , 2009

Mechanical Behavior of Materials. T. Courtney. 2nd ed. Long Grove, IL: Waveland Press Inc., 2005.

Characterization of Materials: Elton N. Kaufmann (Editor) 2003 Wiley

Introduction to Nondestructive Testing: A Training Guide, 2nd Edition: Paul E. Mix, 2005, Wiley

Mechanical Metallurgy. G. E. Dieter. 3rd ed., McGraw-Hill Book Co., 1986 New York

Mapa IV - Caracterização de Materiais II/Materials Characterization II

3.3.1. Unidade curricular:

Caracterização de Materiais II/Materials Characterization II

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Luís Filipe da Silva dos Santos (45 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria Clara Henriques Baptista Gonçalves (25 h)

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

O aluno deverá adquirir conhecimentos teóricos e práticos sobre os métodos espectroscópicos e de análise térmica na caracterização de materiais.

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

The student must acquire theoretical and practical knowledge of spectroscopic methods and thermal analysis methods in materials characterization.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Espectroscopia de raios X e luz visível para análise química. Princípios gerais. Espectroscopia de emissão.

Fluorescência de raios X. Exemplos de aplicação.

Espectroscopias vibracionais. Fundamentos. Espectroscopia de infravermelhos. Espectroscopia e microscopia Raman. Interpretação dos espectros.

Métodos de análise de superfícies. Princípios gerais. Espectroscopia de fotoelectrões X. Constituição e funcionamento dos espectrómetros. Técnicas de vácuo. Análise quantitativa. Quantificação. Espectroscopia de electrões de Auger.

Constituição e funcionamento dos espectrómetros. Análise qualitativa. Quantificação. Espectroscopia de iões secundários. Constituição e funcionamento dos espectrómetros. Tipos de espectrómetros de massa. Análise

qualitativa. Quantificação. Perfis de composição em profundidade. Aplicações dos métodos de análise de superfície. Caracterização térmica: análise térmica diferencial, calorimetria diferencial, dilatométrica.

3.3.5. Syllabus:

X-rays and visible light spectroscopy for chemical analysis. General principles. Emission spectroscopy. X-ray fluorescence Application examples.

Vibrational spectroscopy. Fundamentals. Infrared spectroscopy. Raman spectroscopy and microscopy. Interpretation of spectra.

Surface analysis methods. General principles. X-ray photoelectron spectroscopy. Constitution and operation of spectrometers. Vacuum techniques. Quantitative analysis. Quantification. Auger electron spectroscopy. Constitution and operation of the spectrometers. Qualitative analysis. Quantification. Secondary ion spectroscopy. Constitution and operation of the spectrometers. Types of mass spectrometers. Qualitative analysis. Quantification. Depth composition profiles. Applications of surface analysis methods.

Thermal characterization: differential thermal analysis, differential scanning calorimetry, dilatometry.

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

Nesta unidade curricular são abordados os métodos de caracterização espectroscópica e térmica de materiais. São apresentados os conceitos físicos/químicos fundamentais e princípios básicos de funcionamento de cada técnica. É dada ênfase especial aos aspectos práticos da instrumentação utilizada para a aquisição dos dados, bem como das ferramentas empregues no seu processamento. Os alunos terão oportunidade de realizar trabalhos práticos específicos na maioria das técnicas estudadas, contactam com técnicas e equipamentos diversos, alguns dos quais disponíveis em laboratórios de investigação. É utilizada uma metodologia interativa baseada numa estratégia de resolução de problemas, que inclui a seleção da técnica de caracterização apropriada, as eventuais etapas de preparação de amostras, a aquisição e processamento dos dados e a avaliação da sua qualidade.

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

In this course the methods of materials characterization by spectroscopy and thermal materials are addressed. The physical and chemical concepts and basic principles of operation of each technique are presented. Special emphasis is given to the practical aspects of the instrumentation used for data acquisition, as well as the tools used in their processing. Students have the opportunity to carry out specific practical work in most of the studied techniques, contacting with various techniques and equipments, some of which available in research laboratories. An interactive methodology is used based on a problem solving strategy, which includes the selection of the appropriate characterization technique, sample preparation methods eventually necessary, acquisition and processing of data and the evaluation of its quality.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino desta UC desenvolve-se em aulas teóricas onde serão explanados os princípios fundamentais das várias técnicas de caracterização de materiais a abordar. O ensino envolve ainda uma forte componente experimental em aulas de laboratório onde serão efectuados trabalhos práticos associados as técnicas estudadas.

Os alunos contactam com técnicas e equipamentos diversos, alguns dos quais disponíveis em laboratórios de investigação. É utilizada uma metodologia interativa baseada numa estratégia de resolução de problemas, que inclui a seleção da técnica de caracterização apropriada, as eventuais etapas de preparação de amostras, a aquisição e processamento dos dados e a avaliação da sua qualidade.

A avaliação sera efectuada por testes ou exame e por relatórios dos trabalhos práticos.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Teaching of this course is developed in lectures where the basic concepts and principles of the various materials characterizations techniques will be transmitted. Teaching also involves a strong experimental component in the form of laboratory classes where practical work associated with the techniques studied will be carried out.

Students will use and learn various techniques and equipments, some of which are available in research laboratories. An interactive methodology driven by a problem-solving approach will be used, which includes the selection of the appropriate characterization technique, sample preparation methods eventually necessary, acquisition and processing of data and the evaluation of the respective quality.

The evaluation will be carried out by tests or an exam and reports on the practical work performed.

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

A metodologia de ensino acima descrita onde os conceitos teóricos e fundamentos das técnicas de caracterização são suportados numa forte componente pratica laboratorial é a mais adequada para uma aprendizagem dos métodos de caracterização de materiais que se pretende eficaz e funcional, em pleno cumprimento dos objetivos propostos.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodology described above, where the theoretical concepts and fundamentals of characterization techniques are supported by a strong laboratory practical component is the most suitable for an effective and functional learning of the materials characterization methods, in full compliance with the proposed objectives.

3.3.9. Bibliografia principal:

Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, Yang Leng, 2nd Edition, 2013, Wiley-VCH

Mapa IV - Mecânica Aplicada/Applied Mechanics**3.3.1. Unidade curricular:**

Mecânica Aplicada/Applied Mechanics

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Filipe Szolnoky Ramos Pinto Cunha (35.0)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Fernando José Parracho Lau (35.0)

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

Proporcionar aos alunos uma boa formação no domínio da Estática dos Corpos Rígidos e da Geometria de Massas, bem como uma introdução a Multiplicidades, de modo a permitir escrever as equações físicas em notação indicial.

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

To give the students a good background on statics of rigid bodies and moments of inertia, as well as an introduction to multiplicities.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Estática dos Corpos Rígidos. Momento de uma força em relação a um ponto e a um eixo; Momento de um binário; Sistemas equivalentes de forças e Torsões. Equilíbrio de um corpo rígido a duas e três dimensões, submetido à acção de duas e três forças; Cargas distribuídas em vigas. Treliças. Treliças simples e espaciais; Métodos dos nós e das secções; Nós sujeitos a condições especiais de carregamento. Estruturas e Máquinas. Estruturas que deixam de ser rígidas quando separadas dos seus apoios. Atrito. Leis do atrito seco; Ângulos de atrito; Cunhas. Parafusos de rosca quadrada; Atrito em eixos, discos e rodas; Atrito de correia. Princípio dos Trabalhos Virtuais. Máquinas Reais; Trabalho de uma força; Energia Potencial e equilíbrio; Estabilidade. Geometria de Massas. Centro de Massa e Momento de Inércia. Tensor de Inércia. Multiplicidades. Notação indicial; Convenção da soma. Transformação de Coordenadas.

3.3.5. Syllabus:

Equilibrium of Rigid Bodies. Structures. Friction. Virtual Work. Multiplicities and operations with multiplicities. Transformation of coordinates. Center of Mass and Tensor of inertia. Mechanisms.

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

-São estudadas as condições de equilíbrio estático de um corpo rígido sobre a acção de forças externas e restringido por apoios. Para tal são aplicadas operações entre vectores e condições de equilíbrio que na parte final da cadeira são exemplificadas em notação indicial. São estudados casos específicos de corpos constituídos por sub-elementos (treliças/ estruturas /máquinas) e outras metodologias que permitem uma avaliação da estabilidade do equilíbrio. Finalmente a geometria de massas irá permitir o estudo da dinâmica do corpo noutra cadeira do curso.

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

-The static equilibrium conditions are studied for a rigid body under the action of external forces and restrain by supports. For this study vector operations and equilibrium conditions are applied and later in the course these operation are performed on an indicial notation. Specific cases of bodies made of sub-elements are also studied (truces / structures / machines) and also different methodologies that allow the evaluation of the stability of the equilibrium conditions. Mass geometry study will allow the study of the rigid body dynamics on a later course.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A cadeira está dividida em aulas teórica (2 horas semanais), práticas (2,5 horas semanais) e laboratoriais (1 hora semanal) o que permite a dedução das condições de equilíbrio nas aulas teóricas, aplicação prática dessa dedução com exemplos nas aulas práticas e a visualização dessas situações nas aulas de laboratório. Avaliação é feita em dois testes o que permite dividir a matéria dada em duas vertentes.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The course is divided into theoretical classes (2 hour per week), problem solving classes (2,5 hour per week) and lab (1 hour per semester). This allows the deduction of the equilibrium conditions in the theoretical classes with the specific application to numerical examples on the problem solving classes and a complete visualization of certain situations of the laboratory classes. The evaluation is performed with two tests allowing the splitting of the course into two areas.

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

As aulas teóricas permitem a dedução e aplicação genérica dos conceitos fundamentais da cadeira. Nas aulas práticas estas deduções são aplicadas a casos específicos que tentam abranger um leque variado de situações. Nas aulas do laboratório há um contacto directo, utilizando corpos físicos, com as situações já estudadas o que permitem uma melhor compreensão da matéria.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The theoretical classes allow the deduction and generic application of the course theory and fundamentals. On the problem solving classes these deductions are applied to specific cases that are taken from a wide variety of situations. Finally all of these situations are verified "in locus" during the laboratory classes with the study of physical models

3.3.9. Bibliografia principal:

Vector mechanics for Engineers; Vol I, 10ª Ed., Beer, F. P. e Johnston, E. R., 2006, McGraw- Hill; Engineering Mechanics, 4ª ed. (SI), Meriam, J. L. e Kraige, L. G., 1998, John Wiley & Sons; Elementos de Multiplicidades, Notas para cadeira de Mecânica Aplicada, Gil, P. J. S. & Lau, F. J. P., 2004, IST; Mecânica Aplicada, Vol I: Estática, Cinemática e Dinâmica Tensorial, Campos, L. M. B. C., 2004, Escolar Editor

Mapa IV - Materiais Cerâmicos/Ceramic Materials**3.3.1. Unidade curricular:**

Materiais Cerâmicos/Ceramic Materials

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Rui Manuel Amaral de Almeida (40 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria Clara Henriques Baptista Gonçalves (30 h)

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

O principal objectivo é que os alunos adquiram as bases da relação entre a estrutura e as propriedades específicas dos materiais cerâmicos e dos vidros, incluindo alguns conceitos básicos sobre o seu processamento.

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

The main objective of this course is that the students will apprehend the basic relationships between the structure and relevant properties of ceramic materials and glasses, including basic processing concepts.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Estrutura dos cerâmicos; estrutura atômica dos vidros inorgânicos; métodos experimentais de estudo da estrutura atômica. Microestrutura: nucleação e crescimento de grão; supressão da cristalização e formação de vidros; teorias da formação de vidros; separação de fases amorfas; vidros cerâmicos e fotocromicos. Processamento e sinterização: recristalização e crescimento de grão; sinterização por evaporação e condensação, por difusão, por vitrificação, na presença de aditivos; prensagem a quente. Propriedades mecânicas: modelo de Griffith; fadiga estática e ensaio de prova; métodos de aumento da resistência mecânica; critério de Weibull. Propriedades térmicas: expansão térmica dos cristais e vidros; recozimento e têmpera; condutividade térmica. Viscosidade e transição vítrea em vidros inorgânicos. Propriedades ópticas: refração e dispersão; absorção; luminiscência e lasers; fibras ópticas. Propriedades eléctricas e magnéticas.

3.3.5. Syllabus:

Structure of ceramic materials; atomic scale structure of inorganic glasses. Microstructure: nucleation and grain

growth. Glass formation and phase separation. Sintering: recrystallization and grain growth; solid-state sintering and vitrification; hot pressing. Griffith model: brittle fracture and crack propagation. Viscosity. Thermal expansion and thermal stresses. Resistance to thermal shock. Annealing. Optical properties. Electrical properties. Magnetic and dielectric properties. Processing technologies for glasses and ceramics.

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

O principal objectivo é que os alunos adquiram as bases da relação entre a estrutura e as propriedades específicas dos materiais cerâmicos e dos vidros, incluindo ainda alguns conceitos básicos sobre o seu processamento, o que está de acordo com os principais aspectos do programa, designadamente o estudo detalhado da estrutura dos materiais cerâmicos e dos vidros inorgânicos, a sua microestrutura (formação de vidros por supressão da cristalização de fundidos), teorias da formação de vidros, separação de fases amorfas e vidros cerâmicos, processamento e sinterização de cerâmicos e ainda o estudo das propriedades mecânicas, térmicas, viscosidade, propriedades ópticas, eléctricas e magnéticas dos vidros e cerâmicos.

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

The main objectives of this course are for the students to learn the basic fundamentals of the relationship between the structure of glasses and ceramic materials and their properties, including some basic aspects of processing, which is in clear agreement with the syllabus contents, namely the study of glass formation and phase separation, microstructure, sintering of ceramic materials and the mechanical, thermal, optical, electric and magnetic properties of both types of materials.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino desta cadeira centra-se em aulas teóricas, onde os alunos assistem à exposição da matéria, com o auxílio de acetatos e, por vezes, também de apresentações em Power Point, as quais lhes são facultadas em formato PDF. Nas aulas práticas, resolvem-se problemas de aplicação de vários tipos, em ligação com os diferentes capítulos do programa. Há ainda aulas de demonstração em laboratório. A avaliação consiste em dois testes, ou, em alternativa, um exame final.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching of this course is based on lectures, where the program contents are presented to the students with the help of overheads and, sometimes, of Power Point presentations as well, which are made available to them in PDF format. The problem sessions are dedicated to solving application exercises of various types, in connection with the different chapters of the program. Laboratory demonstration classes are included. The course evaluation consists of two tests, or, alternatively, a final exam.

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

As metodologias de ensino acima indicadas estão claramente em sintonia com os objectivos de aprendizagem, na medida em que permitem atingir cabalmente esses mesmos objectivos, tal como o historial da cadeira o demonstra.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The above teaching methodologies are clearly in agreement with the learning outcomes in the sense that they allow those same objectives to be fully attained, as the history of teaching this course clearly demonstrates.

3.3.9. Bibliografia principal:

Introduction to Ceramics, W.D. Kingery, H.K. Bowen and D.R. Uhlmann, 1976, Wiley-Interscience, New York

Mapa IV - Materiais Poliméricos/Polymeric Materials

3.3.1. Unidade curricular:

Materiais Poliméricos/Polymeric Materials

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

António Correia Diogo (56 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Ana Clara Lopes Marques (14 h)

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

O aluno deverá adquirir os conhecimentos básicos necessários para a utilização dos materiais poliméricos em problemas de engenharia. Em particular, métodos de polimerização, métodos de caracterização físico-química de polímeros, comportamento dos polímeros em solução (diluída, semi-diluída e concentrada), comportamento reológico e termomecânico, cinética da solidificação de polímeros, propriedades de engenharia (fluência, fractura, fadiga, propriedades dieléctricas, degradação).

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

The student must acquire the basic knowledge needed for utilization of polymers in engineering problems. In particular, polymerisation methods, methods of physico-chemical characterisation of polymers, polymer behaviour in solution (dilute, semi-dilute, concentrated), rheological and thermomechanical behaviour, kinetics of polymer solidification, engineering properties (creep, fracture, fatigue, dielectric properties, degradation).

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1. A cadeia polimérica. Nomenclatura. Massas moleculares e métodos de determinação. Flexibilidade e topologia.*
- 2. Reações de polimerização. Reatividade de grupos funcionais. Mecanismos de polimerização e relação com a estrutura. Co-polimerização.*
- 3. Soluções poliméricas. Termodinâmica. Soluções diluídas. Viscosimetria. Soluções semi-diluídas.*
- 4. Soluções concentradas e polímeros fundidos. Comportamento não-newtoniano. Viscoelasticidade linear. Modelos de Maxwell e Kelvin-Voigt. Funções materiais. Viscoelasticidade não-linear.*
- 5. Sólidos poliméricos. Estrutura e morfologia. Termoendurecíveis, termoplásticos e elastómeros. Elasticidade da borracha.*
- 6. Propriedades mecânicas. Fratura e impacto. Fadiga. Crazing. Relaxamento de tensões e fluência. Sobreposição tempo-temperatura. Métodos experimentais. Análise térmica e dinâmico-mecânica. Propriedades ópticas e eléctricas.*
- 7. Degradação, estabilização e modificação. Aplicações em adesivos e vedantes. Aplicações em revestimentos (tintas).*

3.3.5. Syllabus:

- 1. The polymer chain. Nomenclature. molecular weights and determination methods. Flexibility and topology.*
- 2. Polymerization reactions. Reactivity of functional groups. Polymerization mechanisms and relationship with the structure. Copolymerization.*
- 3. Polymer solutions. Thermodynamics. Diluted solutions. Viscometry. Semi-dilute solutions.*
- 4. Concentrated solutions and molten polymers. Non-Newtonian behavior. Linear viscoelasticity. Maxwell and Kelvin-Voigt models. Material functions. Nonlinear viscoelasticity.*
- 5. Solid polymers. Structure and morphology. Thermosets, thermoplastics and elastomers. Elasticity of rubber.*
- 6. Mechanical properties. Fracture and impact. Fatigue. Crazing. Stress relaxation and creep. Time-temperature superposition. Experimental methods. Thermal and dynamic mechanical analysis. Optical and electrical properties.*
- 7. Degradation, stabilization and modification. Applications in adhesives and sealants. Applications in coatings (paints).*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*As aulas teóricas são dedicadas à exposição dos conceitos programáticos, sendo acompanhadas de aulas de resolução prática de exercícios e de aulas em laboratório.
Avaliação: 3 testes ou exame final*

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*The theoretical classes are devoted to the lecturing of program concepts, which are accompanied by practical resolution lesson exercises and laboratory classes.
Assessment: 3 tests or final exam*

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

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

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

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

3.3.9. Bibliografia principal:

Introduction to Polymers: R.J. Young and P.A. Lovell, 1991, Chapman & Hall, London, 2nd ed
Elastómeros: comportamento elástico para pequenas e grandes deformação, A.C. Diogo, 1998, IST

Mapa IV - Materiais Metálicos/Metallic Materials**3.3.1. Unidade curricular:**

Materiais Metálicos/Metallic Materials

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Alberto Cabral Ferro (70 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

n.a.

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

O aluno deverá ser capaz de estabelecer as relações entre os tratamentos térmicos e o desempenho das ligas metálicas. O aluno deverá saber identificar a estrutura, as propriedades e aplicações dos vários tipos de aços, ferros fundidos, e ligas não ferrosas (ligas de alumínio, magnésio, cobre, titânio, níquel e cobalto, outras ligas).

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

The student should be able to establish the relationships between the heat treatment and performance of metal alloys. The student must know the structure, properties and applications of the various types of steel, cast iron, and nonferrous alloys (aluminum alloys, magnesium, copper, titanium, nickel and cobalt, other alloys).

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Ligas ferrosas. Aços: composição, estrutura e propriedades. Tratamentos térmicos. Tratamentos superficiais. Tratamentos termoquímicos e estrutura e propriedades; aplicações.

Aços carbono e ligados. Aços para ferramentas. Aços inoxidáveis e refractários. Aplicações. Desenho de aços inoxidáveis e refractários. Normas.

Ferros fundidos. Estrutura, propriedades, aplicações, fabrico. Normas.

Ligas leves. Metalurgia do Al, Mg, Ti: estrutura e propriedades, elementos de liga. Ligas de Al: composição, estrutura e propriedades. Tratamentos térmicos. Endurecimento. Ligas de Mg: composição, estrutura e propriedades. Ligas de Ti: composição, estrutura e propriedades. Tratamentos térmicos. Aplicações das ligas leves. Normas.

Metalurgia física do Cu: propriedades e estrutura, elementos de liga. Ligas de Cu: composição, estrutura, propriedades e aplicações. Normas.

Ligas de Ni e Co para aplicações de elevada temperatura: composição, estrutura, propriedades e aplicações. Normas. Outras ligas metálicas.

3.3.5. Syllabus:

Ferrous alloys. Steels: composition, structure and properties. Heat treatments. Surface treatments. Thermochemical treatments and structure and properties; applications.

Carbon and alloy steels. Tool steels. stainless and heat resisting steel. Applications. Design of stainless and heat resisting steel. Standards.

Cast iron. Structure, properties, applications, manufacturing. Standards.

Light alloys. Metallurgy of Al, Mg, Ti: structure, properties, alloying elements. Al alloys: composition, structure and properties. Heat treatments. Hardening. Mg alloys: composition, structure and properties. Ti alloys: composition, structure and properties. Heat treatments. Applications of light alloys. Standards.

Physical metallurgy of Cu: properties and structure, alloying elements. Cu alloys: composition, structure, properties and applications. Standards.

Ni and Co alloys for high temperature applications: composition, structure, properties and applications. Standards. Other metallic alloys.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá

constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work,

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

A metodologia de ensino descrita permitirá ao aluno adquirir os conhecimentos propostos no programa de forma sustentada fortemente apoiada numa componente prática e experimental, atingindo plenamente os objetivos propostos para a UC.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The described teaching methodology will allow the student to acquire the necessary knowledge proposed in the syllabus in a sustained form strongly supported on practical and experimental component, fully achieving the proposed objectives for the UC.

3.3.9. Bibliografia principal:

*The Structure and Properties of Engineering Alloys, W. F. Smith, 1993, 2nd edition, McGraw-Hill
Steels-Heat Treatment and Processing Principles, G. Krauss, 1990, ASM International
Light Alloys, Metallurgy of the Light Metals, J. Polmear, 1995, Edward Arnold*

Mapa IV - Materiais Compósitos/Composite Materials

3.3.1. Unidade curricular:

Materiais Compósitos/Composite Materials

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

José Jorge da Cruz Fernandes (70 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

n.a.

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

O aluno deverá ser capaz de compreender a constituição dos diversos tipos de materiais compósitos (macro, micro e nanocompósitos) e estabelecer as relações com propriedades destes materiais, os seus processos de fabrico e as suas aplicações. O aluno deverá adquirir conhecimentos de reciclagem de compósitos.

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

The student should be able to understand the constitution of various types of composite materials (macro, micro and nanocomposites) and establish relations with the properties of these materials, their manufacturing processes and their applications. The student must acquire knowledge of composite recycling.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Introdução. Definição de compósito. Fundamentos: mecanismos gerais de reforço de materiais. Materiais de reforço e de matriz. Tipos de compósitos. Compósitos de fibras e de partículas. Macrocompósitos (betão armado, cimentos). Nanocompósitos, compósitos têxteis, biocompósitos, compósitos naturais, compósitos com esqueleto. Interfaces em materiais compósitos. Revestimentos.

Resistência mecânica dos materiais compósitos. Comportamento elástico dos compósitos de fibra longa. Comportamento mecânico dos compósitos de fibra curta. Comportamento elástico dos compósitos laminados. Tenacidade e fractura de materiais compósitos. Estatística de Weibull. Métodos de fabrico: Tecnologia dos pós; Pultrusão; Enrolamento filamentar; Resin transfer molding (RTM); Hand lay up; Pré-impregnados; Painéis em forma de sandwich. Aplicações. Degradação, reparação e reciclagem de compósitos.

3.3.5. Syllabus:

Introduction. Definition of composite. Fundamental concepts: general mechanisms of materials reinforcement. Reinforcement materials and matrix materials. Types of composites. Fibre and particles reinforced composites. Macrocomposite (concrete, cement). Nanocomposites, textile composites, biocomposites, natural composites, skeletal composites. Interfaces in composite materials. Coatings. Mechanical strength of composite materials. Elastic behavior of long fibre composites. Mechanical behavior of short fiber composites. Elastic behavior of laminated composites. Toughness and fracture of composite materials. Weibull statistics. Manufacturing methods: powder technology; pultrusion; filament winding; Resin transfer molding (RTM); Hand lay up; Prepregs; Sandwich panels. Applications. Degradation, repair and recycling of composites.

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos de Materiais Compósitos aplicada à Engenharia de Materiais permitindo ao aluno adquirir novos conhecimentos úteis para a sua progressão no curso. A formação compreenderá a apresentação das bases teóricas e de exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos, quer o estudo dos conceitos e dos modelos teóricos, quer a resolução de exercícios de aplicação baseados em trabalhos laboratoriais.

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

The course program covers the main topics of Composite Materials applied to Materials Engineering allowing students to acquire new knowledge relevant to their progress in the course. The training will include the presentation of the theoretical bases and application examples, asking the pupils to study of theory and to solve practical exercises based in laboratory work.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas são essencialmente de exposição no quadro com recurso eventual a meios de projecção. Aulas práticas de resolução de problemas onde a participação dos alunos é incentivada. Aulas de Laboratório onde os alunos realizam experiências: ensaios em fibras, matrizes e compósitos. Visitas de estudo a empresas que produzem compósitos.

A metodologia de avaliação consiste em avaliação da parte prática com trabalho de grupo (TG), das visitas com relatório das mesmas (V) e da parte teórica com exame final (E). Para ser aprovado na disciplina é obrigatório $TG \geq 10$ e $E \geq 10$. A classificação final é dada por: $0.3 \cdot TG + 0.6 \cdot E + 0.1 \cdot V$

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Lectures for theory explanation will be given using the board, with a possible use of projection equipment. The practical classes will be for problem resolution where the students are asked to participate. There will be Laboratory sessions where the students will perform some small tensile and bending tests. Study visits to composite enterprises.

Evaluation Methodology:

1-Exam (E) + 1 Laboratory Report (TG) + 1 Visits Report (V)

Final Mark: $0.3 \cdot TG + 0.6 \cdot E + 0.1 \cdot V$

The minimum marks in E is 10 val. and in TG is 10 val.

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

Os métodos de ensino e de avaliação foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento sólido das matérias, assegurando simultaneamente a conformidade com os objetivos da unidade curricular. Assim considera-se essencial que os alunos tenham oportunidade de realizar exercícios práticos e laboratoriais que permitam mais facilmente assimilar a matéria. É também importante o contacto com a realidade obtido através de visitas de estudo.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methods and students' evaluation were designed so that students can develop a solid understanding of the topics, ensuring compliance with the objectives of the course. It is considered essential that students have

the opportunity to perform practical exercises and laboratorial works to make easy for them to assimilate the theory.

Also important is the contact with reality obtained through study visits.

3.3.9. Bibliografia principal:

D. Hull and T.W. Clyne, An Introduction to Composite Materials, 2nd ed, Cambridge University Press, 1996.

D. Gay, Composite Materials: Design and Applications, 3rd Edition, CRC Press, 2014

Mapa IV - Mecânica dos Materiais/Mechanics of Materials

3.3.1. Unidade curricular:

Mecânica dos Materiais/Mechanics of Materials

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Paulo Rui Alves Fernandes (18)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Antonio Freitas Melao Barros (15 h)

João Folgado (15 h)

Luis Alberto Goncalves de Sousa (15 h)

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

Compreender os mecanismos de deformação de componentes estruturais sujeitos a esforços de tracção, flexão, e torção, actuando individual ou conjuntamente. Adquirir capacidade de dimensionar treliças, vigas e veios de transmissão.

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

To understand the deformation mechanisms of structural components under single or combined traction, bending and torsion loads. To gain the ability for dimensioning truss and beam structures and transmission shafts.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Introdução do conceito de tensão. Tensões normais e de corte. Tensão num plano oblíquo. Tensão limite e factor de segurança. Lei de Hooke. Deformação de componentes carregados axialmente. Problemas estaticamente indeterminados. Tensões e deformações em veios de torção. Projecto de veios de torção. Revisão de cálculo e traçado de diagramas de esforços e momentos flectores. Tensões e deformações elásticas em flexão. Defor numa secção transversal. Carregamento axial excêntrico num plano de simetria. Flexão assimétrica. Tensões normais e de corte sob acção de cargas transversais e sob a acção de cargas combinadas. Transf. de tensão e deformação. Tensões principais. Tensão de corte máxima. Circulo de Mohr. Projecto de vigas e veios à resistência. Equação da elástica. Vigas estaticamente indeterminadas. Método da sobreposição e sua aplicação à solução de vigas estaticamente indeterminadas. Métodos energéticos. Energia de deformação para tensões normais e de corte. Teorema de Castigliano.

3.3.5. Syllabus:

Concept of stress. Normal and shear stresses. Stresses in an oblique plane. Ultimate and allowable stress. Concept of strain. Hooke's law. Deformation of axially loaded components. Statically indeterminate problems. Stresses and strains in shafts of circular cross-section. Statically indeterminate shafts. Design of transmission shafts. Revision of bending load and moment diagrams. Stresses and strains in pure bending. Deformations in a transverse cross-section.

Eccentric axial loading. Normal and shear stresses under transverse loading. Stresses under combined loadings. Stress and strain transformations. Principal stresses. Maximum shear stress. Mohr's circle. Design of beams and shafts for strength. Deflection of beams by integration. Determination of the elastic curve. Statically indeterminate beams. Energy methods. Elastic strain energy for normal and shearing stresses. Castigliano's theorem.

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

Os conteúdos programáticos consistem na apresentação de um conjunto de modelos para análise de problemas em mecânica estrutural que em articulação com os métodos de ensino e avaliação propostos permitem aos alunos concluir a unidade curricular com a capacidade de resolver problemas de tensão e deformação em mecânica estrutural e proceder ao dimensionamento de estruturas (treliças, vigas e veios de transmissão).

Os conteúdos de 1-6 cumprem essencialmente o objectivo de compreender os mecanismos de deformação de

componentes estruturais sujeitos a esforços de tracção, flexão, e torção, actuando individualmente.

Os conteúdos 7-10 cumprem o objectivo de compreender os mecanismos de deformação de componentes estruturais sujeitos a esforços de tracção, flexão, e torção, actuando em conjunto.

Os conteúdos na sua totalidade cumprem o objectivo de adquirir capacidade de dimensionar treliças, vigas e veios de transmissão.

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

The syllabus consists in a set of models to solve problems in structural mechanics and, together with the proposed teaching methodologies and assessment method allow students to complete the course with the ability of solving stress and strain problems in structural mechanics and dimensioning truss and beam structures and transmission shafts.

Points 1-6 mainly fulfill the objective of understanding the deformation mechanisms of structural components under single loads..

Points 7-10 fulfill the objective of the deformation mechanisms of structural components under combined loads.

The syllabus as a whole fulfills the objective of gaining the ability for dimensioning truss and beam structures and transmission shafts.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas Teóricas, Aulas de Problemas e de Laboratório.

A Avaliação da disciplina em 1ª época consiste em 2 testes e trabalhos laboratoriais realizados durante o semestre. Existe apenas uma data de exame. Na época de exame existe apenas uma data onde poderão ser repetidos qualquer dos testes (ou os dois). A nota mínima em cada teste é de 8 valores. A nota mínima da média dos testes é de 10 valores.

*Nota Final = (media de testes)*0.85 + (nota dos laboratórios)*0.15.*

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical Classes, Issue Classes and Laboratory Classes.

The first term assessment consist in two midterm tests and laboratory reports. Laboratory experiments are performed during the semester. In the exam period it is possible to repeat either test. A minimum grade of 8 points is necessary for each test. A minimum test average of 10 points is necessary to pass .The final grade must be greater or equal to 10 points, and is calculated according to the following expression:

*Final Grade = (average of test grade)*0.85 + (lab reports final grade)*0.15.*

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

laboratórios permitem consolidar os conteúdos teóricos. Os testes finais verificam a capacidade do aluno de resolver problemas de de tensão e deformação em elementos estruturais e de projecto de vigas, veios de transmissão e treliças.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The classes are designed to reach the proposed objectives. The laboratory classes allow students to consolidate the theoretical contents. The tests assess the ability of the student to solve problems in structural mechanics, namely the stress and strain analysis and to design trusses, beams and transmission shafts.

3.3.9. Bibliografia principal:

Mechanics of Materials, F. Beer, R. Johnston and DeWolf, 2002, 3rd edition, McGraw Hill, 2002.

Mapa IV - Gestão/Management

3.3.1. Unidade curricular:

Gestão/Management

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Carlos Manuel Ferreira Monteiro (21 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Ana Sofia Mascarenhas Parente da Costa (14 h)

Carlos Lucas de Freitas (14 h)

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

A u.c. de Gestão é lecionada a todos os cursos do 1º ciclo do IST, e tem como objetivo principal introduzir os

alunos a um conjunto de conceitos e ferramentas que lhes irá permitir:

- *Compreender a natureza sistémica e integrada do funcionamento das organizações*
- *Avaliar a multidisciplinaridade e recursos necessários ao funcionamento das organizações*

Pretende-se que os alunos fiquem habilitados com a introdução às competências profissionais fundamentais para o funcionamento das organizações tais como: Enquadramento Microeconómico, Gestão Estratégica, Marketing, Gestão de Recursos Humanos, Contabilidade e Avaliação de Projetos. A aplicação dos conhecimentos adquiridos é válida tanto para empresas em atividade, como para projetos de empreendedorismo – p.ex. start-ups resultantes da Inovação & Desenvolvimento Tecnológico.

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

The Management course unit is taught to all 1st cycle programs of IST, and its main objective is to introduce students to a set of concepts and tools that will enable them to:

- *Understand the nature of the systemic and integrated functioning of organizations*
- *Evaluate the multidisciplinary disciplines and resources necessary for the operation of organizations*

It is intended that students become empowered with the introduction to the skills essential to the functioning of organizations such as: Microeconomic framework, Strategic Management, Marketing, Human Resource Management, Accounting and Project Evaluation. The application of the knowledge acquired is valid for both firms in activity, and entrepreneurial projects, like start-ups resulting from Innovation & Technology Development.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Cap 1. Conceitos Fundamentais a. -O que é a Gestão b. O que é Economia c. História do Pensamento sobre a Gestão. Cap 2. O Ambiente económico Cap 3. Análise Estratégica Cap 4 Marketing Cap 5. Informação Financeira- Elementos de Contabilidade Cap 6. Análise Projectos de Investimento Cap 7. Implementação da Estratégia Cap 8. Sistemas de Informação e Controlo

3.3.5. Syllabus:

Cap 1. Conceitos Fundamentais. Cap 2. O Ambiente económico. Cap 3. Análise Estratégica .Cap 4 Marketing . Cap 5. Informação Financeira- Elementos de Contabilidade. Cap 6. Análise Projectos de Investimento. Cap 7. Implementação da Estratégia. Cap 8. Sistemas de Informação e Controlo.

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

A u.c. de Gestão tem também como objetivo introduzir os alunos ao funcionamento das empresas em ambiente real e treinar o trabalho em equipa aplicando os conceitos e ferramentas analíticas lecionadas na UC.

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

The Management course also aims to introduce students to the operation of businesses in the real environment, and train teamwork applying the concepts and analytical tools taught in the UC.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A nota final da u.c. de Gestão resulta da soma de três (3) componentes:

- a) Avaliação Individual (19 VALORES) – Média das notas nos testes das duas partes do programa. Nota mínima de 7,50 v em cada parte da matéria e Nota mínima de 8,50 v. na média.*
- b) Jogo de Gestão - IST Management Challenge (ISTMC) 1. Participação ISTMC – 1 valor por participação válida até ao fim do jogo. 2. Bónus Competitivo ISTMC – As equipas (3-5 membros) serão classificadas por agrupamento competitivo no jogo e os seus membros terão o seguinte bónus: 1º lugar - 1,5 val.; 2º-1,25 val.; 3º-1,0 val., 4º-0,75 val.; 5º e 6º - 0,50 val.; 7º e 8º-0,25 val.*

c) Assiduidade às aulas – Bónus de 0,05 valores por presença em aula prática, entre 3 aulas (mín = 0,05 val.) e 12 aulas (max = 0,5 val.).

Nota final: entre 0 e 20 valores, com aprovação para notas $\geq 9,50$ valores. Só tem direito aos bónus quem for aprovado ($\geq 9,50$ val.) na componente Avaliação Individual + ISTMC.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The final grade for the Management course is the sum of three (3) components:

- a) Individual work (19 points) – Average of best grades obtained in each of the two parts of the syllabus. Students must have at least 7.50 points in each part and at least 8.50 points in the average.*
- b) Management game – IST Management Challenge (ISTMC)*

Teams of 3 to 5 students take part in an online management game, and get points according to their participation and finishing position as follows:

- 1. Participation in the ISTMC – 1 point if the student has a valid participation in the ISTMC until the end of game.*
- 2. ISTMC competitive bonus - points: 1st place – 1.5 points; 2nd 1.25 points; 3rd 1.0 points; 4th 0.75 points; 5th and 6th 0.50 points; 7th and 8th 0.25 points.*
- c) Class attendance: Students may get a bonus of 0.05 points if they attend a problem class. 3 classes (min = 0.05) to 12*

classes (max = 0.5 p.).

Final grade: 9.50 points (in a 0 to 20 points scale) to pass.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Para isso inclui-se a participação destes na simulação empresarial ISTManagement Challenge (ISTMC), em que grupos de alunos representam empresas que competem entre si simulando um mercado em ambiente real. Os melhores grupos são convidados a integrarem outras simulações empresariais até ao nível da competição internacional Global Management Challenge.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
It includes their participation in a business simulation - the ISTManagement Challenge (ISTMC), in which groups of students representing companies compete in a market. The best groups are invited to integrate other business simulations up to the level of the international competition Global Management Challenge.

3.3.9. Bibliografia principal:

The New Era of Management, Daft, Richard, 2008, Thomson/South-Western

Avaliação de Projectos de Investimento na Óptica Empresarial, Soares, J., Fernandes, A., Março, A., Marques, J., 2006, 2º Ed., Edições Sílabo;

Sistema de Normalização Contabilística (SNC), Ministério Finanças, 2010

Princípios de Economia, Frank, R., Bernanke, B., 2003, McGraw-Hill

Marketing Management, Kotler, P., Keller, K., 2006, Pearson -Prentice Hall

Crafting and Executing Strategy: The Quest for Competitive Advantage: Concepts and Cases, Thompson, A.Arthur, Strickland III, A.J., Gamble, John, 2007, McGraw-Hill/Irwin

Mapa IV - Portfólio em Engenharia de Materiais/Portfolio in Materials Engineering

3.3.1. Unidade curricular:

Portfólio em Engenharia de Materiais/Portfolio in Materials Engineering

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

José Carlos Garcia Pereira (0)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

n.a.

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

O objectivo da UC de Portfólio é estimular os estudantes a participarem em atividades extracurriculares com forte conteúdo formativo e, simultaneamente, reconhecer e valorizar do ponto de vista curricular a sua participação nestas atividades. As atividades contempladas devem contribuir para que o aluno desenvolva espírito de iniciativa, capacidade de comunicação oral e escrita, capacidade de trabalho individual e em grupo, capacidade de gestão e liderança e conhecimentos e competências organizacionais e sociais, reforçando a sua maturidade, sentido de responsabilidade e profissionalismo.

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

The objective of this curricular unit is to encourage students to participate in extracurricular activities with strong formative content and, simultaneously, to recognize and to value their participation in these activities. The activities envisaged must contribute to the development of the student's entrepreneurship skills, his capacity of oral and written communication, individual and team work capacity, management and leadership skills and organizational and social skills, reinforcing his maturity, sense of responsibility and professionalism.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

A disciplina não terá aulas convencionais, mas será acompanhada por docentes. Entre as atividades aceites para valorização no seu âmbito, incluem-se a organização e participação em ações de divulgação do curso, realização de seminários, participação em atividades de I&D, apresentação de comunicações em reuniões científicas ou pedagógicas, atividades de extensão universitária, etc.

3.3.5. Syllabus:

The curricular unit will not have conventional classes, but the students activities will be supervised by teachers. The activities accepted in scope of this discipline include the organization and participation in the course dissemination

activities, seminars, participation in R&D activities, presentation of communications in scientific or educational meetings, university extension activities, etc.

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

As actividades previstas nos conteúdos programáticos aceites para esta UC são actividades que estimulam o desenvolvimento criativo de capacidades de comunicação, apresentação, organização, gestão e liderança - competências que se consideram essenciais para o bom desempenho de qualquer profissional de Engenharia, permitindo atingir os objectivos propostos.

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

The activities predicted in the syllabus that are accepted for this discipline are activities that stimulate the creative development of personal communication, presentation, organization, management and leadership capacities by the student - skills that are considered essential for the proper performance of a modern engineer, allowing achieving the objectives proposed.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A aquisição de conhecimentos é efectuada pela experiência de participação, organização ou gestão de actividades extracurriculares - learning by doing

Embora as actividades possam ser realizadas individualmente ou em grupo, a avaliação é individual e poderá ser efectuada:

- *A efectiva realização da actividade, exigindo-se um certificado de participação*
- *relatório de actividades, sintético, descrevendo as actividades realizadas, e experiências obtidas por cada aluno.*
- *apresentação pública do projecto e dos respectivos resultados*

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The acquisition of knowledge is carried out by the experience of participation, organization and management of extracurricular activities - learning by doing.

Although the activities can be carried out individually or in groups, the assessment is individual and can be made through:

- *the effective implementation of the activity, requiring the presentation of a participation certificate*
- *activities report, describing the activities carried out and the experience gained by the student*
- *public presentation of the project and its results*

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

As metodologias de learning-by-doing permitirão expor o aluno a situações e actividades profissionais concretas que lhe permitirão desenvolver as competências propostas de forma directa.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The learning-by-doing methodologies in which the student is exposed to specific professional situations or activities will allow the direct development of the skills proposed.

3.3.9. Bibliografia principal:

n.a.

Mapa IV - Corrosão e Desgaste/Corrosion and Wear

3.3.1. Unidade curricular:

Corrosão e Desgaste/Corrosion and Wear

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Rui Mário Correia da Silva Vilar (35 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

João Carlos Salvador Fernandes (35 h)

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

Pretende-se que o aluno saiba identificar os principais mecanismos de degradação química (corrosão) e devida a

desgaste de materiais. O aluno deverá: conhecer e compreender os métodos a utilizar para a proteção da corrosão (excluindo revestimentos); conhecer os principais métodos e parâmetros de caracterização topográfica de superfícies; os factores que afectam o coeficiente de atrito; identificar regimes de desgaste e seleccionar soluções de lubrificação; identificar mecanismos de desgaste por análise das condições a que o componente está submetido e por observação da superfície desgastada; efetuar previsões do tempo de vida de um componente sujeito a desgaste e/ou corrosão..

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

It is intended that the student learns how to identify the main degradation mechanisms due to corrosion and wear. The student should: know and understand the methods to be used for corrosion protection (excluding coatings); know the main methods and parameters for topographic characterization of surfaces; understand the factors affect the coefficient of friction; identify wear regimes and select lubrication solutions; identify wear mechanisms by analyzing the conditions to which the component is subjected and by observing the worn surface; make lifetime predictions of a component submitted to wear and/or corrosion; know how to act in order to minimize deterioration.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Degradação superficial de materiais.

Corrosão. Introdução. Importância social e económica. A electroquímica da corrosão. Termodinâmica e cinética. Passivação. Tipos de corrosão; degradação de cerâmicos e polímeros. Corrosão atmosférica, marinha, no betão, em ambiente de oil & gas. Proteção anticorrosiva: seleção de materiais e projeto; inibidores de corrosão; proteção catódica e anódica.

Desgaste. Introdução. Superfícies de sólidos. Topografia: rugosidade, parâmetros e técnicas de medida. Mecânica do contacto: contactos singulares, elásticos e plásticos. Áreas nominal e real de contacto, modelo de Greenwood e Williamson, índice de plasticidade. Atrito. Leis. Coeficiente de atrito. Lubrificação (hidrostática, hidrodinâmica, mista e por camada limite). Lubrificantes sólidos. Desgaste por deslizamento: lei de Archard, mecanismos e mapas de desgaste. Desgaste abrasivo: eq. de Rabinowicz, mecanismos. Desgaste triboquímico. Erosão. Fadiga de superfícies. Outros tipos de desgaste. Aplicações.

3.3.5. Syllabus:

Surface degradation of materials.

Corrosion. Introduction. Social and economic importance. The electrochemistry of corrosion. Thermodynamics and kinetics. Passivation. Types of corrosion; ceramic and polymer degradation. Atmospheric, marine, concrete, oil & gas environment corrosion. Corrosion protection: materials selection and design; corrosion inhibitors; cathodic and anodic protection.

Wear. Introduction. Solid Surfaces. Topography: roughness, parameters and measurement techniques. Contact mechanics: singular elastic and plastic contacts. nominal and real contact areas, Greenwood and Williamson's model, plasticity index. Friction. Laws. Coefficient of friction. Lubrication (hydrostatic, hydrodynamic, mixed and boundary layer). Solid lubricants. Sliding wear: Archard's law, mechanisms and wear maps. Abrasive wear: Rabinowicz's equation, mechanisms. Tribo chemical wear. Erosion. Surface fatigue. Other types of wear. Applications.

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

Os conteúdos programáticos estão em sintonia com os objectivos desta unidade curricular uma vez que cobrem todos os tópicos mencionados nesses objectivos.

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

The program is in agreement with the objectives because it covers the full range of topics included therein.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino desta UC envolve a realização de aulas teóricas onde são apresentados e discutidos os conceitos teóricos e os fundamentos da corrosão, do contacto entre superfícies e do desgaste. Estas aulas são acompanhadas de um ensino prático com a resolução de exercícios e de uma elevada componente laboratorial.

Avaliação: testes ou exame final (50% e relatórios de trabalhos práticos (50%). A aprovação na UC requer uma nota mínima de 10 valores em cada uma destas duas componentes de avaliação.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching of this course involves theoretical lectures in which concepts and the fundamentals of corrosion, contact between surfaces and wear are presented and discussed. These classes are accompanied by a practical component that involves the resolution of exercises and laboratory classes.

Evaluation: tests or final exam (50% and practical work reports (50%) Approval at UC requires a minimum grade of 10 in each of these two evaluation components..

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular está assegurada pelas suas três componentes (teórica e de resolução de problemas, avaliadas através de testes ou exame final, e laboratorial, avaliada através dos relatórios), que cobrem os vários aspectos focados ao longo da aprendizagem da disciplina. Pretende-se que os alunos demonstrem conhecimentos teóricos mas também retenham os aspectos práticos adquiridos nas aulas laboratoriais.

Esta metodologia permitirá preparar adequadamente os alunos, motivando-os para aprofundarem mais os temas de modo a melhor assimilarem a teoria e preparando-os com as competências necessárias para poderem ter um abordagem crítica dos tópicos que analisarem.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The coherence of the teaching methodologies of the course unit with its objectives is ensured by the three different components (theoretical and problem solving, evaluated through tests or final exam, and laboratory, evaluated through the reports), which cover the main aspects taught in the course. It is intended that the students acquire theoretical knowledge while also retaining the practical aspects learned in the practical and laboratory classes.

This methodology will allow preparing the students adequately, motivating them to the individual in-depth study of the topics, in order to best assimilate the theoretical concepts and giving them the necessary tools to perform a critical approach of the topics studied.

3.3.9. Bibliografia principal:

Princípios da Corrosão Electroquímica, Mário G.S. Ferreira, 1998, IST

Corrosion Engineering, M.G. Fontana, 1987, 3rd edition, McGraw-Hill Book Company

Tribology: friction and wear of engineering materials, M. Hutchings, 1992, Edward Arnold

Introduction to Tribology, B. Busham, 2002, John Wiley and Sons

Mapa IV - Tecnologia de Superfícies e Revestimentos/Surface and Coatings Technology

3.3.1. Unidade curricular:

Tecnologia de Superfícies e Revestimentos/Surface and Coatings Technology

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Rui Mário Correia da Silva Vilar (40 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

João Carlos Salvador Fernandes (30 h)

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

Pretende-se que o aluno adquira conhecimentos sobre os principais tipos de tratamentos de superfície, respectivas tecnologias e campos típicos de aplicação dos mesmos, em particular de revestimentos para proteção da degradação de materiais.

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

Students should acquire knowledge on the main types of surface treatments and technologies and the respective fields of application, in particular of coatings for protection against materials degradation.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Princípios gerais e métodos operacionais da Engenharia de Superfícies.

Tratamentos de superfícies de materiais. Texturização superficial. Tratamentos superficiais por laser. Deposição de filmes finos. Métodos físicos de deposição em fase vapor: evaporação, sputtering, técnicas assistidas por plasma.

Métodos químicos de deposição em fase vapor, técnicas assistidas por plasma. Implantação iónica. Projeção térmica.

Revestimentos anticorrosão: preparação de superfícies.

Revestimentos orgânicos: tintas e vernizes; proteção por pintura; constituição e mecanismos de secagem da tinta; sistemas de pintura.

Revestimentos inorgânicos. Revestimentos metálicos: classificação quanto à proteção e função do método de aplicação: electrodeposição; projeção ou metalização; folheação; imersão; difusão, via química e técnicas de vácuo.

Revestimentos não metálicos: tratamentos de conversão (fosfatação, cromatação) e anodização (anodização do Al, características dos óxidos anódicos, selagem e coloração).

3.3.5. Syllabus:

General principles and operational methods in Surface Engineering.

Surface treatment of materials. Surface texturing. Laser surface treatments. Thin films deposition. Physical vapor deposition methods: evaporation, sputtering, plasma-assisted techniques. Chemical vapor deposition methods, plasma-assisted techniques. Ion implantation. Thermal deposition.

Anti-corrosion coatings: surface preparation.

Organic coatings: paints and varnishes; protection by painting; paint constitution and drying mechanisms; paint systems.

Inorganic coatings. Metallic coatings: classification based on the protective effect and as a function of the application method: electroplating; projection or plating; foliation; immersion; diffusion, chemical methods and vacuum techniques. Non-metallic coatings: conversion treatment (phosphating, chroming) and anodizing (anodizing of Al, characteristics of the anodic oxide, sealing and staining).

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos programáticos estão em sintonia com os objectivos desta unidade curricular uma vez que cobrem todos os tópicos mencionados nesses objectivos.

3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The program is in agreement with the objectives because it covers the full range of topics included therein.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
O ensino desta UC centra-se em aulas teóricas de exposição da matéria, apoiadas numa componente prática experimental forte, desenvolvida na forma de trabalhos práticos e aulas de demonstração.

Avaliação: A avaliação será efectuada por teste ou exame final e por trabalhos práticos. A classificação final será a média entre a nota do exame/testes e a nota obtida nos trabalhos práticos (relatório, apresentação e discussão pública), sendo que, para haver aprovação, nenhuma das duas classificações (trabalho e exame ou testes) poderá ser inferior a 10 valores.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):
The course involves theoretical lectures where the fundamentals of the program contents are presented, supported on a strong experimental practical component developed in the form of practical work and demonstration classes.

Assessment: the assessment will be carried out by tests or a final exam and practical work. The final mark will be the average of the exam/tests and the mark from the practical work (report, presentation and public discussion). Approval in the course requires approval (mark of 10 values or above) in both evaluation components (work and exam/test).

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Esta unidade curricular envolve um nível elevado de demonstração/utilização de equipamentos laboratoriais de modo a preparar adequadamente os alunos, motivando-os para aprofundarem mais os temas de modo a melhor assimilarem os conceitos aprendidos, conferindo-lhes as competências necessárias para poderem ter um abordagem crítica dos tópicos analisados, em total coerência com os objectivos propostos.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
This course involves a high level of demonstration/use of laboratory equipment in order to adequately prepare students, motivating them for a in-depth study of syllabus contents in order to better assimilate the concepts learned, and conferring students the necessary competences for a critical analysis of the topics, in full coherence with the proposed objectives.

3.3.9. Bibliografia principal:
Principles and Prevention of Corrosion, D.A. Jones, 1996, 2nd Edition, Prentice Hall, NJ
Engineering Coatings: design and application, S. Grainger and J. Blunt, 2nd edition, 1998, Abington Publishing

Mapa IV - Modelação em Engenharia de Materiais/Modelling in Materials Engineering

3.3.1. Unidade curricular:
Modelação em Engenharia de Materiais/Modelling in Materials Engineering

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:
Augusto Manuel Moura Moita de Deus (43 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

José Carlos Garcia Pereira (20 h)

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

O aluno deverá adquirir competências: na modelação de fenómenos e processos em Ciência e Engenharia de Materiais; em métodos de modelação; em programação avançada e na utilização de software especializado; no desenvolvimento e utilização de modelos matemáticos como ferramenta de projeto e de compreensão das inter-relações entre processamento, estrutura, propriedades e comportamento dos materiais.

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

The students should acquire knowledge: -on modelling skills addressing the phenomena and processes typical of Materials Science and Engineering; -on modelling methods; -on advanced programming skills and use of specialized software packages; -on development and use of mathematical models as a design tool, as well as in developing insight in the inter-relationships among processing, structure, properties and behaviour of materials.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução à modelação em ciência e engenharia de materiais. Definição de modelo. Modelação e simulação. Simplificação de modelos e análise de escalas (scaling).*
- 2. O método das diferenças finitas. Estabilidade das soluções numéricas. Malhas. O método do volume finito. Software.*
- 3. O método dos elementos finitos. Introdução. Resolução de problemas unidimensionais de valores de fronteira. Formulação fraca de Galerkin. Elementos unidimensionais. Conectividade. Problemas bidimensionais. Elementos lineares e quadráticos. Malha. Problemas tridimensionais. Software comercial e GPL.*
- 4. Modelação atomística. Introdução. Mecânica molecular e métodos ab-initio. Monte-Carlo, dinâmica molecular, Hartree-Fock, teoria de densidade funcional. Algoritmos de dinâmica molecular.*
- 5. Autómatos celulares. Redes neuronais. Tipos de regras de configuração: modelos de Schrandt e de Ulam. O jogo Life.*
- 6. Tópicos avançados. Programação C. Optimização e problemas inversos. Seminários.*

3.3.5. Syllabus:

- 1. Introduction to the modelling in materials science and engineering. Relationship between design, manufacture and modelling. Comparison between physical and empirical models. Estimation and scaling.*
- 2. Finite differences methods. Stability of the solutions. Meshes. Applications in software.*
- 3. . Finite element methods. Introduction. Unidimensional elements. Connectivity. Quadratic elements. 2D and 3D problems. Commercial software.*
- 4. Molecular mechanics and ab-initio atomistic modelling methods, molecular dynamics, Monte-Carlo, Hartree-Fock, density functional theory. Use of materials databases*
- 5. Cellular automata. Neural networks. Use of commercial and free modelling software. Configurations: Schrandt and Ulam. Game Life.*
- 6. Advanced topics.C programing. Micro-and macromechanics (multiscale) modelling. Seminars.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais.

Avaliação:

50% da classificação do exame final (nota mínima: 9,5) + 20% da classificação dos trabalhos práticos, cobrindo aspectos gerais das várias técnicas descritas + 30% da classificação do trabalho final (mini-projecto), envolvendo o uso aprofundado de uma técnica de simulação

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methodologies are based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work.

Assessment:

50% of final exam grade (minimum: 9,5) + 20% of coursework, covering the range of techniques + 30% of mini-project, featuring an in-depth use of a simulation technique.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá atingir os objetivos propostos para esta UC.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, proposed for the UC.

3.3.9. Bibliografia principal:

Computational materials science: the simulation of materials microstru: D. Raabe 1998 Wiley-VCH: Weinheim, New York
Computer Simulation of Liquids: M.P. Allen and D.J. Tildesley 1989 Oxford Science Publications, Oxford
Numerical Modeling in Materials Science and Engineering : Michel Rappaz, Michel Bellet, Michel Deville 2002 Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co.
University library system online catalog: <http://bibliotecas.utl.pt>: . 2016
An Introduction to the Finite Element Method: J.N. Reddy 1985 McGraw-Hill
Understanding molecular simulation: from algorithms to applications: D. Frenkel and B. Smit, 2nd edition, 2002, Academic Press, San Diego

Mapa IV - Materiais Naturais/Natural Materials**3.3.1. Unidade curricular:**

Materiais Naturais/Natural Materials

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria Emília da Encarnação Rosa (50 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Pedro Miguel Gomes Abrunhosa Amaral (20 h)

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

Nesta unidade curricular serão abordados os materiais lenhocelulósicos e as rochas. Será estudada a sua constituição química e estrutural e estabelecidas as relações com as propriedades e as tecnologias de processamento destes materiais. O aluno deverá adquirir conhecimentos sobre a estrutura, propriedades e aplicações dos materiais naturais tais como rochas, madeiras, cortiça e papel. O aluno deverá identificar o processamento destes materiais no sentido de contribuir para o desenvolvimento de novos produtos.

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

In this course the lignocellulosic materials and rocks will be addressed. The chemical and structural constitution of these materials will be studied in relation with the properties and processing technologies of these materials. The student should acquire knowledge about the structure, properties and applications of natural materials, such as rocks, wood, cork and paper. The student must identify the processing methods of these materials aiming at contributing to the development of new products.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Material natural: definição e exemplos (madeira e cortiça, peles, osso, fibras naturais (algodão, seda, lã), rochas). **Materiais lenhocelulósicos.** Exemplos; propriedades; importância económica. **Materiais celulares:** cortiça: formação; composição; estrutura; defeitos; propriedades; processamento e utilizações. **Madeira:** formação; composição; estrutura; defeitos; propriedades; degradação e preservação; processamento e utilizações; papel. **Outros materiais lenhocelulósicos.**
Rochas. Tipos e estrutura; denominações técnicas e comerciais; aplicações e impacto económico. **Propriedades físicas, mecânicas e métodos de ensaio.** **Pedra Natural e Dimensional:** processamento; produtos e aplicações; características que afectam a aplicação; alterabilidade; degradação; proteção e conservação. **Novos materiais e produtos de pedra natural:** design e selecção; reforço e dimensionamento; compósitos à base de pedra. **Ciclo de Vida:** impacte ambiental; conservação, limpeza e restauro; valorização.

3.3.5. Syllabus:

Natural material: definition and examples (wood and cork, furs, bone, natural fibers, rocks).

Lignocellulosic materials. Examples; properties; economic importance and uses. Cellular materials: Cork: formation; composition, structure; defects; properties; processing; applications. Wood: formation; composition; structure; defects; properties; degradation and preservation; processing and uses; paper. Other lignocellulosic materials.

Rocks. Types and structure; technical and commercial denominations; applications and economic impact. Properties: physical, mechanical and test methods. Natural and dimension stone: processing; products and applications; characteristics affecting applications; alterability; causes and effects of environmental degradation; protection and conservation methods. New stone materials and products: design and selection; reinforcement and dimensioning; stone composites. Life cycle: environmental impact; conservation, cleaning and restoring; valorisation.

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

Os conteúdos programáticos incluem os conceitos fundamentais de estrutura, propriedades e processamento de dois tipos de materiais naturais com maior relevância tecnológica (materiais lenhocelulósicos e rochas). Trata-se de transmitir conceitos gerais de Materiais Naturais que permitam ao aluno compreender as relações entre a estrutura, as propriedades e o processamento deste tipo de materiais, o que está alinhado com os objectivos de aprendizagem apontados.

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

The syllabus includes fundamental concepts of the structure, properties and processing of the two types of natural materials with highest technological relevance (lignocellulosic materials and rocks). This is to convey general concepts of natural materials that allow the student to understand the relationships between the structure, properties and processing of such materials, which is aligned with the indicated learning objectives.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular tem componente teórica onde é leccionada a matéria, componente de resolução de problemas que ilustram a matéria teórica e componente laboratorial onde são realizados trabalhos laboratoriais. Poderá ser realizado uma monografia sobre um tema proposto pelo aluno e aceite pelo docente, que será apresentada oralmente e classificada.

Avaliação: Exame Final. A nota mínima para aprovação será de 10 valores (escala 0-20). Haverá uma 2ª data de exame para quem não obtiver aprovação na 1ª época. Os alunos elaborarão uma monografia sobre materiais biológicos/celulares/rochas que será apresentada oralmente e classificada. A classificação final (NF) será calculada através da expressão: $NF = 0,75 EF + 0,25 R$ em que EF = classificação do exame final e R = classificação final da monografia (após discussão).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The course has a theoretical component where the contents are taught, followed by problem-solving classes exemplifying theoretical contents and laboratory classes where laboratory assignments are undertaken. A monograph on a topic proposed by the student and accepted by the teacher can be undertaken. The monograph will be presented orally and classified.

Assessment: Final Exam. The minimum grade in the final exam is 10 (scale 0-20). There will be a second final exam for those students who had not been approved in the first evaluation. A monograph on lignocellulosic/cellular materials/rocks chosen by the student will be presented orally and classified. The final mark (NF) is given by: $NF = 0.75 EF + 0.25 R$ where: EF = mark obtained at the final exam and R = mark obtained in the monograph (after discussion).

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

Os métodos de ensino e de avaliação foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente no domínio dos Materiais Naturais, assegurando a conformidade com os objectivos da unidade curricular.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching and evaluation methods have been designed to allow students to develop a wide range of knowledge on Natural Materials and ensure compliance with the course objectives.

3.3.9. Bibliografia principal:

Cellular Solids. Structure and Properties - Second edition: L.J. Gibson and M.F. Ashby, 1997, Cambridge University Press, Cambridge, UK

Timber: Its Nature and Behaviour - Second Edition: J.M. Dinwoodie, 2002, CRC Press, New York

Science and Technology of Wood. Structure, Properties, Utilization: G. Tsoumis, 1991, Van Nostrand Reinhold, New York

York

A Cortiça: M.A.Fortes, M.E. Rosa e H.Pereira, 2004, IST Press, Lisboa

Practical Rock Mechanics: Steve Hencher, 2015, CRCPress, New York

Earth Materials Introduction to Mineralogy and Petrology: Cornelis Klein and Anthony R. Philpotts, 2012, Cambridge University Press, Cambridge, UK

Mapa IV - Tecnologia Mecânica/Mechanical Processing of Materials

3.3.1. Unidade curricular:

Tecnologia Mecânica/Mechanical Processing of Materials

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Paulo António Firme Martins (42 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria Beatriz Cipriano de Jesus Silva (21 h)

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

Apresentar os fundamentos teóricos das teorias da plasticidade e do atrito, desgaste e lubrificação aplicadas aos processos de fabrico e fornecer conhecimentos gerais no domínio do processamento mecânico de materiais metálicos. Pretende-se desenvolver no aluno a capacidade para seleccionar um processo de fabrico, para sugerir eventuais alterações na concepção do produto em face do processo de fabrico e de outros requisitos e para seleccionar as matérias-primas e os materiais para as ferramentas mais adequados.

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

The course will produce a good understanding of the general plasticity, friction, wear and lubrication theories applied to manufacturing processes and will enable the students to acquire a general knowledge of metal forming, shearing/blanking and metal cutting. The course will enable students to acquire a general knowledge on mechanical processing of materials in order to identify process possibilities, select realistic materials, determine geometric possibilities, tolerances and surfaces and to suggest/modify relevant processes in a given production situation.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1.Introdução aos processos de fabrico. 2.Teoria da plasticidade e viscoplasticidade. 3.Aspectos fenomenológicos do comportamento rígido-plástico, elasto-plástico e elasto-viscoplástico de materiais metálicos. 3.1.Ensaio de caracterização mecânica e de enformabilidade. 3.2.Influência da temperatura e da velocidade de deformação. 3.3.Equações empíricas ten-ext/vel de deformação. 4.Atrito, desgaste e lubrificação. 4.1.Ensaio de caracterização tribológica. 4.2.Noção de coeficiente de atrito e de factor de atrito. 5.Métodos da energia uniforme e da fatia elementar. 6.Processamento mecânico de materiais metálicos. 6.1.Intr aos processos tecnológicos de deformação plástica na massa. 6.2.Intr aos processos tecnológicos de deformação plástica de chapa. 6.3.Intr aos processos tecnológicos de corte de chapa. 6.4.Intr aos processos tecnológicos de maquinagem. 7.Selecção de tecnologias de processos mecânicos. Tópicos ambientais.

3.3.5. Syllabus:

1.General introduction to manufacturing processes. 2.Plasticity and viscoplasticity. 3.Phenomenological topics in the mechanical behaviour of materials. 3.1.Mechanical and formability testing of materials. 3.2.Temperature and strain-rate sensitivity. 3.3.Stress-strain/strain-rate relationships. 4.Friction, wear and lubrication. 4.1.Friction testing of materials and lubricants. 4.2.Friction coefficient and friction factor. 5.Analysis based on the ideal work and slab methods (application to manufacturing processes). 6.Mechanical processing of materials. 6.1Fundamentals of bulk metal forming. 6.2.Fundamentals of sheet metal forming. 6.3.Fundamentals of shearing/blanking and fine blanking. 6.4.Fundamentals of metal cutting: orthogonal metal cutting and turning. 7.Selection of mechanical processing technologies based on specifications related to materials, geometries, tolerances, surfaces, batch size and production costs. Environmental topics.

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

O conteúdo programático abrange os fundamentos da teoria da plasticidade e do atrito aplicados ao processamento mecânico de materiais, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos anteriores no domínio da mecânica dos sólidos e da ciência dos materiais e adquirir novos conhecimentos no domínio dos processos de fabrico.

A unidade curricular procede à apresentação dos fundamentos teóricos e das aplicações práticas complementadas

com uma componente laboratorial/experimental que permite desenvolver no aluno a capacidade para seleccionar o processo de fabrico mais adequado à produção de um determinado produto tendo em consideração as especificações de projecto relativas à geometria e precisão dimensional, às características físico-químico-mecânicas dos materiais e aos constrangimentos de natureza económica relacionados com a série de produção, o custo dos materiais e das ferramentas e a utilização ou aquisição de máquinas ferramenta.

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

The syllabus covers key topics of plasticity and friction applied to the mechanical processing of materials that enable the student to revise and extend previous knowledge in solid mechanics and materials science and to acquire new knowledge in the field of manufacturing processes.

The course comprises the theoretical fundamentals and practical applications supplemented with laboratories that allow the student to develop the ability to select the most appropriate manufacturing process taking into consideration the design specifications related to geometry and dimensional accuracy, the physical, chemical and mechanical properties of the materials and the economic constraints related to the batch size, the cost of materials and tools and the utilization or purchase of machine tools.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A leccionação das aulas teóricas (3 h semanais) é apoiada em apresentações informatizadas e recorre a vídeos sobre os diferentes processos de fabrico. As aulas práticas (1 h semanal) assentam na resolução de exercícios dos quais uma parte significativa decorre de processos tecnológicos reais. As aulas laboratoriais (30 min/semana) são baseadas em ensaios experimentais que cobrem a totalidade da matéria e permitem que o aluno tome contacto com um conjunto muito diversificado de máquinas de ensaios e máquinas ferramenta.

A unidade curricular é avaliada por intermédio de exame final.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical lectures (3 hours per week) are supported by computer presentations and videos of different manufacturing processes. Exercise classes (1h per week) are mainly focused on real technological applications. Laboratory classes (30 min per week) are based on experimental tests that cover the entire course syllabus and allow the students to have a first contact with a significant number of testing machines and machine-tools.

The course is assessed by a final exam.

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

As metodologias de ensino e os livros de apoio às aulas teóricas, práticas e laboratoriais foram concebidos de modo a que o aluno possa adquirir conhecimentos sobre os principais processos tecnológicos de deformação plástica e corte suportados por uma sólida formação de base no domínio da teoria da plasticidade e do atrito e complementados com conhecimentos anteriormente adquiridos no domínio da mecânica dos sólidos e da ciência dos materiais. As aulas laboratoriais permitem que o aluno tenha contacto com processos de fabrico e equipamentos reais e contribui para aprofundar a ligação entre os conteúdos teórico-práticos e as aplicações tecnológicas.

A recomendação semanal de auto estudo apoiado em exercícios resolvidos visa desenvolver no aluno objectivos de aprendizagem centrados em boas práticas de estudo continuado ao longo do semestre e de autonomia na gestão do tempo de estudo que se espera de um aluno universitário que está prestes a iniciar a sua vida profissional.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodologies and textbooks that give support to lectures, exercise and laboratory classes were designed so that the student can acquire knowledge on key metal forming and cutting processes with a solid background in plasticity and friction complemented with previously acquired knowledge in solid mechanics and materials science. The laboratory classes stimulate the contact with real manufacturing processes and equipment, thereby, strengthening the link between theory and technological applications.

Self-support study based on recommended weekly exercises aims at developing good study habits and good practices of managing the time throughout the semester as it is expected from a university student who is about to start a professional career.

3.3.9. Bibliografia principal:

Tecnologia Mecânica – Tecnologia da Deformação Plástica, Vol I, Jorge Rodrigues e Paulo Martins, 2005, Escolar Editora

Tecnologia Mecânica – Tecnologia da Deformação Plástica, Vol II, Jorge Rodrigues e Paulo Martins, 2005, Escolar Editora

Apontamentos de Corte por Arranque de Aparas, Paulo Martins, 2005, IST

Mapa IV - Tecnologia de Materiais II/Materials Processing II

3.3.1. Unidade curricular:

Tecnologia de Materiais II/Materials Processing II

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Rui Manuel Amaral de Almeida (28 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

António Correia Diogo (28 h)

Ana Clara Lopes Marques (14 h)

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

O aluno deverá aprender os principais métodos de fabrico e tecnologias de processamento utilizadas na obtenção de vidros e de materiais poliméricos, perceber os princípios envolvidos necessários ao fabrico de produtos vítreos e poliméricos, estabelecer as relações entre as tecnologias de processamento e as propriedades dos produtos obtidos, avaliar as condicionantes de reciclabilidade no projeto e seleção de polímeros e vidros.

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

The student should acquired knowledge of the main manufacturing methods and processing technologies used to obtain glass and polymeric materials, understand the principles involved that are necessary for the manufacture of vitreous and polymer products, establish the relationships between processing technologies and the properties of the products obtained, assess the recyclability constraints in the design and selection of polymers and glasses.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Tecnologia de vidros. Introdução. Matérias primas para fabrico de vidros convencionais e especiais. Fabrico de vidros por fusão. Enformação e moldagem. fabrico de vidro oco e plano. Fabrico de fibras de vidro. Recozimento. Defeitos. Processamento de polímeros. Reologia dos fundidos em escoamentos fracos e fortes, isotérmicos e não-isotérmicos. Processos de mistura. Misturas e ligas poliméricas. Processamento contínuo: extrusão e calandragem. Processamento descontínuo: injeção, insuflação, termoformação, moldação por compressão, por transferência e rotacional. Processamento reativo. Relação processamento-propriedades. Polímeros reforçados. Pultrusão e enrolamento filamental. Sistemas multifásicos, misturas e ligas poliméricas. Formulação de plásticos e elastómeros. Reciclagem de polímeros. Análise dos fluxos de resíduos. Recolha, identificação e separação. Tecnologias de processamento e reciclagem. Análise do ciclo de vida. Projeto e seleção de polímeros para reciclagem.

3.3.5. Syllabus:

Glass processing. Introduction. Raw materials for manufacturing standard and special glasses. Manufacture of glass by melting. Forming and molding. Manufacture of hollow and flat glass. Manufacture of glass fibers. Annealing. Defects. Polymer processing. Rheology of the melts under weak and strong, isothermal and non-isothermal flows. Mixing processes. Mixtures and polymer alloys. Continuous processing: extrusion and calendering. Batch processing: injection, blowing, thermoforming, compression molding, transfer molding and rotational molding. Reactive processing. Processing-properties relationships. Reinforced polymers. Pultrusion and filament winding. Multiphase systems, blends and polymer alloys. Plastics and elastomers formulation. Polymer recycling. Analysis of waste flows. Collection, identification and separation. Processing and recycling technologies. Life cycle analysis. Design and selection of polymers for recycling.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais Serão ainda resolvidos exercícios de aplicação sobre alguns capítulos da matéria.

Avaliação: 2 testes ou exame final e relatórios de trabalhos.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts supported on intensive demonstration classes and experimental work. Some practical classes will be devoted to the solving of application exercises on specific topics.

Assessment: 2 tests or final exam and reports.

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

A metodologia de ensino acima descrita permitirá ao aluno adquirir os conhecimentos necessários, consolidados numa componente prática e experimental visando atingir os objetivos propostos para esta UC.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The above teaching methodology will allow the student to acquire the necessary knowledge consolidated by a practical and experimental component aimed at achieving the objectives proposed for this course.

3.3.9. Bibliografia principal:

*El Vidrio, 3ª Edição: José M. Navarro, 2003, Textos Universitarios, CSIC, Sociedad Española de Cerámica y Vidrio
Polymer Processing and Structure Development, A.N. Wilkinson and A.J. Ryan, 1999, Kluwer*

Mapa IV - Controle e Gestão da Qualidade/Quality Control and Management

3.3.1. Unidade curricular:

Controle e Gestão da Qualidade/Quality Control and Management

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

José Jorge da Cruz Fernandes (63 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

n.a.

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

Pretende-se que o aluno seja capaz de: conceber, implementar e auditar um sistema de gestão da qualidade numa empresa (Norma NP EN ISO 9001) ou de um laboratório (Norma NP EN 17025); aplicar métodos de controlo de qualidade de produtos; aplicar métodos de metrologia à análise de parâmetros da qualidade; estabelecer critérios e procedimentos de controlo estatístico de processo e de amostragem; compreender a influência dos factores humanos na motivação para a qualidade; calcular custos da qualidade.

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

The approved student must be able to: - design, implement and audit a quality system according the ISO 17025 and the ISO 9001 standards; - apply methods and procedures for calibrations (uncertainty, certificates of calibration, acceptance criterions); - apply procedures for enquiry based on samples and statistical process control; - understand the influence of the human factor in the quality; - calculate the quality costs.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Gestão da qualidade. Definições. 2. Gestão integrada da qualidade e de sistemas de controlo de produto e processos. Filosofias ou critérios básicos de garantia de qualidade. Sistema português da qualidade - Normas ISO 9001, 17025, 14001 e NP 4397. 3. Implementação de sistemas de gestão de qualidade. 4. Exemplos de controlo de qualidade de matérias primas, materiais, semi-produtos e produtos finais (ensaio não destrutivos). 5. Exemplos de auditorias de qualidade. 6. Higiene e Segurança do Trabalho. Gestão de pessoal. 7. Calibrações e incertezas. 8. Controlo estatístico do processo. Amostragem. 9. Custos da qualidade.

3.3.5. Syllabus:

1. The quality concept. Definitions (accreditation, certification, quality system, etc). Quality management systems. 2. The Portuguese quality system. The standards ISO 17025, ISO 9001, ISO 14001 and NP 4397. 3. How to design and implement a management quality system. 4. The quality control. 5. How to audit a quality system. 6. Occupational health and safety management systems. Staff management. 7. Calibrations and uncertainties. 8. Procedures for enquiry

based on samples and statistical process control. 9. Quality costs.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais.

*Avaliação: elaboração de um manual da qualidade e dois procedimentos de qualidade.
 Exames finais.*

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):
The teaching methodologies are based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work.

*Assessment: Preparation of a quality manual and two quality procedures.
 Final examinations.*

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino acima descrita permitirá cumprir os objetivos propostos para esta UC.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The teaching methodologies described above will allow to fulfill the intended learning outcomes.

3.3.9. Bibliografia principal:
*Quality Control and Total Quality Management, P L Jain, 2001, McGraw-Hill Education,
 Qualidade - Uma filosofia de gestão: C. Cruz e O. Carvalho 1998 Texto Editora
 Ergonomia projecto e produção: I. Lida 1999 Dina Livro
 Qualidade Total de Recursos Humanos: B. Base e C. Cooper 2000 Editorial Presença
 Manual de Higiene e Segurança do Trabalho na Indústria: R. Macedo 2001 Fundação Calouste Gulbenkian
 Séries de normas ISO 9001, ISO 17025, ISO 14001 e NP 4397: Instituto Português da Qualidade 2006 Instituto Português da Qualidade
 Princípios da gestão da qualidade: R. Fey e S. Gogue 1996 Fundação Calouste Gulbenkian*

Mapa IV - Reciclagem e Valorização de Resíduos/Recycling and Valorization of Solid Wastes

3.3.1. Unidade curricular:
Reciclagem e Valorização de Resíduos/Recycling and Valorization of Solid Wastes

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:
Fernanda Maria Ramos da Cruz Margarido (70 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:
n.a.

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta disciplina tem como objectivo familiarizar os alunos com os problemas económicos e ambientais relacionados com o consumismo das últimas décadas que conduziu a uma escassez de depósitos de alguns minérios, originando uma grande quantidade de resíduos e materiais para reciclar, bem como com as diferentes tecnologias de reciclagem de materiais e armanejamento de resíduos.

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

This course has been developed to provide students with an awareness of the methodology of dealing with waste management, clean technology and recycling. A major objective of the course is also to emphasize the importance of materials selection and materials design with regard to recycling.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução. Fontes de resíduos. Factores que caracterizam a perigosidade dos resíduos. Consequências de ordem económica e ambiental. Gestão dos resíduos numa Comunidade sem fronteiras internas. Regulamento sobre o transporte de resíduos sólidos. Gestão integrada de resíduos. Orientações fundamentais. Sistemas de eliminação de resíduos. Prevenção da produção de resíduos.*
- 2. Operações unitárias no processamento de metais secundários. Cominuição. Métodos de separação física.*
- 3. Processamento de resíduos metálicos fragmentados. Fragmentadores. Processamento não-magnético. Outros processos.*
- 4. Processamento de resíduos metálicos granulados. Pneus. Baterias. Sistemas de processamento termicamente assistidos.*
- 5. Processamento de resíduos sólidos urbanos.*

3.3.5. Syllabus:

- 1. Introduction.*
- 2. Unit operations in secondary metals processing. Comminution. Physical separation methods.*
- 3. The processing of fragmentized metal wastes. Shredders. Non-magnetic processing. Other processes.*
- 4. The processing of granulated metal wastes. Waste tyre processing. Battery processing. Thermally assisted processing.*
- 5. The processing of urban waste.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais.

Avaliação:

Opção 1 - Dois testes (nota mínima em cada teste 9,5 valores).

Opção 2 - Exame final.

Haverá uma segunda data de exame para quem não obtiver aprovação na primeira época.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methodologies are based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work.

Assessment:

Option 1 - Two midterm exams (minimum grade on each is 9.5).

Option 2 - Final exam.

There is also a second final exam for the students that had not been approved in the first evaluation

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

A metodologia de ensino acima descrita permitirá cumprir os objetivos propostos para esta UC.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodology described above will allow to fulfill the intended learning outcomes, proposed for the UC.

3.3.9. Bibliografia principal:

Recycling of Metals and Engineered Materials, Donald L. Stewart, James C. Daley, Robert L. Stephens (editors), 2000,

**TMS,
Ohio**

Mapa IV - Processos de Ligação/Joining Processes

3.3.1. Unidade curricular:

Processos de Ligação/Joining Processes

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria Luísa Coutinho Gomes de Almeida (21 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Inês da Fonseca Pestana Ascenso Pires (21 h)

Carlos Manuel Alves da Silva (21 h)

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

Pretende-se que os alunos adquiram um conjunto de conhecimentos actualizados sobre as técnicas de ligação de materiais metálicos e não metálicos que lhes permitam seleccionar o processo de ligação mais adequado para qualquer tipo de juntas metálicas, cerâmicas ou em plástico.

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

The subject regards knowledge transfer in the field of materials processing and transformation techniques focusing on joining processes with the aim of enabling the students to acquire updated knowledge on joining techniques for metals and non-metals. The students will be able to select a joining process for any joints in metal, plastic or ceramic materials.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Tipos de tecnologias de ligação. 2. Tecnologia de soldadura. 2.1. Fundamentos teóricos. 2.2. Soldadura por arco eléctrico. 2.3. Soldadura por resistência. 2.4. Soldadura oxigás e oxicorte. 2.5. Soldadura por feixes de elevada densidade de energia. 2.6. Brasagem e soldobrasagem. 2.7. Soldadura no estado sólido. 2.8. Aplicações práticas. 3. Soldabilidade de materiais. 3.1. Soldadura dos aços carbono, carbono manganês, baixa liga e microligados. 3.2. Soldadura dos aços inoxidáveis. 3.3. Soldadura dos ferros fundidos. 3.4. Soldadura de materiais não-ferrosos. 3.5. Soldadura de polímeros. 3.6. Soldadura de cerâmicos. 4. Tensões e deformações em construção soldada. 5. Tratamentos térmicos em soldadura. 6. Controlo de construção soldada. 7. Tecnologia da ligação por adesivos. 7.1. Fundamentos teóricos. 7.2. Tipos de adesivos. 7.3. Características das juntas coladas. 7.4. Aplicações práticas. 8. Tecnologia da ligação mecânica.

3.3.5. Syllabus:

1. Type of joining techniques. 2. Welding technology. 2.1. Theoretical background. 2.2. Arc welding processes. 2.3. Resistance welding. 2.4. Oxifuel welding and oxicutting. 2.5. High power beam welding. 2.6. Soldering and brazing. 2.7. Solid state welding. 2.8. Practical applications. 3. Weldability of materials. 3.1. Weldability of carbon steels, carbon manganese steels, low alloy steels and microalloy steels. 3.2. Weldability of stainless steels. 3.3. Weldability of cast iron. 3.4. Weldability of non-ferrous metals. 3.5. Weldability of polymers. 3.6. Weldability of ceramic materials. 4. Stress and strain in welded construction. 5. Heat treatment in welded construction. 6. Control in welded construction. 7. Adhesive bonding. 7.1. Theoretical background. 7.2. Types of adhesives. 7.3. Joint characteristics. 7.4. Practical applications. 8. Mechanical fastening.

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais conceitos, técnicas de ligação e sua influência nos diversos materiais, para os processos de ligação utilizados na indústria.

Transmitem-se conhecimentos referentes aos princípios básicos de funcionamento dos vários processos, suas vantagens e limitações. Aplicam-se os conhecimentos que se vão adquirindo na resolução de casos práticos e na utilização /demonstração de vários processos no Laboratório.

Pretende-se assim desenvolver competências para tratar problemas reais através de uma análise crítica das alternativas possíveis e seus efeitos no resultado final.

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

The programme content covers the main concepts of the different joining techniques and its influence in the base of materials, used in industry. Knowledge transfer is focus on the basic characteristics of the different process, its advantages and limitations its application in the resolution of practical cases and in use and demonstration of

several joining processes in the laboratory.

The result is the development of competencies for addressing real cases through a critical analysis of the different possible solutions and their effect in the final results.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, práticas e de laboratório, combinadas de modo a que os alunos possam apreender os conceitos teóricos, os fundamentos tecnológicos e aplicá-los em casos práticos.

A avaliação é realizada através da prestação dos alunos na parte prática (20%) e um exame final (80%).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The theoretical, practical and laboratory lectures, are combined to allow the students to get the basic concepts, the technological background and to apply these in practical cases.

The evaluation is twofold: practical performance (20%), theoretical exam (80%)

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

A metodologia utilizada vai de encontro às necessidades do mercado de trabalho, que se alteram rapidamente devido ao desenvolvimento tecnológico e das necessidades do mercado. Formar alunos de forma a serem capazes de abordar qualquer trabalho que envolva tecnologias de ligação, que lhe possa surgir na sua atividade profissional – fundamentos tecnológicos, análise crítica de casos, tomada de decisão ligando a implementação da melhor solução para cada caso.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The methodology followed meets the need of the labour market which changes with time due to technology development and market needs. Train students to be able to address any joining job that might come across in their professional life – fundamentals of technology, critical assessment of cases, decision making towards the implementation of best possible solution for the case.

3.3.9. Bibliografia principal:

Metalurgia da Soldadura, E.M. Dias Lopes, R. M. Miranda, Edições Técnicas do Instituto de Soldadura e Qualidade

Processos de Soldadura, José F. Oliveira Santos, Luisa Quintino, Edições Técnicas do Instituto de Soldadura e Qualidade

Adhesives Handbook, J. Shields, 3rd edition, 1985, Butterworths

Joining of Composite Matrix Materials, Mel M. Schwartz, 1994, ASM International

Mapa IV - Bioquímica e Biologia Molecular/Biochemistry and Molecular Biology

3.3.1. Unidade curricular:

Bioquímica e Biologia Molecular/Biochemistry and Molecular Biology

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Arsénio do Carmo Sales Mendes Fialho (42 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Ana Cristina Anjinho Madeira Viegas (11 h)

Jorge Humberto Gomes Leitão (10 h)

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

Na unidade curricular de BBM pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos fundamentais acerca da Bioquímica e Biologia Celular e Molecular, proporcionando a base para a compreensão dos conteúdos programáticos de UCs da especialidade da área das Ciências Biológicas previstas nos anos seguintes dos Currícula de vários cursos do IST. A UC inicia-se com uma introdução acerca da estrutura e função das principais macromoléculas biológicas, seguida por uma introdução ao metabolismo e à bioenergética. A UC foca ainda uma introdução ao estudo da Biologia Molecular, dando ênfase à forma como a célula armazena e expressa a informação genética. Nas aulas laboratoriais são introduzidas técnicas básicas de Bioquímica e Biologia Molecular, visando completar e aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos.

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

The goal of this course is to provide fundamental principles of Biochemistry, Cell and Molecular Biology, thereby

providing a foundation for further courses in the Biological sciences area. The course begins with an introduction of the general concepts about the structure and function of the major biological macromolecules, followed by an introduction to metabolic pathways and bioenergetics. Also, the course provides an introduction to Molecular Biology, with emphasis on how cells store and express genetic information. The laboratory classes introduce basic techniques of Biochemistry and Molecular Biology, designed to accompany the lectures.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Biologia Celular e Bioquímica-Evolução molecular pre-biótica. A célula procariota e eucariota. Diversidade celular. Estruturas celulares e função. Os domínios da vida. A molécula de água. Estrutura e função das macromoléculas biológicas. Aminoácidos, Proteínas. Enzimas. Cinética enzimática. Glúcidos; monossacáridos e polissacáridos. Ácidos gordos, triglicéridos, fosfolípidos e outros lípidos; membranas biológicas. Nucleótidos e Ácidos nucleicos (DNA e RNA). Glicólise e gluconeogénese. Descarboxilação oxidativa do piruvato. Ciclo do citrato. Transporte electrónico e fosforilação oxidativa. Vias de degradação dos lípidos e proteínas. Fotossíntese. Biologia Molecular-Estrutura do gene e do cromossoma. Mecanismos da replicação, reparação e recombinação do DNA. Transcrição e síntese proteica. Regulação da expressão genética-Em procariotas;Em eucariotas. Ciclo celular e seu controlo; mitose e meiose.

3.3.5. Syllabus:

Biochemistry and Cell Biology – Prebiotic molecular evolution. Prokaryotic and Eukaryotic cells. Cell diversity. Cell structure and function. The domains of life. The molecule of water: structure and properties. The structure and function of biological macromolecules. Amino acids, proteins, enzymes. Enzyme kinetics. Carbohydrates: mono and polysaccharides. Fatty acids, triglycerides, phospholipids and other lipids. Biological membranes. Nucleotides and nucleic acids (DNA and RNA). Glycolysis and gluconeogenesis. Oxidative decarboxylation of pyruvate. The Krebs cycle. The electron transport and oxidative phosphorylation. The pathways for catabolism of lipids and proteins. Photosynthesis. Molecular Biology - Structure of genes and chromosomes. Mechanisms of DNA replication, repair and recombination. Transcription and translation. Regulation of gene expression – in prokaryotes and in eukaryotes.

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

O conteúdo programático pretende disponibilizar, de uma forma integrada, os conceitos fundamentais da Bioquímica e da Biologia Celular e Molecular. Um particular ênfase é dado ao nível molecular, destacando-se inf acerca da estrutura e função das principais macromoléculas biológicas, a forma como estas se integram/interagem na célula e por sua vez como a célula se integra em sist multicelulares e organismos. As aulas lab conferem aos alunos uma aprendizagem acerca de algumas das técn básicas de Bioquímica e Biologia Molecular. Estas estão planeadas por forma a contribuir para a elucidação acerca da estrutura e função das principais moléculas biológicas. Os alunos (em grupos de três) irão preparar rel das aulas laborat, adquirindo deste modo conhecimento acerca da forma como se deve apres e interpretar os result experimentais.

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

The syllabus of this course is designed to address in an integrated way the fundamentals of Biochemistry, Cell Biology and Molecular Biology. Throughout the course a particular emphasis is placed at the molecular level and covers the structure and functions of the major biological macromolecules, how these molecules are integrated into cells, and how these cells are integrated into multi-cellular systems and organisms. The laboratory classes introduce students to the use of basic laboratory techniques of Biochemistry and Molecular Biology. They are designed to enhance students' understanding of the structure, function and properties of the major biological macromolecules. The students (groups of three) are required to prepare laboratory reports for each session, enabling them to gain confidence in presenting and interpreting experimental data.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino é realizado em aulas teóricas interactivas utilizando o PowerPoint e o vídeo. Em simultâneo, nas aulas laboratoriais, recorre-se à componente prática para elucidar e complementar os conceitos teóricos. São ainda disponibilizados aos alunos um conjunto alargado de material suplementar (recursos multimédia, vídeos) exemplificativos dos conteúdos lecionados nas aulas. Por fim os alunos são aconselhados a utilizarem a bibliografia indicada com vista a aperfeiçoarem os conhecimentos adquiridos.

Método de avaliação:

- Aulas teóricas: dois testes (nota mínima em cada um dos testes - 9,0 valores) (75% da nota final)
- Aulas de laboratório: as aulas de laboratório são de frequência obrigatória. Os alunos (grupos de três) devem preparar relatórios (25 % da nota final) relativos a cada um dos trabalhos propostos.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Teaching on the BBM course occurs through interactive lectures using technology such as PowerPoint and video. In addition, laboratory classes are designed to teach concepts and techniques through experimental learning. Additional assistance is provided through a number of computer-assisted learning tutorials. Students are

encouraged to direct their own learning and understanding through reading supporting references.

Evaluation method:

- *Theoretical part: two testes (minimum: 9.0 out of 20 for each one) or a final written exam (minimum: 9.0 points out of 20) (75% of final mark)*
- *Laboratory classes are compulsory. Students (group of three) should prepare written reports (25% of final mark).*

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

A forma como o programa teórico é ensinado, em conjunto com o trabalho laboratorial, possibilitam uma adequada leccionação dos conteúdos programáticos. No final de cada tópico da matéria teórica, o docente sumariza de forma integrada os conteúdos para deste modo facilitar a sua compreensão. Estimula-se os alunos para que possam, de forma independente, realizar trabalho suplementar de pesquisa/estudo, por forma a consolidar os assuntos estudados. No final do semestre, os alunos deverão ter adquirido, de uma forma integrada e coerente, os conhecimentos acerca de conceitos chave de Bioquímica e Biologia Celular e Molecular. Consideramos ser relevante que no final de cada semestre os alunos possam testemunhar acerca do modo de funcionamento da UC e deste modo permitir que possamos implementar as necessárias alterações visando aumentar o nível de qualidade da docência desta UC.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The exposition of the syllabus associated with the laboratory work allows an adequate explanation of the contents. At the end of each syllabus section, a summary feedback of the concepts will be given to students. Students are encouraged to undertake independent reading both to supplement and consolidate what is being taught/learned and to broaden their individual knowledge and understanding of the subject. At the end of the course, students should gain an integrated, coherent and basic knowledge of the key aspects of biochemistry, cell and molecular biology. Feedback from our students at the end of the semester is an essential to us in our efforts to ensure and further improve the high quality of our course.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Portal de ensino - e-escola/Biologia: Universidade Técnica de Lisboa - <http://www.e-escola.pt/site/index.asp>
Principles of Biochemistry, International Student Version: Voet, D., Voet, J.G. e Pratt, C.W. 2012 (4ª Ed), John Wiley & Sons, Inc.*

Mapa IV - Biomateriais/Biomaterials

3.3.1. Unidade curricular:

Biomateriais/Biomaterials

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

António José Boavida Correia Diogo (70 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

n.a.

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

Pretende-se que o aluno adquira formação especializada sobre as relações entre a microestrutura e propriedades dos diferentes tipos de materiais utilizados em engenharia biomédica e o seu desempenho funcional, com ênfase nos materiais utilizados em contacto prolongado com o organismo (implantes, próteses, tecidos). O aluno deverá compreender os mecanismos de interação entre os tecidos biológicos e os biomateriais.

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

It is intended that students acquire specialized training on the relationship between the microstructure and properties of different types of materials used in biomedical engineering and its functional performance, with emphasis on materials used in prolonged contact with the body (implants, prostheses, tissues). The student should understand the mechanisms of interaction between biological tissues and biomaterials.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. O que são biomateriais? Biomateriais metálicos. Aços inoxidáveis. Ligas Co-Cr. Ti e ligas. Materiais com memória de forma. Cerâmicos estruturais. Carbono. Alumina e zircónia estabilizada. Desgaste. Biopolímeros. Polietileno e polipropileno. Polímeros fluorados. Acrílicos. Implantes ortopédicos. Estrutura e propriedades do osso. Osteointegração. Dispositivos de fixação temporária. Implantes de substituição de articulações. Regeneração óssea.

Materials dentários. Estrutura e propriedades dos tecidos dentários. Materiais de restauração. Sistemas adesivos. Materiais para implantologia. Fabrico de implantes.

2. Interações tecidos-biomateriais. Adsorção de proteínas. Interações proteínas-células. Modificações superficiais: biológicas e físico-químicas. Efeitos do implante no hospedeiro e do hospedeiro no implante. Dano, inflamação, tecido granular, reação ao corpo estranho e fibrose. Resposta imunitária. Formação de tumores. Toxicidade sistémica e reações de hipersensibilidade. Coagulação.

3.3.5. Syllabus:

1. What are biomaterials? Metallic biomaterials. Stainless steels. Co-Cr alloys. Ti and alloys. Shape memory materials. Structural ceramics. Carbon. Alumina and stabilized zirconia. Wear. Biopolymers. Polyethylene and polypropylene. Fluoropolymers. Acrylics. Orthopedic implants. Bone structure and properties. Osseointegration. Temporary fixation devices. Joint replacement implants. Bone regeneration. Dental materials. Structure and properties of dental tissues. Restorative materials. Sdheseive systems. Materials for implantology. Manufacture of implants.

2. Tissue-biomaterial interactions. Adsorption of proteins. Protein-cell interactions. Surface modifications: biological and physico-chemical. Effects of the implant in the host and the host in the implant. Damage, inflammation, granular tissue, reaction to foreign body and fibrosis. Immune response. Tumor formation. Systemic toxicity, and hypersensitivity reactions. Coagulation.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais.

Avaliação: Relatórios e uma monografia.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work.

Assessment: Reports and a monograph.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá consolidar os conhecimentos adquiridos e atingir objetivos propostos.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work. This approach will allow consolidating the acquired knowledge and fulfilling the objectives proposed.

3.3.9. Bibliografia principal:

**Biomaterials - an Introduction, J.B. Park and R.S. Lakes, 1992, 2nd Edition, Plenum Press, New York
Biomaterials Science: Introduction to Materials in Medicine, B. D. Ratner, A. S. Hoffman et al., 1996, Academic Press, San Diego**

Mapa IV - Maquinagem/Metal Cutting

3.3.1. Unidade curricular:

Maquinagem/Metal Cutting

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Jorge Manuel da Conceição Rodrigues (40.0)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Rui Manuel dos Santos Oliveira Baptista (33)

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

Através desta disciplina pretende-se dotar o aluno com os conhecimentos necessários à análise da generalidade dos processos industriais de corte por arranque de aparta. Na primeira parte apresentam-se as bases teóricas e experimentais para os processos de maquinagem convencionais, como sejam o torneamento, a fresagem e a maquinagem com abrasivos. A segunda parte destina-se ao estudo dos processos de maquinagem não convencionais mais importantes, destacando-se a maquinagem de alta velocidade, a maquinagem de materiais não metálicos, a maquinagem elec-troquímica e a electro-erosão

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

The objective of the course is to provide the student with a set of skills that can be directly applied to industrial machining processes. The course is divided into two parts. The first part describes the theoretical and experimental fundamentals of conventional metal cutting processes such as turning, milling, drilling, broaching and machining with abrasive tools. The second part (shorter than the first) deals with important non-traditional metal cutting processes such as high speed machining, non-metallic machining, electrochemical machining (ECM) and electrical discharge machining (EDM).

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1.Introdução aos processos de maquinagem. 2.Torneamento. Princípios do torneamento. Ferramentas. Principais parâmetros de corte. Desgastes, avarias e vida das ferramentas. Fluidos de corte. Acabamento superficial. Economia do corte. 3.Fresagem. Princípios da fresagem. Ferramentas. Principais parâmetros de corte. Desgastes, avarias e vida das ferramentas. Fluidos de corte. Acabamento superficial. Economia do corte. 4.Outros processos de maquinagem: furação e brochagem. 5.Maquinagem com abrasivos. Tipos de maquinagem com abrasivos. Rectificação; princípios da rectificação, ferramentas, principais parâmetros de corte, desgastes, avarias e vida das ferramentas. Fluidos de corte. Acabamento superficial. Economia do corte. 6.Maquinagem de alta velocidade. 7.Maquinagem de materiais não metálicos. 8.Introdução aos processos de maquinagem não convencional. 8.1.Maquinagem electroquímica. 8.2.Electro-erosão. Aplicações.

3.3.5. Syllabus:

1.Introdução aos processos de maquinagem. 2.Torneamento. Princípios do torneamento. Ferramentas. Principais parâmetros de corte. Desgastes, avarias e vida das ferramentas. Fluidos de corte. Acabamento superficial. Economia do corte. 3.Fresagem. Princípios da fresagem. Ferramentas. Principais parâmetros de corte. Desgastes, avarias e vida das ferramentas. Fluidos de corte. Acabamento superficial. Economia do corte. 4.Outros processos de maquinagem: furação e brochagem. 5.Maquinagem com abrasivos. Tipos de maquinagem com abrasivos. Rectificação; princípios da rectificação, ferramentas, principais parâmetros de corte, desgastes, avarias e vida das ferramentas. Fluidos de corte. Acabamento superficial. Economia do corte. 6.Maquinagem de alta velocidade. 7.Maquinagem de materiais não metálicos. 8.Introdução aos processos de maquinagem não convencional. 8.1.Maquinagem electroquímica. 8.2.Electro-erosão. Aplicações.

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

Esta unidade curricular pretende fornecer aos alunos as bases necessárias ao estudo dos processos de maquinagem e de os dotar com capacidade para preparar operações de fabrico no âmbito destes processos. A sua formação compreende vertentes de natureza teórica e prática para os processos convencionais, como sejam o torneamento, a fresagem, a furação e a maquinagem com abrasivos. No âmbito do curso está ainda uma descrição dos processos de maquinagem não convencionais enfatizando o campo de aplicação e apontando as respectivas capacidades e limitações. Pretende-se que após completarem esta unidade curricular os alunos sejam capazes de preparar uma operação de fabrico tendo em consideração a qualidade superficial e tolerâncias dimensionais da peça, as condições económicas do corte e consumo de energia e características da máquina ferramenta.

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

This course is designed to provide students with the foundation skills needed for the study of the machining processes and to be able to use this knowledge for manufacturing and design decision making. The formation comprises theoretical and practical aspects of conventional metal cutting processes such as turning, milling, drilling and machining with abrasive tools. A brief overview of the non traditional machining processes, covering the fundamentals, capabilities and limitations, and applications is within the scope of the course. On completion of the unit students will be able to have the insight to the mechanics of metal cutting, apply the fundamentals and

principles of metal cutting to practical cases, evaluate machined workpiece surface finish and dimensional accuracy's, determine cutting forces and energy consumptions and estimate the lifetime of a cutter and have the knowledge to the design of cutting tool.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O programa da disciplina é ministrado através de aulas teóricas (3h por semana) e por aulas de problemas (1.5h por semana) onde são resolvidos problemas reproduzindo aplicações típicas.

A avaliação é efectuada através de um exame final escrito (70%) e por um projecto (30%) com apresentação oral, dedicado fundamentalmente aos processos de maquinagem não convencionais. Complementarmente, pode ser realizada uma prova oral (facultativa) para defesa de notas superiores a 17 valores.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Contents are taught through theoretical classes (3h per week) and problem-solving classes (1.5h per week) exemplifying theoretical contents, applied to typical cases of machining operations.

Assessment comprises a final written examination (70%) and a project with oral presentation (30%), related with non-traditional machining processes.

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

Os métodos de ensino e de avaliação foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento fundamental dos processos de maquinagem, assegurando simultaneamente os objetivos definidos para a unidade curricular. As metodologias de ensino aplicadas procuram uma participação efetiva dos alunos, encorajando-os a uma participação ativa na resolução e análise dos casos de estudo. A realização do projeto tem por finalidade capacitar os alunos tanto para o trabalho em grupo, como para a aprendizagem através de uma pesquisa autónoma.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Os métodos de ensino e de avaliação foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento fundamental dos processos de maquinagem, assegurando simultaneamente os objetivos definidos para a unidade curricular. As metodologias de ensino aplicadas procuram uma participação efetiva dos alunos, encorajando-os a uma participação ativa na resolução e análise dos casos de estudo. A realização do projeto tem por finalidade capacitar os alunos tanto para o trabalho em grupo, como para a aprendizagem através de uma pesquisa autónoma.

3.3.9. Bibliografia principal:

Tecnologia dos Processos de Corte, André J., Barata Marques, M.J.M., Mesquita R.M.D. e Rodrigues J.M.C, 1994, AEIST

Fresagem, Alves L. M. M.e Rodrigues J. M. C., 2000, IST

Mapa IV - Técnicas de Micro e Nanofabricação/Micro and Nanofabrication Techniques

3.3.1. Unidade curricular:

Técnicas de Micro e Nanofabricação/Micro and Nanofabrication Techniques

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas (49 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Diana Cristina Pinto Leitão (21 h)

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

Introdução às tecnologias de micro e nanofabricação utilizadas no fabrico de memórias magnéticas MRAMs, circuitos integrados, biosensores, cabeças de gravação e microsistemas.

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

Introduction to micro and nanofabrication techniques used for magnetic memories MRAMs, integrated circuits, biosensors, magnetic recording heads and MEMS.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1) Técnicas de litografia: óptica, feixe de electrões, feixe iónico e raios-X. Resolução e dimensões mínimas. Escrita

directa, multinível, máscaras duras. Requisitos da indústria. 2) Técnicas de Etching. 3) Lift-off: materiais, perfil da máscara fotosensível, perfil das estruturas definidas. 4) Deposição de metais: PVD, feixe iónico, evaporação. Materiais, taxa de deposição, adesão, contaminações, estequiometria, rugosidade, uniformidade, temperatura. Requisitos da indústria. 5) Deposição de dielétricos: CVD, PVD, feixe iónico. Estequiometria, espessura, taxa de deposição, adesão, contaminações, índice de refração, tensão de ruptura, rugosidade, uniformidade, temperatura. Requisitos da indústria. 6) Planarização local e global. 7) Caracterização: microscopia óptica e electrónica (SEM, HRTEM), forças atómicas (AFM), tensões, estrutura cristalina (difracção de raios-X), composição, elipsometria, perfilometria. 8) Aplicações: gravação magnética, MRAMs, biosensores e microsistemas.

3.3.5. Syllabus:

1) Lithography techniques: optical, e-beam, ion-beam, X-rays. Resolution and minimum features. Direct write, multilevel, hard masks. Industry requirements. 2) Etching: selectivity, rate, anisotropy/isotropy, minimum features. 3) Lift-off: materials, resist profiles, features profile. 4) Metal deposition: PVD, ion beam (IBD), evaporation. Materials, deposition rate, adhesion, contamination, chemical composition roughness, uniformity, temperature. Industry requirements. 5) Oxide deposition: CVD, PVD, Ion beam. chemical composition, thickness, deposition rate, adhesion, contamination, index of refraction, breakdown voltage, roughness, uniformity, temperature. Industry requirements. 6) Local and global planarization techniques 7) Characterization techniques: optical and electronic microscopy (SEM, HRTEM), atomic force (AFM), stress, crystalline structure (X-ray diffraction), composition, ellipsometry, profilometer. 8) Applications: magnetic recording, MRAM, biosensors and MEMS industries.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *Os conteúdos programáticos são os necessários no âmbito da unidade curricular para os estudantes desenvolverem as competências correspondentes aos objectivos curriculares estabelecidos.*

3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes: *The syllabus content is the one necessary for the students to develop the skills corresponding to the objectives proposed for the course.*

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais.

Projecto laboratorial, mini-testes e discussão oral.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work.

Assessment: Laboratory project, mini-tests and oral discussion.

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

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

3.3.9. Bibliografia principal:

Nanoelectronics and Information Technology, Advanced Electronic Materials and Novel Devices: Rainer Waser (Ed), 2003, Wiley-VCH

Mapa IV - Processos Extractivos/Extractive Processes

3.3.1. Unidade curricular:

Processos Extractivos/Extractive Processes

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Fernanda Maria Ramos da Cruz Margarido (70 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

n.a.

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

*O aluno deverá familiarizar-se com: - a existência dos diferentes tipos de matérias-primas (naturais e secundárias), e as vantagens da sua utilização;
- os problemas relacionados com o esgotamento dos principais recursos naturais, o factor energético na produção dos materiais, o aumento de resíduos e de materiais para reciclar;
- a formulação dos fenómenos físico-químicos que ocorrem durante os processos tecnológicos para a produção de materiais.*

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

Students must have solid knowledge, at the end of the course, about:

- the different types of raw materials (natural and secondary) and the profit of its utilization;*
- problems related with the natural resources exhausting, the energy consumption on the materials production, and the increasing of wastes and materials for recycling;*
- physical and chemical phenomena occurring during the technological processing.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução-Fluxogramas dos processos: objetivos. 2. Matérias-primas e produtos-Fontes de matérias-primas: minérios; materiais reciclados; resíduos industriais. Principais produtos das indústrias extractivas. 3. Operações unitárias de pré-processamento-Tratamentos físicos: Processos de redução de tamanho; Processos de selecção das partículas; Processos de aglomeração físicos e químicos. Análise de diagramas de processamento. 4. Processos pirometalúrgicos- Características gerais dos processos pirometalúrgicos. Formação de compostos. Produção de metais: a partir de óxidos metálicos; sulfuretos metálicos; cloretos. Processos de purificação do metal. Características dos reactores. Problemas ambientais e características económicas. 5. Processos hidrometalúrgicos-Princípios físico-químicos dos processos hidrometalúrgicos. Lixiviação. Purificação de soluções. Formação de compostos. Purificação metálica. Problemas ambientais e características económicas.

3.3.5. Syllabus:

1. Introduction-Process flowsheets. The aims of the processes. Process characteristics. 2. Sources and products-Ores. Recycled Materials. Partially Processed Materials. Summary of Source Characteristics. Products. Product Forms. Standards and Specifications. Marketing. Summary of Product Characteristics. 3. Unit operations of pre-treatment-Introduction. Physical treatment: Size reduction processes; Particle selection processes; Chemical and physical treatments. Analysis of process flowsheets. 4. Pyrometallurgy-General characteristics of pyrometallurgical processes. Compound formation. Metal production. Metal purification. Reactor characteristics. Environmental problems associated with pyrometallurgical processes. 5. Hydrometallurgy-General characteristics of hydrometallurgical processes. Leaching. Compound formation. Metal production. Metal purification. . Environmental problems associated with hydrometallurgical processes.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais.

Avaliação:

Opção 1- Dois testes (nota mínima em cada teste 9,5 valores).

Opção 2- Exame final.

Haverá uma segunda data de exame para quem não obtiver aprovação na primeira época.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methodologies are based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work.

Assessment:

Option 1- Two tests (minimum grade on each test is 9,5).

Option 2-Final exam.

There is also a second final exam for the students that had not been approved in the first evaluation.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino acima descrita permitirá cumprir os objetivos propostos para a UC..

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The teaching methodologies described above will allow to fulfill the intended learning outcomes proposed for this UC..

3.3.9. Bibliografia principal:

Principles of Extractive Metallurgy, Fathi Habashi, 1980, Gordon and Breach Publ., 2nd Ed

Process Selection in Extractive Metallurgy, P.C. Hayes, 1985, HAYES Publ

The Physical Separation and Recovery of Metals from Wastes vol.I, T.J. Veasey, R.J. Wilson and D.M. Squires, 1993, Gordon and Breach, Holanda

Mapa IV - Design e Seleção de Materiais/Materials Selection and Design

3.3.1. Unidade curricular:

Design e Seleção de Materiais/Materials Selection and Design

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:
Maria Amélia Martins de Almeida (70 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:
n.a.

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Pretende-se que o aluno adquira uma formação básica sobre metodologias de seleção de materiais e processos e seu enquadramento no desenvolvimento de produtos desde a concepção ao projeto e fabrico (como selecionar materiais e processos de fabrico para uma dada aplicação). No fim do curso o aluno deverá ser capaz de: compreender a complexidade do processo de seleção de materiais e processos utilizando critérios de funcionalidade, económicos e ambientais; desenvolver estratégias de abordagem a diversos casos de seleção baseada em ferramentas disponíveis no mercado; as limitações dessas ferramentas e desenvolver uma análise crítica dos resultados obtidos. pretende-se ainda que o aluno adquira uma ideia do tipo de investigação aplicada ao desenvolvimento de novos materiais.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
It is intended that students acquire a basic training on methods of materials and processes selection and their role in the development of products from conception to design and manufacturing (selecting materials and manufacturing processes for a given application). At the end of the course the student should be able: to understand the complexity of the materials and processes selection process using functional, economic and environmental criteria; to develop strategies to address the many cases of selection based on tools available on the market; to understand the limitations of these tools and develop a critical analysis of the results. The student should also get an insight into research applied to the design of new materials.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução. Desenvolvimento de produtos e design de produtos: design técnico e industrial. Custo, preço e valor de um produto. A seleção de materiais e processos no desenvolvimento de produtos.

2. Seleção de materiais e processos. Estratégias de seleção. Tradução e análise de quesitos de seleção. Índices de desempenho e do material. Hierarquização com objectivo. Seleção multicritério e objectivos em conflito. A seleção assistida por computador. Introdução ao CES. Bases de dados. Mapas de propriedades. Propriedades compostas.

3. Seleção usando critérios económicos e ambientais. Modelação de custos em seleção. Seleção com base na análise do ciclo de vida do produto. Parâmetros de controle do consumo global de energia e produção de CO2. Estratégias de seleção minimizando o consumo de matérias primas (recursos naturais), energia e emissões de CO2. A ferramenta de eco-auditoria.

4. Design de novos materiais. Seminários sobre investigação e desenvolvimento em novos materiais.

3.3.5. Syllabus:

- 1. Introduction. Product development and product design: technical and industrial design. Cost, price and value of a product. The selection of materials and processes in product development.**
- 2. Selection of materials and processes. Selection strategies. Translation and analysis of selection requirements. Performance and material indices. Ranking. Multi-criteria selection and objectives in conflict. The computer-assisted selection. Introduction to CES. Data-bases. Property maps. Composing properties.**
- 3. Selection using economic and environmental criteria. Cost modeling. Selection based on the analysis of the product life cycle. Control parameters for global energy consumption and CO2 production. Selection strategies minimizing the consumption of raw materials (natural resources), energy and CO2 emissions. The eco-audit tool.**
- 4. Design of new materials. Seminars on research and development in new materials.**

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

A sequência de conteúdos proposta tem o objectivo de transmitir ao aluno o papel da selecção de materiais e processos no desenvolvimento de produtos, dotando-o de ferramentas e metodologias de selecção optimizada com base nas propriedades dos materiais e características dos processos, mas também tendo em conta critérios económicos, ambientais e sociais. É também transmitido ao aluno uma visão global dos materiais e processos disponíveis actualmente, bem como as limitações existentes que conduzem à necessidade de desenvolver novos materiais e processos que permitam responder a novas solicitações. Esta temática é introduzida e são apresentadas diversas abordagens em curso em Portugal no desenvolvimento de materiais para diversos tipos de aplicações: energia, biomédicas, alimentares, electrónica e optoelectrónica, etc.

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

and processes selection in the context of product development, providing them with the tools and methodologies to perform an optimized selection project sustained on materials properties, process characteristics, economical, environmental and social criteria. A global overview of the scenario of materials and processes available in the market currently, the respective limitations that lead to the need of designing and developing new materials and processes capable of fulfilling requirements of new applications. This topic is introduced and several approaches to design and develop materials currently used in Portugal for several types of applications are presented: energy, biomedical, food, electronics and optoelectronics.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O curso funciona por exposição dos temas em aulas teóricas, sendo acompanhadas por aulas de resolução e análise de casos de estudo concretos. Parte das aulas desenvolve-se em ambiente laboratorial utilizando o software específico CES.

Haverá ainda um conjunto de aulas dedicadas a seminários sobre desenvolvimento de novos materiais proferidos por investigadores convidados.

A avaliação tem três componentes:

- 1) resolução de exercícios de selecção de materiais utilizando CES (30%);*
- 2) seminários sobre desenvolvimento de materiais com avaliação escrita (30%);*
- 3) projecto de desenvolvimento e selecção de materiais com apresentação oral e discussão (40%).*

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The course includes theoretical lectures and a number of practical sessions dedicated to the resolution and analysis of case studies. Some of these classes are carried out in computer laboratory environment using the specific software CES.

There will also be a set of classes devoted to seminars on new materials development given by invited researchers.

The assessment consists of three components:

- 1) resolution of materials selection exercises using CMS (30%);*
- 2) seminars on materials development with written evaluation (30%);*
- 3) project on materials selection and product development with oral presentation and discussion (40%).*

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

A metodologia acima descrita permite aos alunos adquirirem os conhecimentos e as ferramentas necessárias à resolução sustentada e optimizada de materiais e processos para uma dada aplicação com base nas propriedades e características dos materiais e processos existentes no mercado.

Permite também obter uma visão crítica das capacidades e limitações das soluções que é possível obter com os materiais e

processos actualmente existentes, e da necessidade de desenvolver novos materiais e processos que permitam dar resposta às solicitações das aplicações modernas em constante evolução no sentido de redução de custo, consumo de energia e recursos naturais, impacto ambiental, etc.

A temática do design de novos materiais é introduzida através de seminários realizados por docentes e investigadores

convidados de diversas instituições (Universidades e Unidades de Investigação) em Portugal, especialistas em investigação no desenvolvimentos de materiais para aplicações como a energia, biomédicas, alimentar, electrónica e optoelectrónica, etc. Esta metodologia permite aos alunos contactar com desenvolvimentos recentes e com as metodologias utilizadas no desenvolvimento de novos materiais

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The methodology described above allows students acquiring the necessary knowledge and tools for a sustainable optimized selection of materials and processes for a specific application based on properties and characteristics of currently existing materials and processes.

It allows also obtaining a critical view of the capabilities and limitations of solutions achievable with current materials and processes, and become aware of the need to design and develop new materials and processes able to comply with the increasing demands of modern applications in constant evolution for reductions in cost, energy and resources consumption, environmental impact, etc.

The topic of new materials design is introduced through a series of seminars presented by invited experts from several universities and research centers in Portugal, developing research in materials design and development for applications in energy, biomedical, food, electronics and optoelectronics, etc. This methodology enables students contact with recent research and methodologies used to develop new materials.

3.3.9. Bibliografia principal:

Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design, M.F. Ashby, Kara Johnson, 2002, Butterworth-Heinemann

Materials Selection in Mechanical Design, 3rd Edition, M.F. Ashby, 2005, Elsevier Butterworth Heinemann

CES EduPack - Cambridge Engineering Selector, 2015, Granta Design Ltd., UK

Mapa IV - Materiais Nanoestruturados e Nanotecnologia/Nanostructured Materials and Nanotechnology

3.3.1. Unidade curricular:

Materiais Nanoestruturados e Nanotecnologia/Nanostructured Materials and Nanotechnology

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

José Paulo Farinha (63 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

n.a.

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

Compreensão das bases científicas e tecnológicas dos nanomateriais. Domínio das suas técnicas de preparação, processamento, propriedades e aplicações.

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

To understand the scientific and technological bases of nanomaterials, master the techniques for their preparation and processing, and understand their properties and applications.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Introdução aos nanomateriais e nanotecnologias. Química e física de superfícies: propriedades de superfície; modificação química de superfícies e adsorção; forças, estabilidade em nanomateriais dispersos e sedimentação. Técnicas de fabricação: Aproximação top-down (técnicas de microfabricação em sala limpa) e bottom-up (princípios de auto montagem - self-assembly, deposição por camadas, etc.). Preparação, propriedades e aplicações: nanopartículas poliméricas; nanomateriais de carbono (nanotubos, fulerenos, grafeno, GO); nanopartículas metálicas, de semiconductor e de óxidos; nanomateriais híbridos (nanocompósitos polímero-partículas inorgânicas, materiais de intercalação, nanopartículas orgânico-inorgânico, materiais híbridos mesoporosos). Toxicidade dos nanomateriais e impacto na sociedade. Desafios e oportunidades.

3.3.5. Syllabus:

Introduction to nanomaterials and nanotechnology. Chemistry and physics of surfaces: surface properties; chemical surface modification and adsorption; forces and stability in dispersed nanomaterials and sedimentation. Fabrication techniques: top-down (cleanroom microfabrication techniques) and bottom-up (self-assembly, layer-by-layer deposition, etc.). Preparation, properties and applications: polymer nanoparticles; carbon nanomaterials (nanotubes, fullerenes, graphene and GO); metal, semiconductor and metal oxide nanoparticles; hybrid nanomaterials (polymer-inorganic nanoparticle nanocomposites, intercalation materials, organic-inorganic nanoparticles, mesoporous hybrid

materials). Toxicity of nanomaterials and societal impact. Challenges and opportunities.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Para conseguir uma boa compreensão das bases científicas e tecnológicas dos nanomateriais, são aprofundados os conceitos principais da química e física de superfícies e o seu impacto directo nas propriedades destes materiais, discutindo também a modificação de superfícies e as forças em jogo na estabilização dos nanomateriais.

Apresentam-se as principais técnicas de preparação e processamento utilizadas em nanotecnologia, nomeadamente as técnicas de fabricação top-down (técnicas de microfabricação em sala limpa) e bottom-up (princípios de auto montagem - self-assembly, deposição por camadas, etc.).

Finalmente, são discutidas as propriedades, aplicações e técnicas de preparação dos principais tipos de materiais nanoestruturados: nanomateriais de carbono (nanotubos, fulerenos, grafeno, GO); nanopartículas poliméricas; nanopartículas metálicas, de semicondutor e de óxidos; e nanomateriais híbridos, tais como nanocompósitos polímero-inorgânicos, materiais de intercalação, nanopartículas orgânico-inorgânico, materiais híbridos mesoporosos, etc.

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

To get a good understanding of the scientific and technological basis of nanomaterials, we discuss the main concepts of the chemistry and physics of surfaces and their direct impact on the properties of these materials, discussing also the modification of surfaces and the forces involved in the stabilization of nanomaterials.

The main techniques of preparation and processing used in nanotechnology are presented, in particular the top-down manufacturing techniques (microfabrication) and bottom-up (principles of self-assembly, layer-by-layer deposition, etc.).

Finally, we discuss the properties, applications and preparation techniques of the main types of nanostructured materials: carbon nanomaterials (nanotubes, Fullerenes, Graphene, GO); polymer nanoparticles; metal, semiconductor and oxide nanoparticles; and hybrid nanomaterials, such as polymer-inorganic nanocomposites, intercalation nanomaterials, organic-inorganic nanoparticles, hybrid mesoporous materials, etc.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Este curso é constituído por aulas teóricas, onde os estudantes são introduzidos aos conceitos fundamentais e propriedades dos nanomateriais e dos métodos de processamento e preparação usados em nanotecnologia, e por aulas práticas com discussão de casos concretos com os estudantes. Os estudantes escolhem o tópico para o seu artigo de revisão (e para o seminário) e são orientados individualmente na pesquisa bibliográfica e desenvolvimento do tema. As sessões de laboratório consistem na síntese de nanomateriais e na sua caracterização por técnicas de dispersão de luz (DLS, NTA) e microscopia electrónica (TEM, SEM).

A avaliação inclui 10% para a participação em aula (discussões, resolução de problemas propostos nas aulas, etc.), 30% para a monografia (escrita sob a forma de artigo de revisão para publicação); 30% para a o seminário; e 30% para o exame final.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The course includes lectures where students are introduced to the fundamental concepts and properties of nanomaterials, and the processing and preparation methods used in nanotechnology, and practical sessions with class discussion of specific cases with the students. Students choose the topic for their review (and the seminar) and are oriented individually on the bibliographical research and the development of the theme. Laboratory sessions consist in the synthesis of nanomaterials and their characterization by light-scattering techniques (DLS, NTA) and electron microscopy (TEM, SEM).

Assessment includes 10% for participation in class (discussions, resolution of problems proposed in class, etc.), 30% for the monograph (written in the form of a mini-review article for publication); 30% for the seminar; and 30% for the final exam.

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

A compreensão dos conceitos fundamentais das nanociências, dos materiais nanoestruturados e dos principais métodos de fabricação usados em nanotecnologia, estimulando a criatividade e o sentido crítico dos estudantes, permite obter a capacidade necessária para futuramente desenvolverem os seus próprios projectos nesta área em rápida evolução. O projecto de revisão bibliográfica, o seminário e o projecto de laboratorial visam desenvolver a capacidade de pensar, analisar e resolver problemas.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The understanding of the fundamental concepts of nanoscience, of nanostructured materials and the main fabrication techniques used in nanotechnology, stimulating the creativity and the critical thinking of the students, allow them to gain the capacity to develop their own future projects in this rapidly evolving area. The review paper project, the seminar and the laboratory project are expected to develop the student's thinking skills and problem-solving capacity.

3.3.9. Bibliografia principal:

G. A. Ozin et al, "Nanotechnology: A Chemical Approach to Nanomaterials", RSC: 2008, 2nd Ed., ISBN: 978-1-84755-895-4
 D. C. Agrawal, "Nanoscience and Nanomaterials", World Scientific: 2013, ISBN: 978-981-4397-97-1
 M.F. Ashby, P.J. Ferreira, D.L. Schodek, "Nanomaterials, Nanotechnologies and Design - An Introduction for Engineers and Architects", Elsevier: 2009, ISBN: 978-0-0809-4153-0,
 K. Ariga, "Manipulation of Nanoscale Materials", RSC: 2012, ISBN: 978-1-84973-415-8,
 Apontamentos das aulas disponibilizados aos alunos

Mapa IV - Materiais Funcionais/Functional Materials

3.3.1. Unidade curricular:

Materiais Funcionais/Functional Materials

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Rui Manuel Amaral de Almeida (20 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Serão alocados a esta UC outros docentes a designar posteriormente (43 h).

Esses docentes serão selecionados de acordo com a especificidade dos módulos a lecionar anualmente.

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

Pretende-se que o aluno alargue as suas perspectivas e conhecimentos em relação a novas classes de materiais que se encontram em fases diversas de desenvolvimento ou aplicação, no sentido de alargar a sua cultura científica e tecnológica numa perspectiva de futuro.

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

This UC aims at broadening the perspectives and knowledge of students towards new classes of materials that are in various stages of development or implementation, in order to extend their scientific and technological culture in a perspective turned to the future.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Esta UC tem uma estrutura modular que reflete a diversidade de competências em ciência e tecnologia de materiais existentes no IST. Cada módulo será leccionado por um especialista convidado. Inclui um conjunto de aulas introdutórias e diversos módulos sobre materiais com funcionalidades específicas, escolhidos entre os tópicos indicados.

Introdução. O que são materiais funcionais? Propriedades físicas dos materiais. Aplicações.

Exemplos de Módulos: Materiais para electrónica e optoelectrónica. Materiais magnéticos. Materiais para spintrónica. Matéria mole. Materiais ópticos. Polímeros condutores. Materiais com memória de forma. Materiais fotovoltaicos. Grafeno. Metais amorfos. Materiais para engenharia de tecidos. Funcionalização de superfícies. Materiais para eléctrodos de células de combustível. Materiais para supercondensadores. Materiais ultraduros. Materiais para barreiras térmicas.

3.3.5. Syllabus:

This course has a modular structure that reflects the diversity of competences and expertise in materials science and technology existing at IST. Each module will be taught by an expert in the topic. The course includes a set of introductory classes and various modules on materials with specific functionalities, selected from the indicated topics.

Introduction. What are functional materials? Physical properties of materials. Applications.

Examples of modules: Materials for electronics and optoelectronics. Magnetic materials. Materials for spintronics. Soft matter. Optical materials. Conductive polymers. Shape memory materials. Materials for photovoltaics. Graphene. Amorphous metals. Materials for tissue engineering. Surface functionalization. Materials for fuel cell electrodes. Materials for supercapacitors. Ultrahard materials. Materials for thermal barriers.

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

O programa desta UC inclui tópicos recentes em materiais que se encontram em fases de investigação e desenvolvimento tecnológico, o que permitirá alargar as perspectivas e o conhecimento dos alunos nestes tipos de materiais e aplicações conferindo-lhes uma perspectiva da investigação, desenvolvimento e inovação na sua área de formação, em plena coerência com os objectivos definidos.

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

The program of this course includes recent topics in materials that are in the research and technological development, which will broaden the perspectives and knowledge of students in these types of materials and applications giving them a perspective of research, development and innovation in its training area, in full consistency with the objectives proposed for the UC.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O curso funcionará num regime de aulas teóricas suportadas por aulas práticas de demonstração em laboratório. A avaliação será efectuada por trabalho de monografia e respectiva apresentação e discussão.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The course will involve lectures supported by demonstration practical classes in the laboratory. The evaluation will be carried out through the presentation and discussion of a monograph.

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

A metodologia de ensino permitirá aos alunos adquirir conhecimentos em novos tipos de materiais em rápido desenvolvimento e de importância crucial para o desenvolvimento tecnológico da sociedade. Permitirá ainda ao aluno aprofundar alguns dos temas abordados em contacto directo com especialistas a desenvolver trabalho científico na área.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodology will allow students to gain knowledge into new types of materials under rapid development and of crucial importance for the technological development of society. It will also enable students to deepen some of the topics covered in direct contact with experts developing scientific work in the area.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Functional Materials, Preparation, Processing and Applications, S. Banerjee, A. K. Tyagi, 1st Edition, 2011, Elsevier
Functional Materials - For Energy, Sustainable Development and Biomedical Sciences, Mario Leclerc, Robert Gauvin (eds.), De Gruyter Textbook, 2014, Walter de Gruyter GmbH
Bibliografia específica sobre cada um dos módulos, a fornecer pelo docente respectivo.*

Mapa IV - Técnicas de Fabricação Aditiva/Additive Manufacturing Techniques

3.3.1. Unidade curricular:

Técnicas de Fabricação Aditiva/Additive Manufacturing Techniques

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Marco Leite (35 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Rui Mário Correia da Silva Vilar (35 h)

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

Esta UC tem como objectivo alargar as perspectivas dos estudantes em relação às novas técnicas de fabrico aditivo. O aluno deverá tomar conhecimento das várias técnicas de fabrico aditivo e das limitações e aplicabilidade de cada uma; deverá ser capaz de implementar as várias fases de um processo de fabrico aditivo.

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

Students will be introduced to new processing techniques of materials. Students should be able to evaluate the advantages and disadvantages of the different techniques. Students should know how to interpret the several stages of an additive manufacturing process.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Esta UC tem estrutura modular, de forma a permitir a sua adaptação à rápida evolução destas tecnologias. Incluirá um conjunto de aulas introdutórias e diversos módulos sobre tecnologias específicas, lecionados por especialistas convidados.

Fundamentos das técnicas aditivas de fabrico e prototipagem: do modelo em computador ao objecto manufacturado. Prototipagem vs fabricação. A liberdade na concepção. Modelação geométrica e fabrico digital. Digitalização 3D e engenharia inversa.

Métodos de consolidação de materiais: fotopolimerização e sinterização por feixes de alta energia. Processos de fotopolimerização: estereolitografia. Métodos de consolidação de leitos de pó: SLS e SLM. Deposição assistida por laser. Métodos de impressão e extrusão. Métodos de consolidação de laminados. Seleção de materiais e processos. Aplicações. Aplicações biomédicas e em aeronáutica. Fabrico rápido de moldes. Modelos de negócios centrados na modelação e fabrico digital usando a manufatura aditiva.

3.3.5. Syllabus:

Principles of the additive manufacturing technologies: from the model to the object. Prototyping and processing. Modelling. Digital technologies. Consolidation of materials. Photopolymerization. Stereolithography. Consolidation of powders SLS and SLM. Laser assisted deposition. Materials selection and processes. Applications of additive manufacturing technology. Biomedical and aerospace applications. Molds. Business models

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas introdutórias e diversos módulos sobre tecnologias específicas. Cada módulo será leccionado por um especialista convidado. A avaliação é feita por monografia.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Introductory general classes and invited lectures on specific technologies. Final monography.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes.

3.3.9. Bibliografia principal:

**Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing, I. Gibson, D. Rosen, B. Stucker, 2014 Springer.
Additive Manufacturing: Innovations, Advances, and Applications, T.S. Srivatsan, T.S. Sudarshan, 2015, CRC Press, Taylor and Francis.
Understanding Additive Manufacturing: Rapid Prototyping, Rapid Tooling, Rapid Manufacturing, A. Gebhardt, 2012 Hanser.**

Mapa IV - Engenharia de Células e Tecidos/Cell and Tissue Engineering

3.3.1. Unidade curricular:

Engenharia de Células e Tecidos/Cell and Tissue Engineering

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Gabriel António Amaro Monteiro (21 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria Margarida Fonseca Rodrigues Diogo (21 h)

Claudia Lobato da Silva (21 h)

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

Proporcionar aos alunos uma formação integrada em Engenharia Celular e de Tecidos, com base em conceitos fundamentais de Biologia Celular, Biologia do Desenvolvimento, Histologia e Engenharia de Processos nomeadamente tecnologia de bioreactores para cultura e processamento de células animais e humanas, bem como a sua integração com biomateriais, com aplicações em Medicina Humana e Veterinária. Os objectivos seguintes deverão ser alcançados: 1. Aprendizagem de conceitos fundamentais de Biologia Celular e Biologia do Desenvolvimento; 2. Aprendizagem dos processos de bioengenharia de células animais e humanas; 3. Aquisição dos conceitos de biomateriais utilizados em Engenharia de Tecidos incluindo o seu processamento e sua caracterização; 4. Identificação das estratégias principais utilizadas pela Terapia Celular e Engenharia de Tecidos para Medicina Regenerativa; e 5. Capacidade de ilustrar com exemplos específicos, estratégias principais de Medicina Regenerativa.

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

To provide an integrated background on Cell and Tissue Engineering based on theoretical fundamentals on Cell Biology, Developmental Biology, Histology and Process Engineering, namely bioreactor technology for animal and human cell culture and processing, as well as their integration with biomaterials, envisaging applications in Human and Veterinary Medicine. The following objectives should be attained: 1. Learning the fundamental concepts of Cell Biology and Developmental Biology; 2. Learning of animal/human cell bioengineering processes; 3. Acquisition of biomaterial concepts used in Tissue Engineering including their processing and characterization; 4. Identification of the main strategies used in Cell Therapy and Tissue Engineering for Regenerative Medicine; and 5. Ability to illustrate with case studies the main strategies for Regenerative Medicine.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Métodos para estudo da organização de células e tecidos. 2. Métodos de separação e purificação celular e sub-celular. 3. Integração de células em tecidos. Interação célula-célula, célula-matriz e comunicação celular. Matriz extra-celular. 4. Sinalização célula-célula. Transdução de sinal intra-celular. Receptores celulares, mensageiros secundários, cinases/fosfatases. 5. Tecidos epitelial, conjuntivo, nervoso e muscular. 6. Dinâmica e reparação de tecidos. Homeostase. Morfogénese. Diferenciação. 7. Biomateriais para cultura de células e tecidos. 8. Cultura de células animais. Crescimento e metabolismo celular. 9. Reactores para cultura de células animais. Projecto e operação de reactores. Cinética, modelação e monitorização. 10. Conceitos básicos de células estaminais. 11. Processamento de células animais/estaminais. Separação e purificação. Integração de processos de produção e purificação. 12. Aplicações em Medicina Regenerativa: Terapia Celular, Terapia Génica, Eng^a de Tecidos.

3.3.5. Syllabus:

1. Methods to study cell and tissue organization. 2. Cellular and sub-cellular separation and purification methods. 3. Integrating cells into tissues. Cell-cell and matrix-cell adhesion and communication. Extracellular matrix molecules and their ligands. 4. Cell-cell signaling. Intracellular signal transduction. Cell receptors, second messengers, kinases/phosphatases. 5. Epithelial, connective, nerve and muscular tissues. 6. Tissue dynamics. Homeostasis. Tissue repair. Morphogenesis. Cell differentiation. 7. Biomaterials for cell and tissue culture. 8. Animal cell culture. Growth and cellular metabolism. 9. Reactors for animal Cell culture. Project and operation of animal cell reactors. Kinetics, Modelling and Monitoring. 10. Stem cell basics. 11. Processing of animal/stem cells. Separation and purification. Process integration for production and purification. 12. Applications in regenerative Medicine: Cell Therapy, Gene Therapy, Tissue Engineering.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos dos conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this UC, all the syllabus points (in 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to achieve the learning outcomes described in 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O tipo de metodologia de ensino nesta UC é teórico-prático. A avaliação inclui:

Apresentação e Discussão de um seminário (Grupos de 2 alunos) (30% nota final, nota mínima 10 valores)

Exame Final (70% nota final, nota mínima 10)

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methodology in this unit is based on theoretical/practical classes. The evaluation includes:
Presentation and Discussion of a seminar (Groups of 2 students) (30% final grade, minimal grade 10)
Final Exam (70% final grade, minimal grade 10)

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A estrutura das aulas é adequada à transmissão de conhecimentos necessária para atingir os objetivos. As aulas práticas permitem consolidar os conteúdos teóricos.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The classes are designed to reach the proposed objectives. The practical classes allow students to consolidate the theoretical contents.

3.3.9. Bibliografia principal:

Basic Histology, Junqueira, L.C. e Carneiro, J., 2005, McGraw Hill
Tissue Engineering, Palsson, B.Ø. and Bhatia, S.N., 2004, Pearson Prentice Hall Bioengineering
Culture of Cells for Tissue Engineering, Vunjak-Novakovic, G. and Freshney, R., 2006, Wiley
Molecular Cell Biology, Lodish, H., Berk, A. et al., 2007, W.E. Freeman, Academic Press

Artigos científicos sobre os tópicos leccionados no curso publicados em revistas da especialidade

Mapa IV - Gestão de Projetos/Project Management

3.3.1. Unidade curricular:

Gestão de Projetos/Project Management

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:
Tânia Ramos (63 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:
n.a.

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Apresentar os fundamentos, conceitos e instrumentos das áreas de conhecimento de Avaliação, Planeamento e Gestão de Projectos oferecendo uma visão sistémica e integradora dos seus diferentes vectores.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Fundamental concepts in assessment, planning and management of engineering projects shaping a holistic systemic integrated view of the different determinants.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

O conceito de Projeto e a sua importância na Gestão das Organizações; O Gestor do Projeto e as suas Competências; O ciclo de vida e organização do projeto: Gestão de Prazos e Gestão de Custos do Projeto. Utilização das funcionalidades básicas de software de Gestão de Projetos.

3.3.5. Syllabus:

What is a Project and its relevance in the management of organizations. Project manager ant competences. Project life cycle. Managing deadlines and project costs. Familiarity with the use of software packages on project management.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O objetivo principal desta unidade curricular é proporcionar a capacidade de gerir projetos, partindo dos fundamentos académico-profissionais dessa atividade, aprendendo algumas abordagens alternativas (Critical Chain e Agile) e interiorizando alguns processos básicos essenciais. Os conteúdos programáticos e a forma de conjugar e articular esses conteúdos num contexto de reflexão (discussões nas aulas teóricas e práticas) e de prática (desenvolvimento autónomo de um projeto de engenharia) estão completamente alinhados com o objetivo definido.

3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The main objective of this curricular unit is to provide some knowledge on the capacity to manage projects, using as

pillar the main academics and professional fundaments, as well as learning alternative approaches (Critical Chain and Agile), internalizing some basic and essential processes. The syllabus contents and the form on which classes are operated explore reflexion (presentations and class discussions) and practice (autonomous development of an engineering project) aligned with the defined objectives.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de aprendizagem/ensino de GP usa três abordagens distintas: aulas teóricas (nas quais os conteúdos são apresentados e discutidos), aulas práticas (onde um grupo apresenta um artigo de revistas internacionais sobre gestão de projetos e dois outros grupos contestam essa apresentação), e desenvolvimento em grupo de projeto de engenharia usando um software integrado de gestão de projetos – MS Project. A avaliação é efetuada através de um exame (50%), desenvolvimento, em grupo, de projeto (30%), e apresentação/discussão de artigos (20%). Cada estudante precisa de ter sucesso num exame, numa apresentação, em duas contestações e no desenvolvimento de um projeto, sendo que o exame é a única atividade singular, sendo as outras de grupo.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Teaching/learning GP methodology uses three main approaches: theoretical classes (where contents are exposed and discussion promoted), practical classes (where international journal papers on project management are presented by a group and there are two groups contesting the presentation), and the group development of a project using a project management tool – MS Project. The evaluation is through an Exam (50%), the group development of a Project (30%), and Presentation/discussion of international journal papers (20%). Each student needs to be successful in one exam, one paper presentation within a group, two contesting activities of presentations of other groups within a group, and on developing in a group an engineering project.

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

A metodologia de ensino assenta basicamente em componentes de trabalho em grupo (cada aluno precisa de fazer uma apresentação de um artigo internacional em grupo, desenvolver um projecto de engenharia em grupo), em componentes de exploração de autonomia de trabalho, que leva à formulação e resolução de problemas de uma forma autossuficiente, e disciplina adequada para seguir e discutir os assuntos que se referem e discutem nas aulas teóricas. A defesa do projeto é efetuada em sessão apropriada, com discussão de cada opção tomada.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Teaching/learning GP methodology is basically based in exploring and developing group work (each student is involved in a group presentation of an international journal project management paper, and in developing an engineering project as an element of a team. These components are explored in total autonomy of the group, choosing the ways to formulate and solve the problems that arise). Finally the students need to develop the discipline to follow and discuss the subjects in a critic way. Project is finally discussed in a specific session where each option is assessed.

3.3.9. Bibliografia principal:

A Guide To The Project Management Body Of Knowledge , Project Management Institute, 2004, Project Management Institute

Mapa IV - Desenvolvimento de Produto e Empreendedorismo/Product Development and Entrepreneurship

3.3.1. Unidade curricular:

Desenvolvimento de Produto e Empreendedorismo/Product Development and Entrepreneurship

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Marco Leite (42 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Bruno Soares (21 h)

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

No final da disciplina, o aluno saberá: identificar necessidades de clientes, traduzindo-as em especificações realistas; perceber toda a envolvente do produto, desde os primeiros esboços conceptuais até à produção e comercialização, passando pela análise financeira do produto e do negócio; projectar um produto em equipa, inovando e criando com base em necessidades de mercado, atendendo às questões de PI; implementar uma metodologia estruturada, reduzindo o tempo gasto da ideia à comercialização; analisar o risco inerente ao lançamento de um produto; comunicar com os intervenientes no processo.

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

At the end of the course, the student will be able to: identify customer needs and build a set of product specifications; understand the entire process of product development, from the first product drafts to production ramp-up, with a special attention to the financial part of the business; design a product within a team, innovating based on market needs, having a clear understanding of the IPR issue; implement a structured methodology, reducing the time to market; analyse the risk inherent in a product development; communicate with all the individuals.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução 2. Inovação e competitividade. 3. Transferência de tecnologia e propriedade intelectual 4. Produtos e serviços. 5. Criatividade no desenvolvimento de produto. 6. O processo de desenvolvimento de produtos e a sua organização. a. Planeamento de produtos. b. Identificação das necessidades do utilizador. c. Estabelecimento das especificações do produto. d. Geração de diferentes conceitos. e. Selecção de conceitos. f. Teste aos conceitos. g. A arquitectura do produto. h. Design industrial. 7. Gestão de risco. Identificação e avaliação de factores de risco e planos de contingência 8. Projecto para fabrico e montagem. 9. Projecto para o ambiente. 10. Análise económica e fontes de financiamento 11. Aspectos legais associados à criação de empresas 12. Plano de negócios 13. Discussões de projecto.

3.3.5. Syllabus:

1. Introduction 2. Innovation and competitiveness 3. Technology transfer and intellectual property 4. Products and services 5. Creativity in product development 6. The product development process organization a. Product planning. b. Identifying customer needs c. Establishing product specifications d. Concept generation e. Concept selection f. Concept testing g. Product architecture h. Industrial design. 7. Risk management. Identifying and evaluating risk factors and contingency planning 8. Design for manufacturing 9. Design for the environment 10. Economic analysis and sources of financing 11. Legal aspects of business creation 12. Business plan 13. Design discussions

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais.

Avaliação

Notas máximas: Projecto e apresentação oral – 13 val; Exercício – 3 val; Protótipo – 2 val; Patente – 2 val.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methodologies are based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work.

Assessment

Maximum grades: Design report and presentation – 13; Exercise – 3; Prototype – 2; Patent submission – 2.

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

A metodologia de ensino acima descrita permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodologies described above will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

3.3.9. Bibliografia principal:

Product Design & Development, K. T. Ulrich, S. D. Eppinger, 2003, McGraw-Hill 2003, 3rd Ed, ISBN 0071232737

Product Design, Kevin Otto, Kristin Wood, 2001, Prentice-Hall 2001, ISBN 0130212717
Creating Breakthrough Products, J. Cagan & C. Vogel, 2002, Prentice Hall 2002, ISBN 0-13-969694-6
The Art of Innovation, Tom Kelley, 2001, Currency Doubleday 2001, ISBN 0-385-49984-1
Proactive risk management: Controlling uncertainty in product development, Preston G. Smith, Guy M. Merritt, 2002, Productivity Press, 2002

Mapa IV - Desenvolvimento Sustentável/Sustainable Development

3.3.1. Unidade curricular:

Desenvolvimento Sustentável/Sustainable Development

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Fernanda Maria Ramos da Cruz Margarido (70 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

n.a.

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

Mostrar que os factores ambientais não devem ser encarados segundo uma perspectiva negativa de factores restritivos ou onerosos à utilização dos processos/produtos, mas afirmando as ciências do ambiente como potenciadoras da inovação na forma e na técnica do uso. Dotar os alunos de novos conceitos e de conhecimentos em técnicas avançadas de análise, os quais lhes permitam integrar diferentes domínios científicos que aprenderam ao longo da licenciatura, na concepção de processos e produtos com elevada eficiência ambiental e económica, os quais contribuam para um desenvolvimento sustentável.

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

To situate the growing importance of environmental questions, their interconnections with development, both in economic and social dimensions and to provide the students with tools and methodologies that may allow them to integrate different scientific and technological knowledge in the design of sustainable products and services.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Ambiente e desenvolvimento; 2. Poluição; 3. Resíduos sólidos; 4. Ecologia industrial e Desenvolvimento Sustentável; 5. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV); 6. Avaliação ambiental de indústrias de materiais

3.3.5. Syllabus:

1. Environment and development; 2. Pollution prevention; 3. Solid waste management; 4. Industrial Ecology and Sustainable Development; 5. Life Cycle Assessment; 6. Environmental assessment of the materials industries.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais.

Avaliação: Um trabalho sobre a avaliação ambiental de uma indústria de materiais (metálicos, poliméricos, cerâmicos e vidros)

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methodologies used will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use

of demonstration classes and experimental work.

Assessment: *A written work concerning the environmental assessment of a materials industry.*

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino permitirá cumprir os objetivos propostos para a UC.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The teaching methodologies used will allow to fulfill the learning outcomes proposed for the UC

3.3.9. Bibliografia principal:

Environmental Impact, Assessment for Wastes Treatment and Disposal Fac , J. Petlf e G. Edhyee, 1994, John Wiley, New York

Modern Manufacturing Process Engineering , B.W. Niebel, A.B. Draper e R.A. Wysk, 1989, McGraw-Hill, New York

Introdução à gestão ambiental: A avaliação do ciclo de vida de produto , Paulo Ferrão, 1998, Colecção Ensino da Ciência e Tecnologia, IST PRESS

Engineering Materials , M.F. Ashby e D.R. Jones, 1980, Pergamon Press, Oxford

A ecologia industrial e o automóvel em Portugal , Paulo Ferrão e José Figueiredo, 2000, Celta Editora

A ecologia industrial e a embalagem de produtos alimentares em Portuga , Paulo Ferrão, Paulo Ribeiro e Paulo Silva, 2004, Celta Editora

Mapa IV - Controle e Automação Industrial/Industrial Control and Automation

3.3.1. Unidade curricular:

Controle e Automação Industrial/Industrial Control and Automation

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Mário António Ramalho (63 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

n.a.

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

O objectivo fundamental da disciplina é dotar os alunos de conhecimentos de análise e projecto de sistemas de controlo e de automação em sistemas industriais de produção, perspectivando cada uma destas tecnologias nos actuais e futuros sistemas de produção automatizada. Serão ainda estudados métodos de modelação e análise de sistemas de produção, técnicas de simulação para este tipo de sistemas e metodologias de planeamento de tarefas (operações), bem como alocação de recursos e tarefas.

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

The course will produce a good understanding of the analysis and synthesis of control and automation systems and their use through the factory at different levels. The course will produce a good theoretical and experimental background on modelling, analysis, design, control, simulation, planning and resources and tasks allocation in manufacturing systems.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Introdução aos sistemas de produção. Tipologia da produção industrial. Caracterização de sistemas e equipamento de fabrico. Sistemas de movimentação e armazenagem. Disposição do equipamento (layout). Sistemas de supervisão e controlo de processo. Tipos de Automação. Conceito CIM. Elementos da Automação. Autómatos Programáveis: elementos lógicos; álgebra de Boole; arquitectura e modos de programação dos autómatos programáveis. Sistemas de controlo por realimentação e controlo directo: análise nos domínios do tempo e da frequência; síntese de controladores PID. Sistemas CNC. Sistemas robóticos. Introdução ao planeamento e ao escalonamento em sistemas de produção: modelos determinísticos; modelos de máquinas paralelas. Modelação de fluxo de produção. Fluxo da produção flexível. Problemas de Job Shop. Gestão integrada da produção. Modelação e simulação de sistemas de fabrico. Controlo de uma célula flexível de fabrico.

3.3.5. Syllabus:

Introduction to manufacturing systems. Modelling of automated manufacturing systems. Performance measures. Computer controlled machines. Material handling systems. Plant layout. Flexible Manufacturing Systems. Supervision

and process control systems. Types of Automation. Computer Integrated Manufacturing. Elements of Industrial Automation. Programmable Logic Controllers (PLC): logic elements; Boolean algebra; PLC architectures, networks and programming languages. Feedback and feedforward control: time and frequency domains analysis; design of PID controllers. CNC systems. Robotic systems. Planning and scheduling: deterministic models; parallel machine models. Flow Shop and Flexible Flow Shop. Job Shop. Open Shop. Modelling and simulation of manufacturing systems. Practical work of controlling a flexible manufacturing cell.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino da Unidade Curricular é efetuado com base em Aulas teóricas e práticas, onde é efectuada a exposição dos temas abordados. Esta explicação é baseada na descrição de situações reais, de índole prática. Recorre-se por isso aos laboratórios e Controlo e Automação onde os alunos têm a possibilidade de sentir e experienciar situações de projecto e execução.

Deste modo, são lecionadas aulas nos laboratórios de controlo e automação, colocando os alunos perante situações reais, quer do ponto de vista da automatização localizada quer do ponto de vista da interacção entre sub-processos.

Nesta é apresentada e analisada a célula de produção quer do ponto de vista tecnológico quer de produção permitindo assim efectuar comparações e extrapolações para outro tipo de situações.

Estas são complementadas com fichas de trabalho, onde os alunos fazem a descrição, análise, requisitos de situações diversas de automação.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Is made on the basis of theoretical and practical lectures. During this are presented the systems themselves or the theory governing their practical use. This presentation is based on the description of real situations of a practical nature, supported by videos or from situations which are of the student's general knowledge. Quite often lessons are on the Control and Automation laboratories and where students have the opportunity to feel and experience situations and project execution. These classes are taught in laboratories control and automation colocando students real situations both from the point of view of the automation located from the point of view of interaction between sub-processes. This will be presented and analyzed cell production and from the point of view of production technology both allowing comparison and extrapolation to other situations. These are supplemented with worksheets where students make the description analysis requisites of different situations automation.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A disciplina recorre ao suporte da linha de produção flexível do laboratório de automação e controlo, em torno da qual são expostos os conceitos relevantes, aprofundados posteriormente nas aulas, assim como a exemplos diretos, testáveis e ensaiáveis, ao nível da automação e controlo e robótica. Finalmente é expandido os conhecimentos adquiridos ao nível da generalização para outros tipos de células, assim como da sua modelação e controlo de alto nível.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The course takes support of flexible production line of lab automation and control, around which are exposed to the relevant concept. These are explored in depth later on in lectures. Automation and control and robotics issues are also based on direct direct examples, hands on, thus testable and playable. These provide a real basis to explore and bring the most relevant issues. Finally we return to the starting point to incorporate the knowledge acquired at the level of generalization to other types of cells, as well as their modeling and high level control.

3.3.9. Bibliografia principal:

Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing, M. P. Groover, 2001, Prentice Hall

Técnicas de Automação, Pinto, J. R. Caldas, 2004, Lidel

Modern Control Engineering - 4th Edition, Katsuhiko Ogata, 2002, Prentice-Hall International

Scheduling Operations, Manufacturing and Services, Pinedo, M., 2004, Springer

3.3.1. Unidade curricular:

Cálculo Diferencial e Integral I/Differential and Integral Calculus I

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

João Maria da Cruz Teixeira Pinto (33 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Manuel Paulo de Oliveira Ricou (30 h)

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

Formação básica em Análise Matemática. Domínio das seguintes matérias: sucessões, cálculo diferencial e integral de funções reais de uma variável real. Introdução às séries numéricas.

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

Understanding of the basics in mathematical analysis. Knowledge of sequences, differential and integral calculus real functions of one real variable. Introduction to numerical series.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Números reais (propriedades de corpo; relação de ordem e axioma do supremo). Números naturais. Método de indução. Sucessões: Limite, sucessão de Cauchy. Funções reais de variável real: limite e continuidade; diferenciabilidade - teoremas fundamentais; Regra de Cauchy e levantamento de indeterminações; Fórmula de Taylor. Primitivação. Cálculo integral em $\mathbb{R}$: integral de Riemann; integrabilidade de funções seccionalmente contínuas; teorema fundamental do cálculo; fórmulas de integração por partes e por substituição. Funções transcendentais elementares: logaritmo, exponencial e funções hiperbólicas. Séries numéricas: série geométrica; critérios de comparação; séries absolutamente convergentes; séries de potências.

3.3.5. Syllabus:

Real numbers (field properties; order relation and least-upper-bound (completeness) axiom). Natural numbers. Induction. Sequences: notion of convergence, Cauchy sequences. Real functions of one real variable: limit and continuity; differentiability - fundamental theorems; Taylor's formula. Anti-derivatives. Integral calculus in $\mathbb{R}$: Riemann's integral; integrability of piecewise continuous functions; fundamental theorem of calculus; formulas for integration by parts and substitution. Transcendental elementary functions: logarithm, exponential and hyperbolic functions. Numerical series: geometric series; comparison criteria; absolute convergence; power series.

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

De acordo com os objectivos da unidade curricular, pretende-se o domínio das seguintes matérias: sucessões, cálculo diferencial e integral de funções reais de uma variável real. Introdução às séries numéricas.

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

Understanding of the basics in mathematical analysis. Knowledge of sequences, differential and integral calculus real functions of one real variable. Introduction to numerical series.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas de exposição da matéria complementadas com sessões de resolução de problemas nas aulas práticas, individuais ou em grupo. A avaliação combina uma componente de avaliação contínua nas aulas práticas (opcional) e avaliação escrita dividida por 2 testes.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The course comprises both lectures and recitation sections. Students will be evaluated by two written tests. There is also an (optional) component of evaluation during recitations.

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

Os testes estão de acordo com a divisão natural da matéria do curso (cálculo diferencial e cálculo integral). A componente de avaliação contínua permite ao aluno ir aferindo o seu grau de preparação.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The tests respect the natural division of the syllabus (differential calculus and integral calculus). The evaluation during recitations gives students a chance to assert their level of preparation.

3.3.9. Bibliografia principal:*Cálculo, T. M. Apostol, 1994, Vol. I. Reverté**Introdução à Análise Matemática, J. Campos Ferreira, 1995, 6ª ed. Fundação Gulbenkian**A First Course in Real Analysis, Murrey H. Protter and Charles B. Morrey, 1993, Springer-Verlag***Mapa IV - Cálculo Diferencial e Integral II/Differential and Integral Calculus II****3.3.1. Unidade curricular:***Cálculo Diferencial e Integral II/Differential and Integral Calculus II***3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Pedro Miguel Santos Gonçalves Henriques (56 h)***3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Margarida Maria das Neves Estêvão Baia (21 h)***3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Domínio do cálculo diferencial e integral de funções de mais de uma variável real, incluindo os teoremas fundamentais do cálculo. Aplicações à Física.***3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Knowledge of differential and integral calculus of several real variable functions, including the basic theorems of calculus. Applications in Physics.***3.3.5. Conteúdos programáticos:***Estrutura algébrica e topológica de R^n . Funções de R^n em R^m : limite e continuidade. Diferenciabilidade. Derivadas parciais. Derivada da função composta. Teorema de Taylor em R^n e aplicação ao estudo de extremos. Teoremas da função inversa e da função implícita. Extremos condicionados. Integrais múltiplos: Teorema de Fubini, Teorema de mudança de variáveis, aplicações ao cálculo de grandezas físicas. Integrais de linha: Integrais de campos escalares e campos vectoriais; Teorema Fundamental do Cálculo para integrais de linha, campos gradientes e potenciais escalares; Teorema de Green. Integrais de superfície: Integrais de campos escalares e fluxos de campos vectoriais; Teorema da Divergência e Teorema de Stokes.***3.3.5. Syllabus:***Algebraic and topological structure of R^n . Functions from R^n to R^m : continuity and the notion of limit. Differential calculus. Partial derivatives. Chain rule. Taylor's theorem in R^n and applications to the study of extreme values. Inverse and implicit function theorems. Extreme values of functions with constrained variables. Multiple integrals: Fubini's theorem, change of variables theorem, applications to the computation of physical quantities. Line integrals: Integrals of scalar fields and vector fields. Fundamental theorem of calculus for line integrals, conservative fields and scalar potentials. Green's theorem. Surface integrals: surface integrals of a scalar field, flux of a vector field, divergence theorem and Stokes' theorem.***3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.***3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 3.3.4.***3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Aulas teóricas de exposição da matéria complementadas com sessões de resolução de problemas nas aulas práticas, individuais ou em grupo.**A avaliação combina uma componente de avaliação contínua nas aulas práticas (opcional) e avaliação escrita dividida por 2 testes.*

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The topics covered in this course are discussed in larger lectures, while students meet to discuss problems and examples in smaller problem solving sessions, where they can also work in groups.

Evaluation combines grades from the problems solving session (optional) and 2 written midterm exams.

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

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

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

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

3.3.9. Bibliografia principal:

Cálculo: T. M. Apostol 1994 Vol. I, Vol. II. Reverté

Integrais Múltiplos: L. T. Magalhães 1998 3a ed. Texto Editora

Integrais em Variedades e Aplicações: L. T. Magalhães 1993 Texto Editora

First Course in Real Analysis: Murrey H. Protter and Charles B. Morrey 1993 Springer-Verlag

Mapa IV - Mecânica e Ondas/Mechanics and Waves**3.3.1. Unidade curricular:**

Mecânica e Ondas/Mechanics and Waves

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

José Pizarro de Sande e Lemos (42)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Ana Maria Heleno Branquinho de Amaral (14)

Pedro Manuel Peixoto Teles (7)

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

Esta disciplina apresenta os conceitos e princípios básicos da mecânica clássica, dos fenómenos ondulatórios, e da relatividade restrita, reforçando a compreensão desses conceitos através de aplicações ao mundo real. Os alunos deverão ter a capacidade de manipular esses conceitos e saber aplica-los à resolução de problemas. Os estudantes serão motivados por exemplos de aplicação dos princípios da física noutras áreas do conhecimento científico e tecnológico. O ensino teórico-prático será complementado com a realização de trabalhos laboratoriais.

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

The principles and basic concepts of classical mechanics, wave phenomena and special relativity are presented. The understanding of those concepts will be reinforced using real world applications. The students should be able to manipulate those concepts and apply them to solve problems. The students will be motivated with examples of the application of physical principles to other areas of science and technology. The course will include laboratorial work.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1.Descrição do movimento no espaço e tempo. Cinemática. Movimento relativo. Dinâmica (Newtoniana): Princípio de inércia;Conceitos de massa e força; Acção e reacção. 2.Leis de conservação e simetrias do espaço-tempo. Conservação da energia, dos momentos linear e angular. Energias cinética e potencial. 3.Interacção entre sistemas. Forças exteriores.Centro de massa.Trabalho duma força. Sistemas conservativos e dissipativos. Movimento de sistemas de partículas. 4.Movimento do corpo rígido: velocidade e aceleração angular; rotação; momento. Momento de inércia. 5.Estabilidade de sistemas. Oscilações harmónicas simples.Oscilações com atrito e forçadas. 6.Ondas. Propagação de ondas. Velocidade de propagação, amplitude, frequência e fase. Eq. de onda. Ondas transversais e longitudinais. 7.Fluidos: Pressão hidrostática. Princípio de Arquimedes. 8.A relatividade restrita de Einstein. Velocidade da luz no vácuo. Transf. de Galileu e de Lorentz. A dilatação do tempo e a contracção do espaço. $E=mc^2$.

3.3.5. Syllabus:

1. Description of motion in space and time. Kinematics. Relative motion. Dynamics (Newtonian Mechanics): Principle of

inertia; Concepts of mass and force; Action and reaction. 2. Conservation laws and space-time symmetries. Conservation of (mechanical) energy, linear momentum and angular momentum. Kinetic and potential energy. 3. Mechanical interaction between systems. External forces. Center of mass. Work of a force. Conservative and dissipative systems. Motion of systems of particles. 4. Rigid body motion. Angular velocity and acceleration. Rigid body rotation. Torque. Moment of inertia. 5. Stability of systems. Simple harmonic oscillations. Damped and forced oscillations. 6. Waves. Wave propagation. Propagation velocity, amplitude, frequency and phase. Wave equation. Longitudinal and transversal waves. 7. Fluids: Hydrostatic pressure. Archimedes principle. 8. Special relativity. Speed of light in vacuum. Lorentz and Galileu transformations. Time dilation and space contraction. $E=mc^2$.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A componente teórico-prática será avaliada por testes e/ou exame final, contando 75% para a nota final. A componente laboratorial será avaliada por relatórios entregues no fim de cada sessão, contando 25% para a nota final. Será exigida a nota mínima de 8.50 a cada componente para aprovação final.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):
The theoretical-practical component will be assessed through tests and/or a final exam, counting 75% to the final grade. The laboratory component will be assessed by reports delivered at the end of each session, counting 25% to the final grade. A minimum grade of 8.50 in each component will be required for final approval.

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

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

3.3.9. Bibliografia principal:
*Physics for Scientists and Engineers: Raymond A. Serway, John W. Jewett, 2004, ISBN: 0-53-440842-7
 Introdução à Física: J.D. Deus et al., 2000, ISBN: 972-7730-35-3
 Fundamentals of Physics: D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, 2004, ISBN: 0-471-23231-9
 Physics for Scientists and Engineers: P.A. Tipler, 2003, ISBN: 0-71-674389-2*

Mapa IV - Electromagnetismo e Óptica/Electromagnetism and Optics

3.3.1. Unidade curricular:
Electromagnetismo e Óptica/Electromagnetism and Optics

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:
Amílcar José Ferros Praxedes (63 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:
n.a.

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta disciplina apresenta os conceitos e princípios básicos do electromagnetismo e da óptica física reforçando a

compreensão desses conceitos através de aplicações ao mundo real. Os alunos deverão ter a capacidade de manipular esses conceitos e saber aplica-los à resolução de problemas. Os estudantes serão motivados por exemplos de aplicação dos princípios da física noutras áreas do conhecimento científico e tecnológico. O ensino teórico-prático será complementado com a realização de trabalhos laboratoriais.

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

The principles and basic concepts of electromagnetism and physical optics are presented. The understanding of those concepts will be reinforced using real world applications. The students should be able to manipulate those concepts and apply them to solve problems. The students will be motivated with examples of the application of physical principles to other areas of science and technology. The course will include laboratorial work.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1.Campo electrostático no vácuo. Lei de Coulomb. Princípio de sobreposição. Noção de campo e de potencial. Dipolo eléctrico. Lei de Gauss. Condensador. 2.Campo electrostático na matéria. Dieléctricos. Polarização. Energia eléctrica. 3.Corrente eléctrica estacionária. Densidade e intensidade de corrente. Equação da continuidade da carga. Lei de Ohm. Lei de Joule. Leis de Kirchoff. Circuito RC. 4.Campo magnético no vácuo. Lei de Biot-Savart. Lei de Ampère. Força de Lorentz. Fluxo magnético. Coeficientes de indução. Bobina.5.Campo magnético na matéria. Magnetização. Diamagnetismo, paramagnetismo e ferromagnetismo. Energia em magnetostática. 6.Indução electromagnética. Lei de Faraday. Motores e geradores eléctricos. Circuito RLC.7.Equações de Maxwell. Ondas electromagnéticas. Ondas planas monocromáticas. Energia e intensidade das ondas. 8.Carácter electromagnético da luz. Dispersão, polarização, reflexão, interferência e difracção. Equações de Fresnel e princípio de Fermat.

3.3.5. Syllabus:

1. Electrostatic field in vacuum. Coulomb's law. Superposition principle. Potential and fields. Electric dipole. Gauss's law. Capacitors.2. Electrostatic field in matter. Dielectrics. Polarization. Electrical energy.3.Direct current. Current intensity and density. Continuity equation for electrical charge. Ohm's law. Joule's law. Kirchoff's laws.4. Magnetic field in vacuum. Biot-Savart's law. Ampère's law. Lorentz force. Magnetic flux. Induction coefficients. Solenoids.5. Magnetic fields in matter. Magnetization. Diamagnetism, paramagnetism and ferromagnetism. Energy in magnetostatics.6. Electromagnetic induction. Faraday's law. Electrical generators and motors. Displacement current. Electromagnetic energy. RLC circuits. 7.Maxwell's equations. Electromagnetic waves. Monochromatic plane-waves. Energy and intensity of electromagnetic waves. 8. Light as an electromagnetic wave. Dispersion, polarization, reflection, interference and diffraction. Fresnel equations and Fermat's principle.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A componente teórico-prática será avaliada por testes e/ou exame final contando 75% para a nota final. A componente laboratorial será avaliada por relatórios entregues no fim de cada sessão, contando 25% para a nota final. Será exigida a nota mínima de 9.00 a cada componente para aprovação final.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The student evaluation by tests and/or final exam has a 75% weight on the final grade. The laboratory reports will be due at the end of each laboratory session, and will have a 25% weight on the final grade. To pass the course a minimum grade of 9.00/20 from both evaluation components (test and/or exam and laboratory) will be required.

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

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

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use

of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formation.

3.3.9. Bibliografia principal:

Physics for Scientists and Engineers: R. A. Serway, J. W. Jewett, 2004, ISBN: 0-53-440842-7

Introdução à Física: J.D. Deus et al., 2000, ISBN: 972-7730-35-3

Fundamentals of Physics: D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, 2004, ISBN: 0-471-23231-9

Physics for Scientists and Engineers: P.A. Tipler, 2003, ISBN: 0-71-674389-2

Mapa IV - Análise Complexa e Equações Diferenciais/Complex Analysis and Differential Equations

3.3.1. Unidade curricular:

Análise Complexa e Equações Diferenciais/Complex Analysis and Differential Equations

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Carlo Rocha (40 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Pedro Girão (37 h)

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

Formação básica em: funções de uma variável complexa, equações diferenciais ordinárias, métodos de análise de Fourier com aplicação à resolução de equações diferenciais parciais.

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

Understanding of the basics in: functions of one complex variable, ordinary differential equations, Fourier analysis methods applied to the solution of partial differential equations.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Análise Complexa. Plano complexo. Séries numéricas. Séries absolutamente convergentes. Séries de potências. Diferenciabilidade, funções holomorfas. Complementos sobre séries de funções, funções analíticas. Teorema de Cauchy. Homotopia. Fórmula integral de Cauchy. Singularidades isoladas. Série de Laurent. Teorema dos resíduos. Integrais impróprios. Teoremas de convergência. Regra de Leibniz.

Equações diferenciais ordinárias. Equações de primeira ordem. Equações lineares, separáveis, exactas e factores integrantes. Existência e unicidade de solução. Extensão de solução. Resolução de sistemas de equações ordinárias lineares. Exponencial de uma matriz. Fórmula de variação das constantes. Equações lineares de ordem superior.

Séries de Fourier. Convergência de séries de Fourier. Equações diferenciais parciais. Método de separação de variáveis. Equação do calor. Equação de Laplace. Equação das ondas.

Transformada de Laplace.

3.3.5. Syllabus:

Complex Analysis. The complex plane. Series. Absolute convergence. Power series. Differentiability, holomorphic functions. Analytic functions. Cauchy's theorem. Homotopy. Cauchy's integral formula. Isolated singularities. Laurent series. Residues theorem and its application in the evaluation of improper integrals.

Ordinary differential equations. First order differential equations. Linear, separable, exact equations and integrating factors. Existence and uniqueness of solutions. Extension of solutions. Solutions of systems of ordinary linear differential equations. Matrix Exponentials. The variation of constants formula. Linear equations of higher order.

Fourier series. Convergence of Fourier series. Partial differential equations. Separation of variables. Heat equation. Laplace equation. Wave equation.

Laplace transform.

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

Estudo de tópicos importantes de Análise Complexa e Equações Diferenciais, seleccionados para permitir um estudo tão aprofundado quanto possível das duas áreas e permitir o seu uso em disciplinas posteriores

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

Study of important topics of Complex Analysis and Differential

Equations, selected in order to allow a deep as possible study of the two areas and to allow their use in later courses.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas de exposição da matéria complementadas com sessões de resolução de problemas nas aulas práticas, individuais ou em grupo. A avaliação combina uma componente de avaliação contínua nas aulas práticas (opcional) e avaliação escrita dividida por 2 testes.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The topics covered in this course are discussed in larger lectures, while students meet to discuss problems and examples in smaller problem sessions where they can also work in groups. Evaluation combines grades from the problems session (optional) and 2 written midterm exams.

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

Método de ensino/avaliação usual nas melhores universidades em disciplinas básicas de Matemática.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Teaching/evaluation method usual in the best universities for basic courses in Mathematics.

3.3.9. Bibliografia principal:

Complex Analysis, L. Ahlfors, 1979, 3rd edition, McGraw Hill; Análise Complexa e Equações Diferenciais, L. Barreira, 2013, IST Press, Coleção Ensino da Ciência e da Tecnologia 30, 2ª edição; Exercícios de Análise Complexa e Equações Diferenciais, L. Barreira, C. Valls, 2010, IST Press, Coleção Apoio ao Ensino; Equações Diferenciais Ordinárias, J. Sotomayor, 2012, Textos Universitários do IME-USP, Editora Livraria da Física

Mapa IV - Probabilidades e Estatística/Probabilistic and Statistics

3.3.1. Unidade curricular:

Probabilidades e Estatística/Probabilistic and Statistics

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

António Manuel Pacheco Pires (32 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria da Conceição Esperança Amado (31 h)

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

Iniciação ao estudo da teoria das probabilidades e inferência estatística, tendo em vista a compreensão e aplicação dos seus principais conceitos e métodos.

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

To learn the basic concepts in Probability Theory and Statistical Inference and the reasoning and calculus technics that enables its application to practical situations. Other objectives: To formalize problems involving the result of random experiments. To identify the probabilistic models that apply. To calculate probabilities and moments when the model is known. To recognize the difference between a random variable and its concretization. To determine maximum likelihood estimators. To build and understand a confidence interval. Hypothesis testing and testing for goodness of fit: procedure and decision making. To know how to apply these concepts to a simple linear regression model.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Conceitos básicos: Experiência Aleatória. Acontecimentos. Conceitos frequentista e subjectivista de probabilidade. Axiomática de Kolmogorov. Probabilidade condicionada. Independência Teorema de Bayes. Variáveis aleatórias: Função de distribuição. Variáveis aleatórias discretas e contínuas. Valor esperado, variância e outros parâmetros. Distribuições discretas e contínuas usuais. Distribuições conjuntas e

complementos: Distribuições conjunta, marginais condicionadas. Independência. Correlação. Aproximações entre distribuições. Teorema do limite central. Lei dos Grandes Números. Amostragem e estimação pontual: Estatística descritiva versus indutiva. Amostra aleatória. Estatísticas. Estimação pontual. Propriedades dos estimadores. Método da máxima verosimilhança. Distribuições amostrais da média e variância. Estimação por Intervalos. Testes de hipóteses. Regressão linear simples.

3.3.5. Syllabus:

Basic Concepts: Random Experiments; Sample Spaces; Events; Interpretations of Probability; Axioms of Probability; Addition Rules; Conditional Probability; Multiplication and Total Probability Rules; Independence; Bayes Theorem. Random Variables: < Cumulative Distribution Functions; Discrete and Continuous Random Variables; Mean and Variance; Discrete Uniform, Bernoulli, Binomial, Geometric, Hyper-geometric and Poisson; Continuous Uniform, Normal, Exponential. Joint Probability Distributions and Complements: Joint, Marginal and Conditional Probability Distributions; Independence; Covariance and Correlation; Linear Combination of Random Variables; Theorem Limit Central and the Law of Large Numbers. Sampling and Point Estimation of Parameters: Data Description; Random Sampling; Statistics; Point Estimation; Properties of the Estimator; Method of Maximum Likelihood; Sampling Distribution of Means and Variances. Interval estimation of Parameters. Simple linear regression and correlation.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas de exposição da matéria complementadas com sessões de resolução de problemas nas aulas práticas, individuais ou em grupo. A avaliação combina uma componente de avaliação contínua nas aulas práticas (opcional) e avaliação escrita dividida por 2 testes.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The topics covered in this course are discussed in larger lectures, while students meet to discuss problems and examples in smaller problem sessions where they can also work in groups. Evaluation combines grades from the problems session (optional) and 2 written midterm exams.

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

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

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

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

3.3.9. Bibliografia principal:

Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientist, Sheldon M. Ross , 2004, 3^a edição, Elsevier/Academic Press; Applied Statistics and Probability for Engineers, D. Montgomery and G. C. Runger, 2003, 3 ed Wiley & Sons

Mapa IV - Tecnologia de Materiais I/Materials Processing I

3.3.1. Unidade curricular:

Tecnologia de Materiais I/Materials Processing I

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria Luísa Coutinho Gomes de Almeida (35 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Rui Manuel Amaral de Almeida (35 h)

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

O aluno deve ser capaz de: implementar processos de Fundição de ligas metálicas e identificar e minimizar defeitos em peças produzidas por vazamento; implementar processos de Pulverometalurgia e encontrar soluções técnicas para obter uma determinada peça com a forma quase final; aprender as principais tecnologias utilizadas na obtenção de materiais cerâmicos, de importância crescente em engenharia de materiais; entender os princípios envolvidos necessários ao fabrico de produtos cerâmicos e componentes de maior valor acrescentado.

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

The student should be able to: implement casting processes of metal alloys and identify and minimize defects in parts produced by casting; implement powder metallurgy processes and to find technical solutions for a particular part with near net shape; learn the main technologies used to obtain ceramic materials, increasingly important in engineering materials; understand the principles involved that necessary for the manufacture of ceramic products and components of greater added value.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Fundição: Princípios. Processos de fundição e vazamento. Transferência de calor em moldes. Formação e controle da microestrutura em solidificação. Nucleação heterogénea, inoculação e materiais monocristalinos. Solidificação celular e dendrítica. Segregação. Solidificação eutética. Formação de defeitos. Ligas de fundição: microestrutura e propriedades.

Pulverometalurgia. Princípios. Preparação e processamento de pós. Compactação. Sinterização. Formação da microestrutura. Estrutura e propriedades de mat. preparados por pulverometalurgia. Aplicações.

Processamento de cerâmicos: 1.Introdução e perspectiva histórica. 2.Matérias Primas: cerâmicos tradicionais e cerâmicos técnicos. 3.Caracterização e especificação das partículas. 4.Reologia de suspensões coloidais de cerâmicos. Viscosidade das suspensões. 5.Aditivos. 6.Processos de enformação: prensagem a seco e isostática, vazamento de suspensão, extrusão, moldagem por injeção. 7.Secagem. 8.Sinterização. 9.Acabamento superficial.

3.3.5. Syllabus:

Casting: Principles. Casting processes. Heat transfer in molds. Formation and control of the microstructure in solidification. Heterogeneous nucleation, inoculation and monocrystalline materials. Cellular and dendritic solidification. Segregation. Eutectic solidification. Defects formation. Casting alloys: microstructure and properties. Powder metallurgy. Principles. Preparation and powder processing. Compaction. Sintering. Microstructure formation. Structure and properties of powder processed materials. Applications.

Ceramics Processing: 1. Introduction and historical perspective. 2. Raw materials: traditional ceramics and technical ceramics. 3. Characterization and particle specification. 4. Rheology of colloidal ceramic suspensions. Viscosity of suspensions. 5. Additives. 6. Forming processes: dry pressing and isostatic pressing, suspension casting, extrusion, injection molding. 7. Drying. 8. Sintering. 9. Surface finish.

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

Os principais objectivos são que os alunos aprendam os principais métodos de fabrico e processamento de materiais metálicos por fundição, pulverometalurgia, as tecnologias utilizadas na obtenção de materiais cerâmicos e percebam os princípios envolvidos no fabrico de produtos destes materiais, que está totalmente de acordo com os conteúdos programáticos propostos para esta UC.

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

The main objectives are that students learn the main methods of metallic materials fabrication and processing by casting, powder metallurgy, the technologies used to obtain ceramic materials and understand the principles involved in the manufacture of products from these materials, which is fully in accordance with the syllabus proposed for this course.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração, exercícios e trabalhos experimentais.

A aprovação na disciplina requer a aprovação na componente prática

A classificação final (NF) será calculada através da expressão: $NF = 0.7 T + 0.3 P$ em que T é a classificação média obtida nos testes ou em exame final e P é a classificação da componente prática (P deve ser maior ou igual a 10).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts using intensive demonstration lessons, exercises and experimental work.

Approval in the practical component is mandatory for approval in the course.

The final grade (NF) is calculated by the expression: $NF = 0.7 T + 0.3 P$, where T is the average marks obtained in the tests or final exam and P is the practical component P must be greater than or equal 10).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração, exercícios e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá atingir os objectivos de aprendizagem propostos para esta UC.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work. This methodology will allow meeting the objectives proposed for the course.

3.3.9. Bibliografia principal:

Castings Practice, John Campbell, 2004, Butterworth-Heinemann

Powder Metallurgy Technology, G. S. Upadhyaya, 1996, Cambridge International Science Publishing

Introduction to the Principles of Ceramic Processing, J.S. Reed, John Wiley & Sons, New York, 1988

Mapa IV - Dissertação em Engenharia de Materiais/Thesis in Materials Engineering**3.3.1. Unidade curricular:**

Dissertação em Engenharia de Materiais/Thesis in Materials Engineering

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria de Fátima Reis Vaz (0 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Docentes e investigadores do IST.

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

O aluno elaborará uma dissertação para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Materiais. A Dissertação de natureza científica ou mais aplicada tem por objectivo fomentar a capacidade de iniciativa, autonomia na pesquisa e na aplicação dos saberes adquiridos, decisão e organização de trabalho por parte estudante. Pretende-se que os estudantes desenvolvam uma dissertação integrando componentes inovadoras do ponto de vista científico e/ou tecnológico.

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

In partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Materials Engineering, the student will develop a master thesis. The Dissertation may have a scientific or applied nature and aims to enhance the students' capacity to make his own decisions, be autonomous when planning his work, searching for the necessary information and make use of the acquired knowledge. Students should develop a thesis that integrates scientific and/or technological innovations.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

O tema da dissertação de cada estudante será escolhido com base em propostas lançadas pelos potenciais orientadores. O trabalho, a desenvolver durante o 10º semestre do curso, será definido pelo orientador científico.

3.3.5. Syllabus:

The dissertation theme will be chosen based on the potential supervisors' proposals. The work to be undertaken in the 10th semester of the course, will be defined by the scientific supervisor.

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

Os conteúdos programáticos serão definidos pelos orientadores científicos de acordo com cada tema proposto, o que

está alinhado com os objectivos apontados.

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

The syllabus will be defined by scientific advisers according to each proposed theme, which is aligned with the objectives indicated.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os alunos realizarão trabalho essencialmente autónomo, que será acompanhado pelo(s) orientador(es). A avaliação será realizada em discussão pública por Júri nomeado ao abrigo da legislação em vigor.

A classificação final da tese de Mestrado também entra em consideração com temas como a expressão oral e escrita e com a capacidade de estruturar e apresentar a dissertação.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Students will develop autonomous work under the supervisor's (or supervisors') guidance. Evaluation will be performed as

a public discussion with a Jury indicated according to the regulations.

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

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

Campo não aplicável na UC Dissertação.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

This field is not applicable for the curricular unit Dissertation.

3.3.9. Bibliografia principal:

Bibliografia sugerida pelo(s) orientador(es) de Mestrado, a que acresce a obtida pelos alunos em pesquisa específica para o tema da dissertação.

Bibliography suggested by the supervisor(s), plus that obtained by the students in their specific search for the dissertation theme.

Mapa IV - Computação e Programação/Computation and Programming

3.3.1. Unidade curricular:

Computação e Programação/Computation and Programming

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Carlos Caleiro (18 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Francisco Dionísio (15 h)

Jaime Ramos (15 h)

Yasser Omar (15 h)

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

Dominar as primitivas de programação imperativa e recursiva. Desenvolver aplicações de grande escala recorrendo a técnicas de modularização por abstracção de dados.

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

Master imperative and recursive programming primitives. Develop large programs using data abstraction.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à programação em sistema interactivo (MatLab) de cálculo numérico e simbólico e de manipulação e visualização de dados. Conceitos básicos de programação imperativa; definição de funções; programação recursiva; procedimentos e efeitos colaterais; aplicações numéricas; manipulação de vectores e matrizes. Introdução à programação usando Python. Declaração de variáveis e tipos; definição de subrotinas e funções. Aplicações numéricas e manipulação de vectores e matrizes. Objecto como área de memória. Objectos vs valores. Programação em grande escala: programação modular por camadas baseadas em objectos. Utilização de módulos para definir

camadas. Ex.: torres de Hanoi sobre pilhas. Implementação de pilhas com vectores. Implementação dinâmica de pilhas. Tabelas (vectoriais e matriciais) dinâmicas. Ex.: filas, listas e árvores. Aplicações: matrizes esparsas, simulação estocástica, optimização linear, programação genética. Interface entre linguagens de programação.

3.3.5. Syllabus:

Introduction to Programming in interactive system (MatLab) of numerical and symbolic calculation and data visualization and manipulation. Basic concepts of imperative programming; definition of functions; recursive programming; procedures and side effects; numerical applications; manipulating vectors and matrices. Introduction to programming using Python. Declaration of variables and types; definition of subroutines and functions. Numerical applications and manipulating vectors and matrices. Object as memory area. Objects vs values. Large-scale programming: modular programming by layers based on objects. Use of modules to define layers. Ex: Hanoi towers on batteries. Implementation of batteries with vectors. Dynamic implementation of batteries. Tables (vector and matrix) dynamics. Ex: queues, lists, and trees. Applications: sparse matrices, stochastic simulation, linear optimization, genetic programming. Interface between programming languages.

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

Foram introduzidos e praticados os paradigmas de programação imperativa e recursiva, utilizados no contexto de programas de grande escala recorrendo a técnicas de modularização por abstracção de dados. Foram introduzidas a sintaxe e a semântica intuitiva do MatLab e F.

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

The imperative and recursive programming paradigms were introduced and used, namely in the context of larger scale problems by adopting data abstraction modularization techniques. The syntax and intuitive semantics of MatLab and F were introduced.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas onde se expõe a matéria, ilustrada através de exemplos e resolução de problemas. Elaboração de um projeto de programação. A avaliação consiste num projecto (50%); exame final (50%).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The topics covered in this course are discussed in lectures, illustrated with problems and examples. Students are required to elaborate a project consisting of a computer program. Evaluation combines grades from the project (50%) and a written final exam (50%).

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

Método de ensino/avaliação usual nas melhores universidades internacionais em disciplinas básicas de introdução à programação.

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Teaching/evaluation method usual in the best universities for basic courses in programming.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Introdução à Programação em Python (IPython Notebooks): C. Caleiro e J. Ramos, 2016, DM IST
Introduction to Computation and Programming Using Python (revised and expanded edition): John V. Guttag, 2013, MIT Press*

Mapa IV - Matemática Computacional/Computational Mathematics

3.3.1. Unidade curricular:

Matemática Computacional/Computational Mathematics

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Adélia Silva (21 h)

3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Isabel dos Reis Santos (21 h)

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

Apresentar conceitos e resultados teóricos para uma introdução ao estudo de métodos numéricos. Analisar os resultados das simulações numéricas com base nas noções de erro, convergência e estabilidade.

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

Introduction to the theoretical study of numerical methods. Analysis of numerical simulation results based on the notions of error, convergence and stability.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Conceitos básicos do cálculo numérico; Representação de números, arredondamento e propagação de erros; Normas, erros, convergência, condicionamento e estabilidade. Resolução numérica de equações e sistemas; Equações não-lineares: Sistemas lineares. Sistemas não-lineares: Método do ponto fixo e método de Newton; Análise do erro, estabilidade e convergência. Aproximação de funções; Interpolação polinomial e trigonométrica. Fórmulas de Lagrange e de Newton; Transformação de Fourier Discreta (DFT e FFT); Método dos mínimos quadrados; Integração numérica: Fórmulas de Newton-Côtes e de Gauss; Derivação numérica; Análise do erro, estabilidade e convergência. Resolução numérica de equações diferenciais e aplicações; Problemas de valor inicial: Métodos de passo simples (Euler, Runge-Kutta) e múltiplo (Adams); Problemas com valores na fronteira: métodos de diferenças finitas; Análise do erro, estabilidade e convergência; Exemplos de aplicação a problemas de engenharia.

3.3.5. Syllabus:

Basic concepts of numerical computation; Representation of numbers, roundoff errors and error propagation; Norms, convergence, conditioning. Numerical solutions of equations and systems; Non-linear equations. Linear systems. Non-linear systems: fixed point and Newton methods; Error analysis, stability and convergence. Approximation of Functions; Polynomial and trigonometric interpolation; Lagrange and Newton formulae; Discrete Fourier transform (DFT e FFT); Least squares method; Numerical integration: Newton-Cotes and Gauss formulae; Numerical differentiation; Error analysis, stability and convergence. Numerical solution of differential equations and applications; Initial value problems: one step (Euler, Runge-Kutta) and multi-step (Adams) methods; Boundary value problems: finite difference methods; Error analysis, stability and convergence; Some applications to engineering problems.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 3.3.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 3.3.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 3.3.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 3.3.4.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas onde se expõe a matéria, ilustrada através de exemplos e resolução de problemas. A avaliação combina uma componente de avaliação contínua (opcional) e avaliação escrita dividida por 2 testes.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The topics covered in this course are discussed in lectures, illustrated with problems and examples. Students are asked to elaborate a project consisting of a computer program (optional). Evaluation combines grades from the project (optional) and 2 written midterm exams.

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

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

3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

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

3.3.9. Bibliografia principal:

An Introduction to Numerical Analysis, K. Atkinson, 1989, Wiley & Sons, 2nd. Ed; Numerical Analysis, R. L. Burden, J. D. Faires & A. C. Reynolds, 1987, Weber & Schmidt, 2nd. Ed., ; Numerical Analysis: Mathematics of Scientific Computing, D. Kincaid & W. Cheney, 2002, Brooks/Cole, 3rd Ed.; Métodos Numéricos, H. Pina, 1995, McGraw-Hill; Numerical Mathematics, A. Quarteroni, R. Sacco & F. Saleri, 2000, Springer Verlag

4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos**4.1 Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos****4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos****4.1.2. Equipa docente do ciclo de estudos / Teaching staff of the study programme**

Nome / Name	Grau / Degree	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Maria Amélia Martins de Almeida	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Luís Mendonça Dias Torres Magalhães	Doutor	MATEMÁTICA	100	Ficha submetida
Francisco Miguel Alves Campos de Sousa Dionísio	Doutor	MATEMÁTICA	100	Ficha submetida
Paulo António Firme Martins	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Luís Alberto Goncalves de Sousa	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Pedro Miguel Gomes Abrunhosa Amaral	Doutor	ENGENHARIA DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
Marco Alexandre de Oliveira Leite	Doutor	Lideres para a Industria Tecnológica	75	Ficha submetida
António Manuel Relógio Ribeiro	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Rui Mário Correia da Silva Vilar	Doutor	Engenharia Metalúrgica	100	Ficha submetida
João Luís Alves Ferreira da Silva	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Pedro Miguel Santos Gonçalves Henriques	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Margarida Maria das Neves Estêvão Baia	Doutor	CIÊNCIAS MATEMÁTICAS	100	Ficha submetida
José Pizarro de Sande e Lemos	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Ana Maria Heleno Branquinho de Amaral	Doutor	CIENCIAS DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Peixoto Teles	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Dulce Elizabeth Bornes Teixeira Pereira Simão	Doutor	QUIMICA	100	Ficha submetida
José Armando Luísa da Silva	Doutor	QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria Amélia Loureiro dos Santos Seabra	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Amílcar José Ferros Praxedes	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Carlos Alberto Varelhas da Rocha	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Adélia da Costa Sequeira dos Ramos Silva	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Maria Isabel da Conceição Santos Reis dos Santos	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
Eduardo Jorge Morilla Filipe	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Luís Manuel Guerra da Silva Rosa	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Luís Filipe da Silva dos Santos	Doutor	ENGENHARIA DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
António Manuel Pacheco Pires	Doutor	MATEMATICA APLICADA	100	Ficha submetida
Maria da Conceição Esperança Amado	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Vítor Manuel Gerales Fernandes	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
José Carlos Garcia Pereira	Doutor	ENGENHARIA DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Ferreira Monteiro	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida

Ana Sofia Mascarenhas Proença Parente da Costa	Doutor	Gestão de Empresas	100	Ficha submetida
Carlos Lucas de Freitas	Doutor	GESTÃO	100	Ficha submetida
José Paulo Sequeira Farinha	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Ana Clara Lopes Marques	Doutor	Engenharia de Materiais	20	Ficha submetida
Fernanda Maria Ramos da Cruz Margarido	Doutor	ENGENHARIA METALURGICA E DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
Rui Manuel Amaral de Almeida	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Paulo Rui Alves Fernandes	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
António Freitas Melão Barros	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
João Orlando Marques Gameiro Folgado	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Filipe Szolnoký Ramos Pinto Cunha	Doutor	CIÊNCIAS APLICADAS	100	Ficha submetida
Fernando José Parracho Lau	Doutor	ENGENHARIA AEROESPACIAL	100	Ficha submetida
João Carlos Salvador Fernandes	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Alberto Eduardo Morão Cabral Ferro	Doutor	ENGENHARIA METALURGICA E DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
António José Boavida Correia Diogo	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Maria Clara Henriques Baptista Gonçalves	Doutor	Engenharia Metalúrgica e de Materiais	100	Ficha submetida
Maria Beatriz Cipriano de Jesus Silva	Doutor	Tecnologia Mecânica e Gestão Industrial	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Alves da Silva	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Maria de Fátima Reis Vaz	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
José Jorge da Cruz Fernandes	Doutor	ENGENHARIA METALURGICA E DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
Augusto Manuel Moura Moita de Deus	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Maria Luísa Coutinho Gomes de Almeida	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Maria Emília da Encarnação Rosa	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Rogério Anacleto Cordeiro Colaço	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Arsénio do Carmo Sales Mendes Fialho	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
Ana Cristina Anjinho Madeira Viegas	Doutor	Biotecnologia	100	Ficha submetida
Jorge Humberto Gomes Leitão	Doutor	Biotecnologia	100	Ficha submetida
Maria Margarida Fonseca Rodrigues Diogo	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
Cláudia Alexandra Martins Lobato da Silva	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
Gabriel António Amaro Monteiro	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
Jorge Manuel da Conceição Rodrigues	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Rui Manuel dos Santos Oliveira Baptista	Doutor	ENGENHARIA MECÂNICA	100	Ficha submetida
Susana Isabel Pinheiro Cardoso de Freitas	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Diana Cristina Pinto Leitão	Doutor	Física	30	Ficha submetida
Tânia Rodrigues Pereira Ramos	Doutor	Engenharia e Gestão	100	Ficha submetida
Mário António da Silva Neves Ramalho	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Maria Esmeralda Sousa Dias	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
João Maria da Cruz Teixeira Pinto	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Manuel Paulo de Oliveira Ricou	Doutor	MATEMATICA	50	Ficha submetida
Carlos Manuel Costa Lourenço Caleiro	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Jaime Arsénio de Brito Ramos	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Yasser Rashid Revez Omar	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Pedro Alves Martins da Silva Girão	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Bruno Alexandre Rodrigues Simões Soares	Doutor	Engenharia Mecânica	20	Ficha submetida

Inês da Fonseca Pestana Ascenso
Pires
(74 Items)

Doutor

ENGENHARIA MECANICA

100

[Ficha submetida](#)

7095

<sem resposta>

4.2. Dados percentuais dos recursos docentes do ciclo de estudos

4.2.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

4.2.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos / Full time teaching staff

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of full time teachers:	69	97.3

4.2.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

4.2.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff with a PhD (FTE):	71	100.1

4.2.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

4.2.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / Specialized teaching staff

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff with a PhD, specialized in the main areas of the study programme (FTE):	13.2	18.6
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists, without a PhD, of recognized professional experience and competence, in the main areas of the study programme (FTE):	0	0

4.2.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

4.2.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação / Teaching staff stability and training dynamics

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Full time teaching staff with a link to the institution for a period over three years:	69	97.3
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / Teaching staff registered in a doctoral programme for more than one year (FTE):	0	0

4.3. Procedimento de avaliação do desempenho

4.3. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente atualização:

A avaliação do desempenho do pessoal docente do IST assenta no sistema multicritério definido no "Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes do Instituto Superior Técnico (RADIST)" (Despacho Reitoral nº 4576/2010, DR 2ª Série, nº 51 de 15 de Março), sendo aplicado a cada docente, individualmente e nos períodos estipulados por Lei.

Permite a avaliação quantitativa da atuação do pessoal docente nas diferentes vertentes, e reflete-se, nomeadamente, sobre a distribuição de serviço docente regulamentada pelo Despacho Reitoral n.º 8985/2011 (DR, 2ª Série, N.º 130 de 8 de Julho). O Conselho Coordenador da Avaliação do Docentes (CCAD) do IST, no exercício das competências previstas no RADIST, elaborou um relatório sobre as avaliações de desempenho dos docentes relativas aos períodos 2004-2007, 2008-2009, 2010-2012. Estes relatórios fornecem ampla informação sobre as avaliações realizadas, respeitando escrupulosamente o princípio da confidencialidade dos resultados da avaliação de cada docente estabelecido no artigo 30º do RADIST, e foram objeto de discussão nos diferentes Órgãos do IST. Em resultado desta discussão, da experiência adquirida nas avaliações anteriores e das audiências sindicais, que foram efetuadas nos termos previstos na lei, foram produzidas atualizações do RADIST que foram aprovadas pelos Órgãos competentes do IST e que publicadas em Diário da República em 2013 (Despacho Reitoral no. 262/2013, DR 2ª Série, N.º 4 de 7 de Janeiro de 2013) e está a ser finalizada uma nova revisão que estará em vigor no triénio 2016-2018 e que está em fase de publicação, tendo sido já aprovada por todos os órgãos do IST.

Paralelamente, a avaliação das atividades pedagógicas é efetuada recorrendo ao Sistema de Garantia da Qualidade das Unidades Curriculares. Este sistema baseia-se na realização de inquéritos pedagógicos aos alunos, na avaliação por parte de coordenadores de curso e delegados de curso, na realização de auditorias de qualidade e na elaboração de códigos de boas práticas.

4.3. Teaching staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating:

The performance assessment of IST teaching-staff relies on the multicriterion system defined in the "Performance by law of the IST Teaching-staff" (Rectorial Order 4576/2010, Government Journal 2nd Series, No. 51 of 15 March), which is applied individually to each teacher during the periods established by law. The quantitative assessment of the teaching staff performance is reflected in different strands, namely, on the allocation of teaching tasks that is governed by the Rectorial Order 8985/2011 (Government Journal, 2nd Series, No. 130 of 8th July). Pursuant to the powers and responsibilities conferred upon it under the RADIST, the Coordinating Board for Teacher Evaluation (CCAD) elaborated a faculty performance report for the periods 2004-2007, 2008-2009, and 2010-2012. This report, which provides extensive information on such evaluations, with scrupulous regard for the principle of confidentiality of each teacher's results established in article 30 of RADIST, was discussed in the different bodies of IST. As a result of this discussion, from the experience gained from previous assessments and hearings with trade unions, which were held pursuant to the law, updates to the RADIST were adopted by the relevant bodies of IST and published in the Official Journal in 2013 (Rector's Order No. 262/2013, Official Journal 2nd Series, No. 4 of January 7th 2013) and a new version of the RADIST is now being discussed to be implemented in 2016-2018. This revised version has resulted from the work of an ad-hoc committee of the Scientific Council.

In parallel, the teaching activities evaluation is performed using the Quality Guarantee System of the curricular units. This system is based on pedagogic surveys to the students, on the performance evaluation implemented by the course coordinators and student delegates and on quality audits and elaboration of good practice codes.

5. Descrição e fundamentação de outros recursos humanos e materiais

5.1. Pessoal não docente afeto ao ciclo de estudos:

O funcionamento do Curso contará com o apoio de secretariado dos Departamentos de Engenharia e Química (DEQ) e de Engenharia Mecânica (DEM) do IST, bem como do pessoal (técnicos) de apoio aos laboratórios onde decorrerá a lecionação das Unidades Curriculares sob responsabilidade do DEQ, DEM, Departamento de Física (DF) e Dep. de Bioengenharia do IST. Sob responsabilidade do DEQ há dois laboratórios de ensino afectos exclusivamente a disciplinas da especialidade do curso, que contam com o apoio de um funcionário a tempo integral.

5.1. Non teaching staff allocated to the study programme:

The operation of the Master Course will be supported by the secretariat of Departments of Chemical Engineering (DEQ) and Mechanical Engineering (DEM) of IST, as well as by personnel (technicians) allocated to the teaching labs where the Curricular

Units will be taught, in DEQ, DEM, Dept. of Physics, Dept. of BioEngineering. In particular, there are two laboratories specifically dedicated to the practical classes of Materials Engineering courses that count with the support of a full time technician.

5.2. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

Aulas teóricas e práticas: em salas de aula, no Campus da Alameda do IST, dotadas de modernos recursos multimedia. Aulas laboratoriais de diversas disciplinas horizontais: nos laboratórios de ensino e investigação do DEQ, DEM, DF, DBE do IST.

Algumas das aulas de laboratório e demonstração em UC mais avançadas: realizadas nos laboratórios de apoio a atividades de investigação e de prestação de serviços IST, onde são disponibilizadas técnicas de caracterização avançada de materiais, grandes equipamentos ensaio e medição, equipamentos específicos de processamento de

materiais.

Os alunos terão acesso livre aos Laboratórios de Tecnologias de Informação (LTI) do IST (com todos os meios físicos e virtuais disponíveis, incluindo acesso à b-on, Web of Knowledge, software específico, etc), bem como a laboratórios computacionais, salas de estudo 24 horas, bibliotecas, etc.

5.2. Facilities allocated to and/or used by the study programme (teaching spaces, libraries, laboratories, computer rooms, etc.):

Theoretical and practical lectures: in classrooms, on the Alameda campus of IST, equipped with modern multimedia resources.

Laboratory classes in various horizontal UCs: in laboratories at IST situated in DEQ, DEM, DF, DBE.

Some laboratory classes and demonstration in more advanced UCs: will be carried out in research laboratories and in service labs of IST, where advanced materials characterization techniques, large testing and measurement equipment, specific materials processing equipment, are available.

Students will have free access to the Laboratory of Information Technologies (LTI) in IST (with all the physical and virtual resources available, including access to b-on, Web of Knowledge, specific software, etc.), as well as computer labs, 24 hour study rooms, libraries, etc.

5.3. Indicação dos principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TICs):

As salas de aula estão equipadas com datashow, internet sem fios, etc. Os LTIs estão equipados com computadores, datashow, impressoras, plotters, e software específico (ex: CES Edupack, Ansys).

Os laboratórios de apoio às disciplinas do DEQ incluem labs de química geral, analítica, orgânica. Os labs, do DEM incluem equipamentos de ensaios mecânicos e ensaios não destrutivos, bem como equipamentos de processamento (enformação, soldadura, fundição, fabricação aditiva, etc). Os labs. da especialidade incluem preparação de materiais, diversas técnicas de caracterização microestrutural (DRX, microscopia óptica, espectroscopia de UV/visível), análise térmica. É ainda dado apoio em técnicas específicas através do Microlab (Unidade de Microscopia Electrónica do IST) e do acesso a laboratórios de investigação (Raman, FTIR, Auger, etc), deposição assistida por laser, lab filmes finos, lab. de electroquímica, lab. reologia, lab. desgaste, etc.

5.3. Indication of the main equipment and materials allocated to and/or used by the study programme (didactic and scientific equipments, materials and ICTs):

The classrooms are equipped with datashow, wireless internet, etc. The LTIs are equipped with computers, datashow, printers, plotters, and specific software (eg. CES EduPack, Ansys).

Labs supporting the UCs in DEQ include general chemistry, analytical and organic chemistry. The labs in DEM include mechanical and nondestructive testing, processing equipment (forming, welding, casting, additive manufacturing, etc.). The materials specific labs. include materials preparation, microstructural characterization techniques (XRD, optical microscopy, UV/visible spectroscopy), thermal analysis. Support in specific techniques is provided through MicroLab (Electron Microscopy laboratory of IST) and access to research laboratories (Raman, FTIR, Auger, etc.), laser-assisted deposition lab, thin films lab., electrochemical lab, rheology lab., wear lab., etc.

6. Atividades de formação e investigação

Mapa VI - 6.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a su. Atividade científica

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

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	Observações / Observations
CeFEMA - Centro de Física e Engenharia de Materiais Avançados	Muito Bom	Instituto Superior Técnico	
IDMEC - Instituto de Engenharia Mecânica	Muito Bom	Instituto Superior Técnico	
CQE - Centro de Química Estrutural	Excelente	Instituto Superior Técnico	
CQFM - Centro de Química-Física Molecular	Muito Bom	Instituto Superior Técnico	

Perguntas 6.2 e 6.3

6.2. Mapa resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, na área predominante do ciclo de estudos, em revistas internacionais com revisão por pares, nos últimos cinco anos (referenciação em formato APA):

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/3f48085b-6eb4-9eb6-1727-57d0394a7134>

6.3. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram a. Atividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos:

Projetos com participação/coordenação de docentes e investigadores da área:

IMPALA – Intelligent Manufacture from Powder by Advanced Laser Assimilation, NMP2-SE-2008-214380

NANOMICRO – Nano/Micro Integration in Micromanufacturing, FP7-NMP-2008-3.5-1, Project 228815

SHELL – Novel Composite Functionalized Shell NanoCatalyst for Fuel Cell Applications, PTDC/CTM-ENE/1585/2012

TITAN – Novel Titanium alloys for biomedical applications, FCT PTDC/CTM/098115/2008

Bio-inspired multiscale interfaces for dental and skeletal reconstruction biomaterials, Acção Luso-Francesa (PAULF), TC-07/11

Controle da microestrutura e propriedades na deposição assistida por laser de superligas de níquel monocristalinas, FCT/CAPES, 4.4.1.00/2014

Hierarchical nanomaterials for structural color, FCT PTDC/CTM-POL/3698/2014

STONEMANAGER - development of a optimised planning process for the industrial stone industry (QREN IDT), N. 33982

Nanocimento, Contrato industrial CIMPOR/ADIST AD031

6.3. List of the main projects and/or national and international partnerships, integrating the scientific, technological, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme:

Projects with participation/coordination of teachers and investigators involved in the course:

IMPALA – Intelligent Manufacture from Powder by Advanced Laser Assimilation, NMP2-SE-2008-214380

NANOMICRO – Nano/Micro Integration in Micromanufacturing, FP7-NMP-2008-3.5-1, 228815

SHELL – Novel Composite Functionalized Shell NanoCatalyst for Fuel Cell Applications, PTDC/CTM-ENE/1585/2012

TITAN – Novel Titanium alloys for biomedical applications, FCT PTDC/CTM/098115/2008

Bio-inspired multiscale interfaces for dental and skeletal reconstruction biomaterials, Luso-French action (PAULF), TC-07/11

Controle da microestrutura e propriedades na deposição assistida por laser de superligas de níquel monocristalinas, FCT/CAPES, 4.4.1.00/2014

Hierarchical nanomaterials for structural color, FCT PTDC/CTM-POL/3698/2014

STONEMANAGER - development of a optimised planning process for the industrial stone industry (QREN IDT), N. 33982

Nanocimento, Contrato industrial CIMPOR/ADIST AD031

7. Atividades de desenvolvimento tecnológico e artísticas, prestação de serviços à comunidade e formação avançada

7.1. Descreva esta. Atividades e se a sua oferta corresponde às necessidades do mercado, à missão e aos objetivos da instituição:

Os docentes e investigadores são frequentemente envolvidos em atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços e formação avançada, dando conteúdo concreto à missão e objetivos expressos nos estatutos do IST. Em particular, participantes neste ciclo de estudos:

- *são responsáveis pela operacionalização da Unidade de Microscopia Electrónica do IST (MicroLab), prestando serviços de microscopia electrónica à comunidade científica, industrial e clínica do país*
- *lecionam regularmente UCs nos Programas de Doutoramento em Eng. de Materiais, Eng. Química e Química do IST, Programa AdvanTech, Programa IDS-FUNMAT (International Doctoral School in Functional Materials, ERS MUS MUNDUS II), orientando trabalhos de tese no âmbito destes programas.*
- *desenvolvem projectos de investigação e desenvolvimento tecnológico directamente com a indústria nacional e internacional*
- *desenvolvem acções de formação e divulgação científica para docentes e alunos dos ensinos básico e secundário*

7.1. Describe these activities and if they correspond to the market needs and to the mission and objectives of the institution:

Teachers and researchers are often involved in technological development, services and advanced training activities, in direct accomplishment of the mission and objectives expressed in the IST's statutes. In particular, participants in this

study cycle:

- are responsible for running and management of the Electron Microscopy Unit of IST (MicroLab), providing electron microscopy services to the scientific, industrial and clinical community
- regularly teach in IST's PhD programs in Chemistry, Materials Engn., Chemical Engn., AdvanTech program, IDS-FUNMAT Program (International Doctoral School in Functional Materials, ERSUM MUNDUS II), often supervising thesis work under these programs.
- develop research and technological development projects, directly with national and international industry
- develop training and scientific dissemination actions for teachers and students of primary and secondary education

8. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

8.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclos de estudos similares com base nos dados do Ministério que tutela o emprego:

Tratando-se de um novo ciclo de estudos, avaliam-se os dados de empregabilidade do Mestrado em Eng. de Materiais anteriormente existente no IST. Dados do Observatório da empregabilidade do IST demonstram que o MEMat se tem caracterizado por uma elevada taxa de empregabilidade. Em 2015, 50% dos diplomados obtiveram emprego antes de concluir o curso e 83,3% obtiveram emprego até 6 meses após a conclusão do curso. É, assim, de prever que estas taxas se mantenham no futuro. Dados publicados pelo Observatório da Empregabilidade da Ordem dos Engenheiros (até 2012), revelam que os Eng. de Materiais da região sul encontram emprego essencialmente na indústria transformadora (38%), em ensino e I&D no sector público (18%), em atividades de consultoria (15%), indústria de transportes e armazenagem (8%), administração pública e defesa (4%) e no sector da energia (4%). As atividades são de projeto e desenvolvimento de produto, controle de qualidade e de produção, tecnologias de produção, e I&D.

8.1. Evaluation of the graduates' employability based on Ministry responsible for employment data:

Since there are no data on the new course proposed, the evaluation was based on the employment data available for the Master degree in Materials Engn. existing at IST. The IST's Observatory of Employment data show that MEMat has been characterized by a high employment rate. In 2015, 50% of graduates obtained employment before completing the course and 83.3% obtained employment within 6 months after completion of the course. It is therefore expected that these rates are maintained in the future. Data published by the Observatory of Ordem dos Engenheiros (until 2012), show that materials Engineers in the southern region of Portugal find employment mainly in the manufacturing industry (38%), in education and R&D in the public sector (18%), consulting activities (15%), transport and storage industry (8%), public administration and defense (4%) and the energy sector (4%). The activities are design and product development, quality control and production, production technologies, and R&D.

8.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

A análise dos dados de acesso (DGES) à Lic. em Eng. de Materiais do IST (LEMat, curso anterior) permite constatar que a atratividade é das mais elevadas a nível nacional. Os cursos de Eng. de Materiais do IST e da FEUP (Eng. Metalúrgica e de Materiais) têm a maior procura a nível nacional, com taxas de preenchimento de 100%.

A análise dos dados de acesso à LEMat entre 2008 e 2016 revelam:

- um crescimento constante do número de candidatos (de 148 para 216)
- um crescimento do número de candidatos em 1ª opção
- um aumento progressivo da Nota Mínima de Seriação (de 138,3 para 155,5), indicando um aumento da qualidade dos alunos ingressados

Os indicadores revelam uma clara tendência para o aumento de atratividade da LEMat e da qualidade dos candidatos. É expectável que a passagem do curso a uma formação integrada de 5 anos com reconhecimento profissional pela OE, oferecendo uma formação alargada e atualizada, se traduza num aumento da atratividade por este novo ciclo de estudos.

8.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

The analysis of the access (DGES) to Lic. in Materials Engn. (LEMat, previously existing course) reveals that the attractiveness is among the highest at national level. The courses at IST and FEUP (Metallurgical and Materials Engn.) show the highest demand at national level, with 100% occupation rates.

The analysis of the access data to LEMat between 2008 and 2016 show:

- a steady growth in the number of candidates (148 to 216)
- a increasing number of candidates in 1st option
- a progressive increase in minimum access grade (NMS from 138.3 to 155.5), indicating an increase in the quality of students

The above indicators show a clear trend towards increased attractiveness of LEMat and in the quality of candidates. It is expectable that the conversion of the course into an Integrated Master providing a five year training with professional recognition by OE, also offering an expanded and updated training, will result in an increase in the attractiveness of

this new course.

8.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

Não existem parcerias específicas ao nível do 2º ciclo de estudos com outras instituições da região. Essas parcerias existem a nível de 3º ciclo (participação conjunta do IST-UL, FCT-UNL, FCT-UC, FEUP, UMinho, UAveiro e UBI no Programa Doutoral FCT AdvaMTech - Materiais e Processamento Avançados) e a nível de investigação.

8.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

There are no specific partnerships at the 2nd cycle level of studies with other institutions in the region. These partnerships exist but at the level of the 3rd cycle (joint participation of IST-UL, FCT-UNL, FCT-UC, FEUP, UMinho, UAveiro and UBI in the FCT PhD Program AdvaMTech - Advanced Materials and Processing) and the research level.

9. Fundamentação do número de créditos ECTS do ciclo de estudos

9.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de Março:

De acordo com o nº1 do artigo 19º "No ensino universitário, o grau de mestre pode igualmente ser conferido após um ciclo de estudos integrado, com 300 a 360 créditos e uma duração normal compreendida entre 10 e 12 semestres curriculares de trabalho, nos casos em que, para o acesso ao exercício de uma determinada actividade profissional, essa duração:

a) Seja fixada por normas legais da União Europeia;

b) Resulte de uma prática estável e consolidada na União Europeia."

O novo ciclo de estudos integrado em Engenharia de Materiais conducente ao grau de Mestre em Engenharia de Materiais tem 300 unidades de crédito ECTS, com 270 ECTS distribuídos igualmente por 9 semestres (30 ECTS por semestre), sendo os restantes 30 ECTS correspondentes à dissertação a realizar durante o 10º semestre, onde o aluno deverá desenvolver trabalho científico individual e original que conduzirá a uma tese a apresentar e defender publicamente. Uma formação de 5 anos é a necessária ao exercício da profissão.

9.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, 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, March 24th:

According to paragraph 1 of Article 19 "In university education, a master's degree may also be conferred after an integrated cycle of studies with 300 to 360 credits and a normal duration between 10 and 12 semesters of work, in the cases where, for access to the exercise of a particular professional activity, this time:

a) is established by legal standards of the European Union;

b) results from a stable and consolidated practice within the European Union."

The new integrated study cycle in Materials Engineering leading to a Master's degree in Materials Engineering has a total of 300 ECTS credit units, with 270 ECTS evenly distributed along 9 semesters (30 ECTS per semester), with the remaining 30 ECTS corresponding to the dissertation performed during the 10th semester, where students must develop individual and original scientific work leading to a thesis to be presented and discussed publicly. A 5 year training course is required for professional practice.

9.2. Metodologia utilizada no cálculo dos créditos ECTS das unidades curriculares:

O número de ECTS atribuídos a cada Unidade Curricular foi definido tendo por base as linhas de orientação estabelecidas pelo Decreto Lei Nº 42/2005, bem como as discussões havidas nos órgãos científicos e pedagógicos do IST acerca da implementação dessas linhas gerais.

Desse modo, foi adotado como padrão 1 ECTS = 28 horas de trabalho, 35 a 45% das quais correspondendo a horas de contacto efetivo. O rácio contacto efetivo/horas totais de trabalho depende da tipologia das aulas (teóricas, práticas, laboratoriais, seminários ou orientação tutorial), do nível da formação e da área científica específica.

9.2. Methodology used for the calculation of the ECTS credits of the curricular units:

The ECTS number awarded to each Curricular Unit was defined on the basis of the guidelines established by Decree-Law 42/2005 and on the discussions held by the scientific and pedagogical bodies of IST regarding the implementation of those general guidelines.

Therefore, it was adopted as standard 1 ECTS = 28 working hours, 35% to 45% of which correspond to effective contact hours. The effective contact time/total working time ratio depends on the type of class (theoretical, practical, laboratory, seminar or tutorial), on the level of training and on the specific scientific area.

9.3. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

O IST tem um padrão para a definição de ECTS nas UCs de todos os seus ciclos de estudo, estipulado após uma discussão aprofundada aquando da implementação do "Processo de Bolonha".

9.3. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

IST has a standard to define the ECTS for the Curricular Units of all its study programmes, which was set out after an indepth internal debate carried out at the time of implementation of the "Bologna Process".

10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:

O ciclo de estudos proposto resulta da análise detalhada das ofertas formativas na área em Univ. Europeias e Americanas de referência, bem como de recomendações da Quality Assurance Agency for Higher Education e The Higher Education Academy. Apesar das especificidades existentes, há ciclos de estudos em Eng. de Materiais com estrutura e duração similares ao proposto em diversas Universidades europeias:

- *École Polytechnique Fédérale de Lausanne*
- *Grenoble Institute of Technology*
- *Karlsruhe Institute of Technology*
- *Aalto University*
- *Politecnico di Torino*
- *Universitat Politècnica de Catalunya*
- *Imperial College*
- *University of Manchester*

A análise revela ainda a notável expansão e diversidade de formação na área em algumas universidades europeias onde, para além da Eng. de Materiais, se oferecem formações especializadas (Mater. para Aeronáutica, Mater. para Energia Nuclear, Mater. Funcionais, Mater. para Biotecnologia e Medicina, Mater. para Microelectrónica e Microtecnologia, etc.)

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions of the European Higher Education Area:

The course proposed results from a detailed analysis of training offered in Materials Engineering in European and American Universities of reference, as well as recommendations of the Quality Assurance Agency for Higher Education and The Higher Education Academy. Despite the specific differences existing, several European Universities offer courses in Materials Engn. with structure and duration similar to the one proposed:

- *École Polytechnique Fédérale de Lausanne*
- *Grenoble Institute of Technology*
- *Karlsruhe Institute of Technology*
- *Aalto University*
- *Politecnico di Torino*
- *Universitat Politècnica de Catalunya*
- *Imperial College*
- *University of Manchester*

The analysis reveals also the remarkable expansion and diversity of the training in some European universities where, besides Materials Engineering, specialized training is also offered in Materials for Aeronautics, Nuclear Energy, Biotechnology and Medicine, Microelectronics and Microtechnology, Functional Materials, etc.

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

A Engenharia de Materiais é uma área-chave na promoção do desenvolvimento sustentável, sendo a sua importância estratégica reconhecida por todos os programas de investigação e inovação, em particular, pelo programa Horizon 2020. A importância da Engenharia de Materiais tem crescido nas últimas décadas, com o reconhecimento de que a disponibilidade de novos materiais é essencial para fazer face aos desafios das sociedades contemporâneas e que abrangem os diversos sectores económicos. Uma visão moderna da Engenharia dos Materiais, perspectivando o futuro, requer uma abrangência de ideias, métodos e técnicas que pressupõe um elevado nível de interdisciplinaridade e abrangência. Este ciclo de estudos visa formar técnicos e cientistas que permitam à indústria e à sociedade responder a estes desafios futuros, dotando os profissionais de uma sólida formação, de nível internacional, nomeadamente adquirindo:

- *uma base sólida em todas as áreas de Engenharia de Materiais, através de um curso coerente e que integra uma base de ciência com aplicações práticas e experimentais*
- *prática de análise de projetos de engenharia*

- *competências de expressão oral, escrita e de comunicação*
 - *capacidade de tomar decisões racionais*
 - *capacidades de gestão, planeamento, organização e trabalho em equipa*
 - *capacidades intelectuais de modo a que a aquisição de conhecimentos não se esgote no curso, mas se mantenha ao longo da vida*
 - *aptidões de adaptação às empresas e à sociedade*
 - *capacidade de integrar conceitos criativos e incorporá-los no projeto de produtos ou processos.*
- Estes objectivos estão em perfeita consonância com os definidos nos cursos das melhores universidades europeias.*

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions of the European Higher Education Area:

Materials Engineering is a key area in promoting sustainable development, and its strategic importance is recognized by all research and innovation programs, in particular the Horizon 2020 program. The importance of Materials Engineering has grown in recent decades, with the recognition that the availability of new materials is essential to meet the challenges of contemporary societies and covering different economic sectors. A modern view of Materials Engineering, foreseeing the future, requires a range of ideas, methods and techniques which requires a high level of interdisciplinarity and coverage. This cycle of studies aims at training technicians and scientists able to help industry and society meeting these future challenges, providing professionals with a solid background, of international level, namely by acquiring:

- *a solid foundation in all areas of Materials Engineering, through a consistent course that integrates a basis of science with practical and experimental applications*
- *practical analysis of engineering projects*
- *communication, writing and oral presentation skills*
- *ability to make rational decisions*
- *management, planning and organization skills and teamwork*
- *intellectual capacities so that the acquisition of knowledge is not exhausted in the course, but is maintained over life*
- *ability to adapt to business and society*
- *ability to integrate creative concepts and incorporate them into the design of products or processes.*

These objectives are fully aligned with those defined in the courses of the best European Universities.

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Locais de estágio e/ou formação em serviço (quando aplicável)

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<sem resposta>

Mapa VIII. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Mapa VIII. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

<sem resposta>

11.3. Resources of the Institution to effectively follow its students during the in-service training periods:

<no answer>

11.4. Orientadores cooperantes

Mapa IX. Normas para a avaliação e seleção dos elementos das instituições de estágio e/ou formação em serviço responsáveis por acompanhar os estudantes

11.4.1 Mapa IX. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a Instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB):

<sem resposta>

Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	--	--	--	--

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

*Competências dos diplomados reconhecidas pelos empregadores;
Elevada empregabilidade;
Monitorização do sucesso escolar (GEP), disponibilizada à coordenação do curso;
Centros de I&D nas áreas de conhecimento do curso com classificações de Muito Bom e Excelente;
Número de artigos publicados em revistas internacionais relevantes é elevado e crescente;
Número de publicações didáticas elaboradas pelos docentes do ciclo de estudos;
Projetos de investigação com importantes parcerias nacionais/internacionais;
Crescente atratividade do curso para alunos ERASMUS;
Acesso a programas internacionais de mobilidade;
Participação na rede CLUSTER com reconhecimento mútuo de graus;
Contributo para o desenvolvimento nacional, regional e local, pela elevada qualidade dos alumni colocados em empresas
de referência públicas e privadas;
Formação de espectro largo.*

12.1. Strengths:

*Skills of graduates recognized by employers;
High employability rate;
Monitoring of scholar success (GEP), available to the coordination of the course;
R&D centers in the scientific area of the course with ratings of Very Good and Excellent;
Number of articles published in relevant international journals is increasing;
Number of educational publications prepared by the teachers of the course;
Research projects with major national/international partnerships;
Increasing attractiveness of the course for ERASMUS students;
Access to international mobility programs;
Participation in the CLUSTER network with mutual recognition of degrees;
Contribution to national, regional and local development, due to the high quality of alumni placed in public and private reference companies;
Broad spectrum training.*

12.2. Pontos fracos:

*Excessivo insucesso escolar em algumas disciplinas;
Dificuldade em consciencializar os alunos da importância do estudo autónomo e da aquisição de competências de Engenharia;
Elevadas taxas de abandono.*

12.2. Weaknesses:

*Excessive underachievement in some subjects;
Difficulty to raise awareness among students of the importance of self-study and the acquisition of engineering skills;
High dropout rates.*

12.3. Oportunidades:

*Existência de mercados globais e internacionais, com destaque para os mercados emergentes em países de língua portuguesa;
Mobilização dos alumni na consolidação da imagem do curso no mercado e junto dos alunos do ensino secundário;
Maior disponibilidade e interesse das empresas em concorrer a projetos de investigação em parceria com as Universidades.*

12.3. Opportunities:

*Global and international markets, especially emerging markets in Portuguese-speaking countries;
Mobilisation of alumni to the consolidation of the course image in the market and among secondary school students;
Increased availability and interest of companies to apply for research projects in partnership with universities.*

12.4. Constrangimentos:

*Corpo docente em rápido envelhecimento e baixa taxa de contratação de novos docentes pela instituição;
Limitado financiamento público para atividades de ensino e de investigação;
Crise económica poderá diminuir taxa de empregabilidade em alguns sectores.*

12.4. Threats:

*Faculty aging rapidly and low rate of hiring of new teachers by the institution;
Limited public funding for teaching and research activities;
Economic crisis could decrease employment rate in some sectors.*

12.5. CONCLUSÕES:

O Mestrado tem como objectivo formar profissionais em Engenharia de Materiais com uma formação de elevada qualidade e moderna, perspectivando o futuro, através de métodos e técnicas que pressupõem um elevado nível de interdisciplinaridade e abrangência, que resultam do plano de estudos proposto. A reflexão subjacente a esta proposta levou à conclusão que o Mestrado Integrado é o único modelo possível para que o IST possa continuar a oferecer uma formação ao mais elevado nível nesta área, coerente com os resultados de aprendizagem necessários ao exercício da profissão de Engenheiro de Materiais. Este é já o modelo adoptado em todos os cursos de Materiais existentes no país. A preparação do novo ciclo de estudos incluiu:

- análise dos curricula de Univ. do CLUSTER e de Univ. de referência na Europa e EUA, em termos de organização pedagógica, planos e conteúdos curriculares e áreas de especialização;*
- consulta das recomendações de agências internacionais e de associações profissionais na área;*
- incorporação das recomendações da CAE da A3ES em processos anteriores;*
- incorporação de opiniões de docentes e alunos que permitiram detectar deficiências existentes nos ciclos de formação anteriores.*

O Mestrado caracteriza-se por uma formação de largo espectro que confere aos graduados a capacidade para desenvolver a sua atividade profissional em qualquer sector da indústria ou serviços, permitindo responder às necessidades da indústria e da sociedade. O curso aborda de forma equilibrada as diferentes classes de materiais, bem como os materiais e tecnologias atualmente utilizados pela indústria e aqueles que se encontram em desenvolvimento, dando ampla representação aos materiais funcionais, às micro e nanotecnologias e a outras áreas de interesse futuro. Além da formação aprofundada e alargada em ciências básicas e de engenharia, o plano de estudos inclui formação em áreas não técnicas (empreendedorismo, gestão de projetos, trabalho em equipa e liderança, propriedade intelectual, etc.), consideradas essenciais a qualquer engenheiro.

A metodologia de ensino envolve a transmissão de robustos conhecimentos teóricos aliados a forte vertente prática experimental. A equipa docente inclui Professores e Investigadores com: grande experiência de lecionação na área; vasta experiência de organização e participação em cursos e ações de formação; atividade de investigação científica em centros de excelência, sustentada por elevada produtividade científica e suportada por laboratórios, equipamentos e infraestruturas dedicadas.

Membros do corpo docente participam em projectos europeus, redes e plataformas internacionais, possuindo robustos conhecimentos do reconhecimento mútuo de conhecimentos, capacidades e competências e a harmonização de

conteúdos e programas de educação e formação na área. Estas contribuirão para a internacionalização do ciclo de estudos, para se forjarem colaborações com instituições estrangeiras e para o intercâmbio de alunos e docentes.

12.5. CONCLUSIONS:

The Master aims to train professionals in Materials Engineering with a high quality and modern training, foreseeing future, using methods and techniques that require a high level of interdisciplinarity and scope, as a result of the proposed study plan. The reflexion taken to prepare the proposal led to the conclusion that an Integrated Master is the only model possible for IST to continue providing training to the highest level in this area, consistent with the learning outcomes required for the performance of the Materials Engineer profession. This is already the model adopted in all existing Materials courses in the country.

The preparation of the new course included:

- *analysis of the curricula of CLUSTER Universities and reference Universities in Europe and the US, in terms of educational organization, curricular contents and areas of expertise;*
- *consultation of recommendations of international agencies and professional associations in the field;*
- *incorporation of the A3ES CAE's recommendations in previous evaluations;*
- *incorporation of opinions of teachers and students that allowed detecting deficiencies in previous courses.*

The Master is characterized by a broad spectrum training that gives graduates the ability to develop their professional activity in any sector of industry and services, responding to the needs of industry and society. The course covers, in a balanced way, the different classes of materials, and the materials and technologies currently used by the industry and those that are in development, with broad representation of functional materials, micro and nanotechnologies and other areas of future interest. In addition to a deep and broad training in basic sciences and engineering, the curriculum includes training in non-technical areas (entrepreneurship, project management, teamwork and leadership, intellectual property, etc.), considered essential to any engineer.

The teaching methodology involves the transmission of robust theoretical knowledge combined with strong experimental practice. The teaching staff includes teachers and researchers with: great lecturing experience; vast experience of organizing and participating in courses and training activities; scientific research activity in centers of excellence, supported on a high scientific production and on dedicated laboratories, equipment and infrastructures. Faculty members participate regularly in European projects, networks and international platforms, having robust knowledge of mutual recognition of knowledge, skills and competences and harmonization of contents and education and training programs in the area. These participations will contribute to the internationalization of the course, to increase the collaborations with foreign institutions and exchange of students and teachers.