

PERA/1617/1000081 — Apresentação do pedido

Caracterização do pedido

0. Âmbito do guião e síntese das principais alterações/melhorias introduzidas no ciclo de estudos desde o processo de acreditação prévia.

0.1. Síntese das alterações introduzidas nos itens pré-preenchidos e indicação das razões que as motivaram.

O ciclo de estudos foi alvo de duas alterações. A primeira em 2012, com a criação do designado “Perfil curricular FCT” (DR, 2ª série — N° 209 — 29 de outubro de 2012), que visou a reformulação de todos os ciclos de estudos (CE) de 1º, 2º ciclos e mestrados integrados da FCT-UNL, no sentido de enriquecer a formação dos estudantes com competências complementares, de potenciar uma “marca FCT” comum a todos os seus ciclos de estudo, de refrescar a estrutura curricular dos CE, reajustando o número de ECTS por unidade curricular e introduzindo a avaliação contínua em todas as UC (ver: <http://www.fct.unl.pt/ensino/perfil-curricular-fct>). Os resultados da implementação do Perfil Curricular, designadamente da avaliação contínua, mostram uma melhoria significativa do sucesso escolar.

Nesta reformulação o CE de Mestrado Integrado em Engenharia de Materiais (MIEMat) incorporou as referidas alterações, não alterando a sua área científica predominante, nem alterando de forma significativa o peso relativo de cada uma das restantes áreas científicas mais relevantes do CE. Foi também introduzida a área científica de Microeletrónica e Nanotecnologias, passando as seguintes Unidades Curriculares (UC) a integrá-la: Microeletrónica; Nanomateriais e Nanotecnologias; Optoeletrónica. A segunda alteração, aprovada pelo CC da FCT-UNL em 21/10/2015, resultou de um estudo e discussão aprofundados que envolveram todos os docentes do Departamento de Ciência dos Materiais e a comissão pedagógica do MIEMat, visando um melhoramento dos programas das UC do CE, assim como uma melhor interligação dos conteúdos das diferentes UC, tendo algumas UC transitado de ano ou de semestre. A reestruturação do plano curricular visou ainda a criação de mais uma UC optativa a nível do 2º ciclo do MI, por forma a possibilitar aos estudantes uma maior escolha a nível do percurso académico. A criação desta UC foi acompanhada com a alteração dos ECTS de 2 UCs e ajuste dos respetivos conteúdos programáticos. Mais detalhes sobre as alterações, propostas à DGES, encontram-se no campo A17. deste guião.

0.1. Summary of changes submitted to the pre-filled items, and its main reasons.

The MSc programme has been subject to two changes. In 2012, the creation of the “FCT profile” (DR, 2ª série — N° 209 — 29th October 2012) has led to all the courses in FCT-UNL being restructured, so as to insure that all students would acquire complementary skills; this promoted a so-called “FCT brand”, common to all its courses, to refresh the curricular structure of the EC, readjusting the number of ECTS per curricular unit and introducing continuous assessment in all UC (see: <http://www.fct.unl.pt/ensino/perfil-curricular-fct>). The results of the implementation of the FCT profile, namely the continuous evaluation, showed a significant improvement of the school success.

On the occasion, the Materials Engineering Integrated Master Course (MIEMat) embodied the corresponding modifications without changing its main scientific area nor noticeably altering the relative distribution of the remaining scientific areas; however, it became possible to newly introduce an area of Microelectronics and Nanotechnologies, comprising the following curricular units (CU): Microelectronics; Nanomaterials and Nanotechnologies; and Optoelectronics.

The second change, approved by the Scientific Council of FCT NOVA in 2015/10/21, stemmed from a profound study and subsequent discussion involving the Pedagogic Committee of MIEMat, together with the remaining professors from the Materials Science Department (DCM), incumbent on improving the syllabus of each CU in the course, eliminating any remaining duplication and insuring a better integration among those units. As a consequence, some of the units suffered a change in their scheduled year or semester in the MIEMat. Another aim of this restructuring has been to provide students with one further optative CU during the second learning cycle; this, in turn, has made necessary the alteration of the number of ECTS units for two CUs, which incurred further changes in their contents. These aspects, duly submitted to DGES for approval, shall be further detailed in field A17 of this document.

0.2. Outras observações relevantes sobre a evolução da implementação do ciclo de estudos (facultativo).

As alterações acima referidas resultam da elevada experiência de ensino dos docentes do Departamento de Ciência dos Materiais da FCT-UNL (DCM) na área de Engenharia de Materiais, tendo sido a FCT-UNL pioneira em termos da formação multidisciplinar, visando o desempenho funcional e estrutural dos materiais, em estreita relação com a investigação que se realiza no Centro de Investigação de Materiais (CENIMAT). Desta formação queremos realçar que deu origem a 4 formandos neste tipo de estrutura terem ganho bolsas ERC (Conselho Europeu de Investigação), caso único no País e considerado exemplo, a nível Europeu. As alterações efetuadas refletem a visão estratégica do DCM e as necessidades de formação dos estudantes fornecendo-lhes as ferramentas adequadas para a sua entrada no mercado de trabalho, a nível nacional e internacional. Para além de colaborações com instituições de ensino superior nacionais e com a indústria, salientam-se algumas colaborações, com universidades e institutos excelentes como: Dresden (classificado de excelência na Alemanha; via Ehrenfried Zschech, chefe do laboratório Fraunhofer de nanotecnologia); Univ. Catania (Francesco Priolo, na área de novos nanomateriais funcionais), Univ. Barcelona (Juan Maurant, vice-presidente de IREC, um Instituto dedicado à energia e nanotecnologias); Univ. de Bordeaux; Univ. Darmstadt; Univ. Liege, Univ. Grenoble; Univ. Qingdao.; Univ. Leuven.; Univ. Limoges.; Univ. S. Paulo, Inst. Física, Brasil; Cavendish Lab., Cambridge, Reino Unido; Laboratoire de Physique des Solides, Orsay, França; Liquid Crystal Institute, Kent, Estados Unidos; Faculty of Mathematics and Physics, University of Ljubljana; Jozef Stefan Institute, Ljubljana, Eslovénia; CEMUC (FCT-UC); CT2M (UM), Universitatea “Politehnica” din Timisoara (Roménia); Universitat de les Illes Balears (Espanha); Univ. Cranfield (Reino Unido); Inst. Militar de Engenharia (Brasil); Univ. Waterloo (Canadá); Indian Inst. Science (Índia); Russian Academy of Sciences (Russia); Univ. Sci. Tech., Beijing (China); Univ. Galati (Roménia);

Inst. National Polytechnique de Toulouse (CIRIMAT/ENSIACET)

A investigação é realizada no CENIMAT, classificado de Excelente, e que desde 2006 integra o Laboratório Associado I3N (Instituto de Nanoestruturas, Nanomodelação e Nanofabricação). Desde a sua génese, o CE de Engenharia de Materiais da FCT-UNL é o único a nível nacional que de uma forma absolutamente transversal integra a formação nas áreas da Metalurgia, Cerâmicos, Polímeros, Compósitos e Microeletrónica. A inclusão da área científica de Microeletrónica e Nanotecnologias, na alteração efetuada em 2012, é o reflexo da evolução da Engenharia dos Materiais a nível internacional e permite projetar a formação dada na FCT-UNL neste domínio da Engenharia a um nível global. A relevância desta área está bem patente na investigação de ponta realizada no CENIMAT(<http://www.cenimat.fct.unl.pt/rd-id-teams/materials-electronics-optoelectronics-and-nanotechnologies/projects>).

0.2. Other relevant observations on the implementation progress of the study programme (optional).

The above mentioned changes stem from the extensive teaching experience of DCM's professors in Materials Engineering education - a field where FCT-UNL performed a pioneering role – tackling multidisciplinary functional and structural materials, in close relationship with the research endeavour undertaken in the Materials Research Centre (CENIMAT). Here we would like to highlight that this programme formed the basis of today's department professors that won 4 ERC, a single case now in Portugal and highly appreciate at European level.

Such changes also reflect DCM's strategic vision for the field, together with the attention devoted to the evolving needs of the students to facilitate their access to the professional world, at the national and international levels. This is further eased through the multiple links with other institutions to which DCM has forged during its existence. Apart from collaboration with Portuguese higher education institutions and industries, a non-exhaustive sample of collaborations with universities and institutes of excellence are: Dresden (classified as Excellent in Germany, via Ehrenfried Zschech, head of the Fraunhofer laboratory of nanotechnology); Univ. Catania (Francesco Priolo, new functional nanomaterials), Univ. Barcelona (Juan Maurant, vice-president of IREC in Inst. for energy and nanotechnologies); Univ. de Bordeaux ; Univ Darmstadt; Univ Liège, Univ Grenoble; Univ Qingdao; Univ Leuven; Univ Limoges; Univ S. Paulo, Inst. of Physics, Brazil; Cavendish Lab., Cambridge, UK; Lab. de Physique des Solides, Orsay, France; Liquid Crystal Institute, Kent, USA; Faculty of Mathematics and Physics, Univ of Ljubljana; Jozef Stefan Inst, Ljubljana, Slovenia; CEMUC (FCT-UC); CT2M (UM), Universitatea "Politehnica" din Timisoara (Romania); Universitat de les Illes Balears (Spain); Univ. Cranfield (UK); Military Inst of Engineering (Brazil); Univ of Waterloo (Canada); Indian Inst Science (India); Russian Academy of Sciences (Russia); Univ Sci Tech, Beijing (China); Univ Galati (Roménia); Inst National Polytechnique de Toulouse (CIRIMAT/ ENSIACET).

Research activities are performed in CENIMAT, classified Excellent, which is part of I3N (Inst. for Nanostructures, Nanomodelling and Nanofabrication) Associated Laboratory since 2006.

Ever since its inception, the Materials Engineering course from FCT-UNL is the only one, at the national level, which transversally encompasses the areas of Metallurgy, Ceramics, Polymers, Composites and Microelectronics. The introduction, in 2012, of the scientific area of Microelectronics and Nanotechnologies reflects the international evolutions registered in the field of Materials Science and Engineering, and projects globally the education provided in this field by FCT NOVA. The relevance of the field finds an adequate showcase in the advanced research undertaken at CENIMAT (<http://www.cenimat.fct.unl.pt/rd-id-teams/materials-electronics-optoelectronics-and-nanotechnologies/projects>).

Perguntas A1 a A4

A1. Instituição de ensino superior / Entidade instituidora:

Universidade Nova De Lisboa

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

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

Faculdade De Ciências E Tecnologia (UNL)

A3. Designação do ciclo de estudos:

Engenharia de Materiais

A3. Study programme name:

Materials Engineering

A4. Grau:

Mestre (M)

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):

529

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:

543

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:

<sem resposta>

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):

5 anos

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

5 years

A9. Número máximo de admissões:

25

A10. Condições específicas de ingresso:

Provas de Ingresso:

Matemática e Física-Química

Classificações Mínimas

Nota de Candidatura: 95 pontos

Provas de Ingresso: 95 pontos

Fórmula de Cálculo

Média do secundário: 60%

Provas de ingresso: 40%

A10. Specific entry requirements:

Mathematics and Physics-Chemistry

Minimum Admission Grade

Application Mark: 95 points (out of 200)

Admission Exams: 95 points (out of 200)

Formula for admission

Secondary school final mark: 60%

Entry exams: 40%

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)

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

Opções/Ramos/... (se aplicável):

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

<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 before a degree is awarded

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*
Matemática / Mathematics	M	30	0
Física / Physics	F	18	0
Química / Chemistry	Q	12	0
Informática / Informatics	I	6	0
Ciência de Materiais / Materials Science	CM	54	0
Engenharia de Materiais / Materials Engineering	EMt	132	0
Engenharia de Materiais / Ciências Humanas e Sociais / Ciências de Engenharia / Materials Engineering / Human and Social Sciences/Engineering Sciences	EMt / CHS / CE	0	6
Engenharia Industrial / Industrial Engineering	EI	6	0
Ciência Materiais Eng. Materiais/Eng. Biomédica/Eng. Industrial/Materials Science/Materials Engineering/Biomedical Engineering/Industrial Engineering	CMt / EMt / EBm / EI	0	6
Microelectrónica e Nanotecnologias / Microelectronics and Nanotechnologies	MNt	9	0
Ciências Humanas e Sociais / Human and Social Sciences	CHS	3	0
Competências complementares / Transferable Skills	CC	6	0
Qualquer área científica / Any Scientific Area	QAC	0	12
(13 Items)		276	24

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:*Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.***A14. Premises where the study programme will be lectured:***Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.*

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

[A15_RegCredComp_DR_16junho2016.pdf](#)

A16. Publicação do plano de estudos em Diário da República (nº e data):

Diário da República, 2.ª série — N.º 157 — 17 de agosto de 2016, despacho n.º 10351/2016

A17. Observações:

O plano curricular do MIEMat atualmente em funcionamento é o que resultou de alterações aprovadas em Conselho Científico da FCT-UNL em 21/10/2015. Estas alterações foram o reflexo de um estudo e discussão aprofundados que envolveram todos os docentes do DCM e a comissão pedagógica do MIEMat, visando um melhoramento dos programas das UC do ciclo de estudos, assim como uma melhor interligação dos conteúdos das diferentes UC. A reestruturação do plano curricular visou ainda a criação de mais uma UC optativa a nível do 2º ciclo do MI, por forma a possibilitar aos estudantes uma maior escolha a nível do percurso académico. A criação desta unidade é acompanhada com a alteração do nº de ECTS de 2 UC e ajuste dos respetivos conteúdos programáticos. As alterações foram, assim, as seguintes:

• Alterações entre semestres ou anos (visando a melhoria da interligação dos conteúdos das diferentes UC):

- o Compósitos - Materiais e Aplicações: transitou do 5º para o 3º ano*
- o Nanomateriais e Nanotecnologias: transitou do 5º para o 3º ano*
- o Materiais para a Conversão e Conservação de Energia: transitou do 4º para o 3º ano*
- o Reologia dos Materiais: transitou do 3º para o 4º ano*
- o Tecnologias de Enformação de Materiais Metálicos: transitou do 3º para o 4º ano*
- o Modelação Computacional de Materiais: transitou do 3º para o 4º ano*
- o Cristais Líquidos e Aplicações: transitou do 4º para o 5º ano*
- o Processamento e Reciclagem de Polímeros: transitou do 4º para o 5º ano*
- o Mecânica dos Materiais II: transitou do 5º para o 6º semestre*

• A UC de Probabilidades e Estatística C foi substituída pela UC de Introdução às Probabilidades Estatística e Investigação Operacional, possibilitando aos estudantes a aquisição de conhecimentos a nível da Investigação operacional e desenho de experiências, área de grande relevância para a sua formação.

• Foi alterado o nome da UC de “Seleção de Materiais” para “Seleção de Materiais e Sustentabilidade” de modo a refletir melhor os conteúdos da UC. Face ao trabalho do estudante (após análise dos resultados dos Inquéritos/questionários da UC) considerou-se pertinente alterar também o nº de ECTS de 6 para 3.

• Foi alterado o nome da UC de “Microeletrónica” para “Microeletrónica I”. Estas duas UC eram oferecidas ao MIEMat e Mestrado Integrado em Engenharia de Micro e Nanotecnologias, respetivamente, mas com conteúdos idênticos. Foram sempre lecionadas em conjunto, considerando-se, por isso, esta alteração pertinente.

• Face ao trabalho do estudante (após análise dos resultados dos Inquéritos/questionários da UC) considerou-se pertinente alterar o nº de ECTS:

- o da UC de Modelação Computacional de Materiais, de 3 para 6.*
- o da UC de Nanomateriais e Nanotecnologias, de 6 para 3.*
- o da UC de Projeto de Dissertação, de 6 para 3.*

A17. Observations:

The current course schedule stemmed from the discussion involving the Pedagogic Committee of MIEMat, together with the remaining professors from the Materials Science Department (DCM), incumbent on improving the syllabus of each CU in the course, eliminating any remaining duplication and insuring a better integration among those units. Another aim of this restructuring has been to provide students with one further optative CU during the second learning cycle; this, in turn, led to the alteration of the number of ECTS units for two CUs, which incurred further changes in their contents.

The modifications incurred were:

• Alterations involving change of the scheduled semester or year of the CU (in order to improve the connections between contents):

- o Composites - Materials and Applications: passed from the 5th to the 3rd year*
- o Nanomaterials and Nanotechnologies: passed from the 5th to the 3rd year*
- o Materials for Energy Conversion and Conservation: passed from the 4th to the 3rd year*
- o Rheology of Materials: passed from the 3rd to the 4th year*
- o Shaping Technologies of Metallic Materials: passed from the 3rd to the 4th year*
- o Computer Modelling of Materials: passed from the 3rd to the 4th year*
- o Liquid Crystals and Applications: passed from the 4th to the 5th year*
- o Polymers' Processing and Recycling: passed from the 4th to the 5th year*
- o Mechanics of Materials II: passed from the 5th to the 6th semester*

• The CU Probabilities and Statistics C was replaced by the UT Introduction to Probabilities, Statistics and Operations Research, providing students with highly relevant knowledge about operations research and experimental design.

• The CU “Materials Selection” was replaced with “Materials Selection for Sustainability”, so as to better reflect the changing contents of the unit. In view of the students answers surveys assessing their effective workload, it was felt this TU's number of ECTS to be lowered from 6 to 3.

• The CU “Microelectronics” was redesignated “Microelectronics I”. Both CU were offered to MIEMat and the Integrated Master Course on Micro and Nanotechnologies Engineering, although with similar contents; furthermore, the TU's were always offered together to the two courses, and these reasons were considered pertinent for the alteration.

• In view of the assessed student's workload (as measured through the TU's surveys) the amount of ECTS was changed:

- o from 3 to 6, for the CU Computer Modelling of Materials.*
- o from 6 to 3, for the CU Nanomaterials and Nanotechnologies;*
- o from 6 to 3, for the CU Dissertation Project.*

Instrução do pedido

1.Coordenação do ciclo de estudos

1.1. 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 IV.

João Paulo Miranda Ribeiro Borges

2. Plano de estudos

Mapa II - - 1.º Ano / 1.º 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:

1.º Ano / 1.º Semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

1st Year / 1st Semester

2.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Álgebra Linear e Geometria Analítica / Linear Algebra and Analytical Geometry	M	Semestral / Semester	168	T: 42; PL: 28	6	Obrigatória/Mandatory
Análise Matemática I / Mathematical Analysis I	M	Semestral / Semester	168	T:42; PL:42	6	Obrigatória/Mandatory
Introdução à Ciência e Engenharia dos Materiais / Introduction to Materials Science and Engineering	CMt	Semestral / Semester	84	TP: 42	3	Obrigatória/Mandatory
Física I / Physics I	F	Semestral / Semester	168	TP: 42; PL: 21	6	Obrigatória/Mandatory
Química B / Chemistry B	Q	Semestral / Semester	168	TP: 70; PL: 6	6	Obrigatória/Mandatory
Competências Transversais para Ciências e Tecnologia / Soft Skills for Science and Technology	CC	Semestral / Semester	80	TP: 10; PL: 50	3	Obrigatória/Mandatory

(6 Items)

Mapa II - - 1.º Ano / 2.º 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:
1.º Ano / 2.º Semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
1st Year / 2nd Semester

2.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Matemática II C / Mathematical Analysis II C	M	Semestral / Semester	168	T: 42; PL: 28	6	Obrigatória/Mandatory
Cristaloquímica / Cristal Chemistry	CMT	Semestral / Semester	154	TP:28; PL:42; OT:6	6	Obrigatória/Mandatory
Química Orgânica Geral B / General Organic Chemistry B	Q	Semestral / Semester	168	T:28; TP:14; PL:21	6	Obrigatória/Mandatory
Física II / Physics II	F	Semestral / Semester	168	TP:42; PL:21	6	Obrigatória/Mandatory
Introdução às Probabilidades Estatística e Investigação Operacional / Introduction to Probability, Statistics and Operations Research (5 Items)	M	Semestral / Semester	168	TP:84	6	Obrigatória/Mandatory

Mapa II - - 2.º Ano / 3.º 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:
2.º Ano / 3.º Semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

2.º Year / 3rd Semester

2.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Matemática III C / Mathematical Analysis III C	M	Semestral / Semester	168	T: 42; PL: 28	6	Obrigatória/Mandatory
Física III / Physics III	F	Semestral / Semester	168	TP: 42; PL: 21	6	Obrigatória/Mandatory
Metalurgia Física e Metalografia / Physical Metallurgy and Metallography	CMt	Semestral / Semester	168	T: 28; PL: 42; OT: 6	6	Obrigatória/Mandatory
Química de Polímeros / Polymer Chemistry	CMt	Semestral / Semester	154	TP:28; PL:42; OT:6	6	Obrigatória/Mandatory
Desenho Técnico Assistido por Computador / Technical and Computer-aided Drawing	CMt	Semestral / Semester	84	TP: 42	3	Obrigatória/Mandatory
Ciência, Tecnologia e Sociedade / Science, Technology and Society	CHS	Semestral / Semester	80	TP:32; S:8	3	Obrigatória/Mandatory

(6 Items)

Mapa II - - 2.º Ano / 4.º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Engenharia de Materiais

2.1. Study Programme:

Materials Engineering

2.2. Grau:

Mestre (Ml)

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:

2.º Ano / 4.º Semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

2nd Year / 4th Semester

2.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Física de Polímeros / Polymer Physics	CMt	Semestral / Semester	167	TP:28;PL:42; OT:6	6	Obrigatória/Mandatory
Materiais Cerâmicos e Vidros / Ceramic and Glass Materials	CMt	Semestral / Semester	168	T: 28; PL: 42; OT: 6	6	Obrigatória/Mandatory
Informática para Ciências e Engenharias E / Informatics for Science and Engineering E	I	Semestral / Semester	165	T:28; PL:42	6	Obrigatória/Mandatory
Mecânica dos Materiais I / Mechanics of Materials I	CMt	Semestral / Semester	168	TP:28; PL:42; OT:6	6	Obrigatória/Mandatory
Propriedades Físicas dos Materiais / Physical Properties of Materials	CMt	Semestral / Semester	165	T: 28; PL: 28; OT: 6	6	Obrigatória/Mandatory

(5 Items)

Mapa II - - 3.º Ano / 5.º 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:***3.º Ano / 5.º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***3rd Year / 5th Semester***2.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Compósitos - Materiais e Aplicações / Composites - Materials and Applications	EMt	Semestral / Semester	153	T: 28; PL: 42; OT: 6	6	Obrigatória/Mandatory
Nanomateriais e Nanotecnologias / Nanomaterials and Nanotechnologies	MNt	Semestral / Semester	84	T: 28; PL: 28	3	Obrigatória/Mandatory
Técnicas de Instrumentação / Instrumentation Techniques	EMt	Semestral / Semester	167	T:28; PL:42; OT:6	6	Obrigatória/Mandatory
Materiais Semicondutores / Semiconductor Materials	EMt	Semestral / Semester	168	T:28; TP:42; OT:6	6	Obrigatória/Mandatory
Técnicas de Caracterização e Ensaios não Destrutivos / Techniques of Characterization and Non-destructive Testing	EMt	Semestral / Semester	167	T:28; PL:35; OT:6	6	Obrigatória/Mandatory
Programa de Oportunidades	EMt	Semestral / Semester	80	OT:7	3	Optativa/ Optional

(6 Items)**Mapa II - - 3.º Ano / 5.º Semestre - Grupo de Opções do Programa de Oportunidades****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:*3.º Ano / 5.º Semestre - Grupo de Opções do Programa de Oportunidades***2.4. Curricular year/semester/trimester:***3rd Year / 5th Semester - Opportunities Program Options Group***2.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Programa de Introdução à Prática Profissional em Engenharia de Materiais / Undergraduate Practice Opportunities Program	EMt	Semestral/ Semester	80	OT:7	3	Optativa/ Optional
Programa de Introdução à Investigação Científica em Engenharia de Materiais / Undergraduate Research Opportunities Program	EMt	Semestral/ Semester	80	OT:7	3	Optativa/ Optional

(2 Items)

Mapa II - - 3.º Ano / 6.º 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:*3.º Ano / 6.º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***3rd Year / 6th Semester***2.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Materiais para a Conversão e Conservação de Energia / Materials for Energy Conversion and Conservation	EMt	Semestral / Semester	164	T:28; PL:42; OT:6	6	Obrigatória/ Mandatory
Mecânica dos Materiais II / Mechanics of Materials II	CMt	Semestral / Semester	168	TP:28; PL:42; OT:6	6	Obrigatória/ Mandatory
Microeletrónica I / Microelectronics I	MNt	Semestral / Semester	168	TP:28; PL:56; OT:6	6	Obrigatória/ Mandatory
Tecnologias de Cerâmicos e Vidros / Ceramic and Glass Technologies	EMt	Semestral / Semester	168	TP:28; PL:42; OT:6	6	Obrigatória/ Mandatory
Tratamentos Térmicos e Mecânicos / Heat Treatment and Mechanical Treatment	EMt	Semestral / Semester	168	T:28; PL:42; OT:6	6	Obrigatória/ Mandatory

(5 Items)

Mapa II - - 4.º Ano / 7.º 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:*4.º Ano / 7.º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***4th Year / 7th Semester***2.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Biomateriais / Biomaterials	EMt	Semestral / Semester	164	T:28; PL:42; OT:6	6	Obrigatória/ Mandatory
Reologia dos Materiais / Materials Rheology	EMt	Semestral / Semester	167	T:28; PL:42; OT:6	6	Obrigatória/ Mandatory
Cerâmicos Técnicos / Advanced Ceramics	EMt	Semestral / Semester	84	TP:56	3	Obrigatória/ Mandatory
Empreendedorismo / Entrepreneurship	CC	Semestral / Semester	80	TP:40	3	Obrigatória/ Mandatory
Tecnologias de Enformação de Materiais Metálicos / Metallic Materials Shaping Technologies	EMt	Semestral / Semester	168	TP:28; PL:42; OT:6	6	Obrigatória/ Mandatory
Unidade Curricular do Bloco Livre A / Unrestricted Elective A	QAC	Semestral / Semester	165	Depende da UC escolhida / dependent of choice	6	Optativa/ Optional

(6 Items)**Mapa II - - 4.º Ano / 8.º 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:

4.º Ano / 8.º Semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

4th Year / 8th Semester

2.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Degradação e Proteção de Superfícies / Surface Degradation and Protection	EMt	Semestral/ Semester	163	T:28; PL:42; OT:6	6	Obrigatória/ Mandatory
Modelação Computacional de Materiais / Computational Modelling of Materials	EMt	Semestral/ Semester	168	TP:70;OT:6	6	Obrigatória/ Mandatory
Planeamento e Controlo da Qualidade / Quality Planning and Control	EI	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42; OT:6	6	Obrigatória/ Mandatory
Tecnologias de Revestimentos e Películas Finas / Coatings and Thin Films Technologies	EMt	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42; OT:6	6	Obrigatória/ Mandatory
Opção I / Option I	CMt / EMt / EBm / EI	Semestral/ Semester	168	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional

(5 Items)

Mapa II - - 4.º Ano / 8.º Semestre - Grupo de Opções I

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:

4.º Ano / 8.º Semestre - Grupo de Opções I

2.4. Curricular year/semester/trimester:

4th Year / 8th Semester - Options I Group

2.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Materiais e Tecnologias de Mostradores Planos / Flat Panel Displays Materials and Technologies	EMt	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42; OT:6	6	Optativa / Optional
Materiais Celulósicos e Papel / Cellulosic Materials and Paper	EMt	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42; OT:6	6	Optativa / Optional
Superfícies e Interfaces / Surfaces and Interfaces	CMt	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42; OT:6	6	Optativa / Optional
Biomecânica e Hemodinâmica / Biomechanics and Hemodynamics	EBm	Semestral/ Semester	168	T: 42; PL: 28	6	Optativa / Optional
Planeamento e Controlo da Produção / Production Planning and Control	EI	Semestral/ Semester	168	T: 28; PL: 42	6	Optativa / Optional

(5 Items)

Mapa II - - 5.º Ano / 9.º Semestre**2.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia de Materiais***2.1. Study Programme:***Materials Engineering***2.2. Grau:***Mestre (Ml)***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:*5.º Ano / 9.º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***5th Year / 9th Semester***2.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Projeto de Dissertação / Dissertation Project	EMt	Semestral/ Semester	84	TP:28; OT:3	3	Obrigatória/ Mandatory
Cristais Líquidos e Aplicações / Liquid Crystals and Applications	EMt	Semestral/ Semester	168	TP:28; PL:42; OT:6	6	Obrigatória/ Mandatory
Processamento e Reciclagem de Polímeros / Polymer Processing and Recycling	EMt	Semestral/ Semester	168	TP:28; PL:42; OT:6	6	Obrigatória/ Mandatory
Seleção de Materiais e Sustentabilidade / Sustainability and Materials Selection	EMt	Semestral/ Semester	84	TP: 42	3	Obrigatória/ Mandatory
Opção II / Option II	EMt / CE / CHS	Semestral/ Semester	168	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional
Unidade Curricular de Bloco Livre B / Unrestricted Elective B	QAC	Semestral/ Semester	165	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional

(6 Items)

Mapa II - - 5.º Ano / 9.º Semestre - Grupo de Opções II**2.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia de Materiais***2.1. Study Programme:***Materials Engineering***2.2. Grau:***Mestre (Ml)***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:*5.º Ano / 9.º Semestre - Grupo de Opções II***2.4. Curricular year/semester/trimester:***5th Year / 9th Semester - Options II Group***2.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Sensores: Materiais e Aplicações / Sensors: Materials and Applications	EMt	Semestral/ Semester	168	TP:28; PL:42; OT:6	6	Optativa / Optional
Gestão de Empresas / Business Management	CHS	Semestral/ Semester	80	TP:42	3	Optativa / Optional
Microeletrónica II / Microelectronics II	EMt	Semestral/ Semester	168	TP:28; PL:56; OT:6	6	Optativa / Optional

(3 Items)

Mapa II - - 4.º Ano e 5.º Ano / 7.º e 9.º Semestre - Unidade Curricular do Bloco Livre A e B**2.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia de Materiais***2.1. Study Programme:***Materials Engineering***2.2. Grau:***Mestre (M)***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:*4.º Ano e 5.º Ano / 7.º e 9.º Semestre - Unidade Curricular do Bloco Livre A e B***2.4. Curricular year/semester/trimester:***4th and 5th Year / 7th and 10th Semester - Unrestricted Elective A and B***2.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Gestão da Produção / Production Management	QAC	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:28	6	Optativa/ Optional
Engenharia de Células e Tecidos / Cell and Tissue Engineering	QAC	Semestral/ Semester	168	T:42; PL:18	6	Optativa/ Optional

(2 Items)

Mapa II - - 5.º Ano / 10.º Semestre**2.1. Ciclo de Estudos:**

Engenharia de Materiais**2.1. Study Programme:***Materials Engineering***2.2. Grau:***Mestre (M)***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:***5.º Ano / 10.º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***5th year / 10th semester***2.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação em Engenharia de Materiais / Dissertation in Materials Engineering (1 Item)	EMt	Semestral/ Semester	840	OT:28	30	Obrigatória/ Mandatory

3. Objetivos do ciclo de estudos e Unidades Curriculares**3.1. Dos objetivos do ciclo de estudos****3.1.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:**

O Mestrado oferece aos estudantes a oportunidade de tomar conhecimento com questões relacionadas com a aplicação nas tecnologias industriais dos conhecimentos relativos às propriedades, ao processamento, à conceção e à utilização de diferentes tipos de materiais. Este ciclo de estudos está estruturado no sentido de:

- *fornecer as competências e conhecimentos específicos essenciais ao exercício de uma profissão;*
- *fornecer a indispensável articulação entre os conhecimentos adquiridos e as necessidades do mercado de trabalho;*
- *garantir o desenvolvimento de uma postura crítica e de autonomia criativa na área de conhecimento do ciclo de estudos;*
- *fomentar as capacidades de trabalho de equipa, liderança e empreendedorismo.*

A lecionação é feita numa perspetiva CTS-A (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), no sentido de formar os profissionais do futuro preocupados com o desenvolvimento sustentável do planeta.

3.1.1. Generic objectives defined for the study programme:

The MSc programme offers the students an opportunity to contact with issues related to the application in industrial technologies of knowledge pertaining to the properties, processing, design and use of different materials' classes. This study cycle is organized with an aim to:

- *provide the specific knowledge and competences necessary to perform a professional role;*
- *provide the required correlation between acquired knowledge and the needs of the work market;*
- *insure the development of a critical attitude and an autonomous creative posture within the course's knowledge field;*
- *instil capabilities for team work, leadership and entrepreneurship;*

Teaching is undertaken according to a STS-E (Science, Technology, Society and Environment), aiming to educate professionals for the future, caring for the planet's sustainable development.

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

O Mestre em Engenharia de Materiais (MScEM) deve ser capaz de compreender, manipular e modificar os materiais de modo a ir ao encontro das necessidades do mercado e contribuir para o desenvolvimento industrial.

Consequentemente, necessita de competências de intervenção nos aspetos de seleção, utilização e desenvolvimento de materiais, pelo que a sua formação científica e tecnológica lhe deve conferir as capacidades de inovação necessárias ao desenvolvimento e produção de novos materiais, bem como à produção dos materiais tradicionais por métodos alternativos, mais evoluídos e essenciais para a competitividade e para a resolução de problemas técnicos, sociais e ambientais.

Adicionalmente, e para além da capacidade para desempenhar funções num leque muito vasto de indústrias que processem os diferentes materiais, o MScEM deve também poder trabalhar em laboratórios públicos ou privados ligados ao desenvolvimento, caracterização e controlo de qualidade de materiais.

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

The Master in Materials Engineering (MScEM) must be able to understand, manipulate and modify materials in order to satisfy the market needs and contribute for industrial development. As a consequence, he/she needs a set of competences enabling an intervention in terms of selection, application and development of materials, requiring a scientific and technological education that endows him/her with innovation capabilities for the development and production of new materials, as well as for the production of traditional materials by alternative, more advanced methods, able to improve competitiveness and to solve technological, social and environmental problems. Additionally, beyond being able to perform roles within a large array of industrial fields where different materials are processed, MScEM must also be capable of performing work in public and private laboratories dealing with materials' development, characterization and quality control.

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

A Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT NOVA) é uma instituição universitária dirigida às áreas de Ciência e de Engenharia, que tem como missão e estratégia:

- a) Uma investigação competitiva no plano internacional, privilegiando áreas interdisciplinares, incluindo a investigação orientada para a resolução de problemas que afetam a sociedade;*
- b) Um ensino de excelência, com uma ênfase crescente na investigação realizada, veiculado por programas académicos competitivos a nível nacional e internacional;*
- c) Uma base alargada de participação interinstitucional voltada para a integração das diferentes culturas científicas, com vista à criação de sinergias inovadoras para o ensino e para a investigação;*
- d) Uma prestação de serviços de qualidade, quer no plano interno, quer no plano internacional, capaz de contribuir para o desenvolvimento social e para a qualificação dos recursos humanos. O ciclo de estudos de Mestrado Integrado em Engenharia de Materiais assenta numa área claramente interdisciplinar e de extrema importância para o desenvolvimento científico-tecnológico. A FCT NOVA pretende afirmar-se a médio prazo como uma Research University e nesse sentido o Mestrado Integrado em Engenharia de Materiais, ao apoiar-se na investigação realizada no DCM/CENIMAT, irá seguramente contribuir para este desígnio. A integração do CENIMAT no recém-criado Laboratório Associado I3N (Instituto de Nanoestruturas, Nanomodelação e Nanofabricação) assegura uma eficiente colaboração interinstitucional (Universidade de Aveiro e Universidade do Minho) que contribuirá para um ensino de melhor qualidade. Neste sentido contribuem igualmente diversas parcerias/colaborações que o Departamento de Ciência dos Materiais possui também a nível internacional.*

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

Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa (FCT NOVA) is an institution oriented towards Science and Technology areas, whose mission and strategy are:

- a) Internationally competitive research, favouring multidisciplinary fields, including research focused on solving societal problems;*
- b) Excellency in teaching, with a growing emphasis on the research performed, and translated into academic syllabuses which are competitive both at the national and international levels;*
- c) An enlarged basis of multi-institutional participation, integrating different scientific cultures, aiming at the creation of innovative synergies for teaching and research;*
- d) The offer of quality services, either at national or international levels, capable of contributing to social development and the qualification of human resources.*

The MSc programme being proposed pertains to a clearly multidisciplinary field with the utmost relevance for scientific and technological advancement. FCT NOVA intends to establish itself on the medium term as a Research University, and in that sense this programme, by being supported by the research developed at DCM/CENIMAT, will assuredly contribute for the attainment of that goal. The integration of CENIMAT in the recently formed I3N (Institute for Nanostructures, Nanomodelling and Nanofabrication) Associated Laboratory insures an efficient multi-institutional cooperation (Universidade de Aveiro and Universidade do Minho), which will contribute to a higher standard of teaching. Several international partnerships and cooperations maintained by the Department of Materials Science should also contribute towards the achievement of the same goal

3.2. Organização das Unidades Curriculares

Mapa III - Álgebra Linear e Geometria Analítica / Linear Algebra and Analytical Geometry

3.2.1. Unidade curricular:

Álgebra Linear e Geometria Analítica / Linear Algebra and Analytical Geometry

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

Maria Cecília Perdigão Dias da Silva - T:42h; PL:28h

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

n/a

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- Operar com matrizes, caracterizar as matrizes invertíveis e calcular a inversa de uma matriz invertível.
- Utilizar as matrizes para determinar se um sistema de equações lineares é impossível ou é possível e, neste caso, determinar o conjunto das soluções.
- Representar uma aplicação linear por uma matriz e determinar, por exemplo, se a aplicação é sobrejectiva, se é injectiva, determinando a característica da matriz.
- Dada uma matriz quadrada, calcular o seu determinante, os seus valores próprios e respectivos vectores próprios associados.
- Utilizar as matrizes e determinantes na Geometria Analítica em R^3 , por exemplo para a determinação de uma equação geral de um plano, a determinação da posição relativa entre 2 rectas (entre 2 planos ou entre 1 recta e 1 plano)

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

The student is supposed acquire basic knowledge on Linear Algebra. At the end of the curricular unit students should have the following abilities:

- To use matrices in different situations
- To recognize an invertible matrix
- To compute the inverse of an invertible matrix
- To work on systems of linear equations using matrices
- To know the relation between a matrix and a linear function
- To understand the determinant of a square matrix, related results, to compute the eigenvalues and eigenspaces and their applications
- To use matrices, systems of linear equations and the concept of determinant to solve some geometric problems

3.2.5. Conteúdos programáticos:

ÁLGEBRA LINEAR E GEOMETRIA ANALÍTICA

1 - MATRIZES

2 - SISTEMAS DE EQUAÇÕES LINEARES

3 - DETERMINANTES

4 - ESPAÇOS VECTORIAIS

5 - APLICAÇÕES LINEARES

6 - VALORES E VECTORES PRÓPRIOS

7 - PRODUTO INTERNO, PRODUTO EXTERNO E PRODUTO MISTO DE VECTORES EM R^3

8 - GEOMETRIA ANALÍTICA EM R^3

3.2.5. Syllabus:

LINEAR ALGEBRA AND ANALYTIC GEOMETRY

1 – Matrices

2 – Systems of Linear Equations

3 – Determinants

4 – Vector Spaces

5 – Linear Transformations

6 – Eigenvalues and Eigenvectors

7 - Inner, Vector and Mixed Products in R^3

8 – Analytic Geometry in R^3

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

No Capítulo 1 inicia-se o estudo das matrizes e, em particular, caracterizam-se as matrizes invertíveis e deduz-se um método para determinar a inversa de uma matriz invertível. No Capítulo 2 consideram-se os sistemas de equações lineares na forma matricial. No Capítulo 3 apresenta-se a noção de determinante de uma matriz quadrada e algumas propriedades do determinante. Nos Capítulos 4 e 5 são apresentadas e exploradas as noções de espaço vectorial, de aplicação linear e de matriz de uma aplicação linear. No Capítulo 6 estudam-se os valores próprios e vectores próprios

de uma matriz (quadrada). Nos restantes capítulos faz-se uma introdução à geometria analítica em R^3 com a utilização das matrizes e determinantes.

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

In Chapter 1 we study Matrix Algebra and matrices are used along all the other chapters. In Chapter 2 we work on systems of linear equations using matrices. In Chapter 3 we present the notion of determinant of a square matrix and derive several properties. Along Chapters 4 and 5 we present and study vector spaces, linear functions and matrix representations of a linear function. In Chapter 6 we study eigenvalues, eigenvectors and eigenspaces of a square matrix. In the remaining chapters we present an introduction to Analytic Geometry.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas são leccionados os conceitos e os resultados fundamentais que, na sua maioria, são demonstrados. Ao longo da aula são apresentados exemplos ilustrativos e são propostos exercícios que os alunos deverão resolver autonomamente de forma a consolidar a matéria teórica leccionada.

Nas aulas práticas os alunos têm a possibilidade de resolver exercícios e de propor exercícios para resolução de forma a esclarecer as dúvidas surgidas durante o tempo dedicado ao estudo autónomo da matéria.

No horário de atendimento docente cada aluno pode, individualmente, esclarecer as suas dúvidas com qualquer um dos docentes da UC.

O estudante pode obter aprovação à UC por avaliação contínua ou exame final. A avaliação contínua consiste na realização, durante o semestre, de 3 testes. Caso não obtenha aprovação por testes terá de realizar o exame final.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical classes consist on an explanation of the theory which is illustrated by examples. Most results are proven. Practical classes consist on the resolution of some exercises. Some of the exercises are solved in class, the remaining are left to the students as part of their learning process.

The student can obtain approval at this curricular unit by continuous evaluation or final examination. The continuous evaluation consists on the accomplishment of 3 tests during the semester. If the student doesn't approve by tests, he will have to take the final exam.

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

As componentes teóricas determinadas nos objetivos da unidade curricular são leccionadas nas aulas teóricas onde também se apresentam exercícios práticos para ilustrar conceitos e resultados. A aprendizagem é consolidada com a componente das aulas práticas, o estudo autónomo do aluno e, se necessário, utilizando o horário de atendimento dos docentes. A frequência na unidade curricular pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria. A avaliação de conhecimentos é efectuada através de provas escritas (testes/exames).

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

The main concepts specified in the objectives of the course are explained in the theoretical lectures in which some practical problems are also presented as an illustration of concepts or results. Learning is consolidated with the component of the practical classes, the student's self-study and, if necessary, using the office hours of teachers. The frequency in the course aims to ensure that students follow the matter. The assessment is made through written tests (tests / exams).

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

ISABEL CABRAL, CECÍLIA PERDIGÃO, CARLOS SAIAGO, Álgebra Linear, Escolar Editora, 2014 (4ª Edição).

T. S. Blyth e E. F. Robertson, Essential student algebra. Volume two: Matrices and Vector Spaces, Chapman and Hall, 1986.

T. S. Blyth e E. F. Robertson, Basic Linear Algebra (Springer undergraduate mathematics series), Springer, 1998.

S. J. Leon, Linear Algebra with Applications, 6th Edition, Prentice Hall, 2002.

*J. V. Carvalho, Álgebra Linear e Geometria Analítica, texto de curso ministrado na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Departamento de Matemática da FCT/UNL, 2000.
<http://ferrari.dmat.fct.unl.pt/personal/jvc/alga2000.html>*

E. Giraldes, V. H. Fernandes e M. P. M. Smith, Álgebra Linear e Geometria Analítica, McGraw-Hill de Portugal, 1995.

Mapa III - Análise Matemática I / Mathematical Analysis I

3.2.1. Unidade curricular:

Análise Matemática I / Mathematical Analysis I

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

Ana Maria de Sousa Alves de Sá - T:42h;

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

Carlos Manuel Saiago - PL:84h

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- 1) Trabalhar com noções elementares de topologia na recta real;*
- 2) Fazer pequenas demonstrações por indução matemática;*
- 3) Compreender a noção rigorosa de limite (de sucessões e de funções de variável real) e efectuar o seu cálculo;*
- 4) Compreender a noção rigorosa de continuidade de funções de variável real e respectivos resultados fundamentais;*
- 5) Compreender a noção rigorosa de diferenciabilidade, os teoremas de Rolle, Lagrange e Cauchy e aplicações ao cálculo de limites;*
- 6) Conhecer o desenvolvimento de Taylor e aplicações ao estudo de funções;*
- 7) Conhecer a noção de primitiva e respectivas técnicas de cálculo;*
- 8) Conhecer a noção de integral de Riemann, respectivas técnicas de cálculo e algumas aplicações;*
- 9) Ser capaz de analisar a convergência de integrais impróprios.*

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

At the end of this course the student should have acquired knowledge and skills to be able to:

- 1) Work with elementary notions of topology on the real line;*
- 2) Make small proofs using mathematical induction;*
- 3) Understand the definition of limit (for sequences and functions of real variable) and be able to calculate it;*
- 4) Understand the definition of continuity for functions of real variable and the fundamental associated results;*
- 5) Understand the definition of differentiability, theorems of Rolle, Lagrange and Cauchy and their applications to the calculation of limits;*
- 6) Understand the Taylor development and its applications to the analysis of functions;*
- 7) Understand the notion of indefinite integral and perform the corresponding calculations;*
- 8) Understand the notion of Riemann integral, the techniques for calculation and some applications;*
- 9) Be able to analyse the convergence of improper integrals.*

3.2.5. Conteúdos programáticos:

1) Topologia - Indução Matemática - Sucessões: Topologia elementar da recta real. Princípio de indução matemática. Generalidades sobre sucessões e noção de convergência. Propriedades do cálculo de limites. Subsucessões.

2) Limites e Continuidade: Generalidades sobre funções reais de variável real. Definição de limite segundo Cauchy e Heine. Propriedades de cálculo. Continuidade. Propriedades das funções contínuas. Teoremas de Bolzano e de Weierstrass. Continuidade e bijecções recíprocas.

3) Diferenciabilidade: Generalidades. Teoremas de Rolle, Lagrange e Cauchy. Cálculo prático de limites. Desenvolvimento de Taylor e aplicações.

4) Primitivação: Introdução. Primitivação por partes e por substituição. Primitivação de funções racionais.

5) Integração de Riemann: Introdução. Teoremas fundamentais. Integração por partes e por substituição. Aplicações diversas. Integrais impróprios.

3.2.5. Syllabus:

1) Topology - Mathematical Induction - Sequences: Basic topology of the real numbers. Mathematical induction. Generalities about sequences and notion of convergence. Properties for calculus of limits. Subsequences.

2) Limits and Continuity: Generalities about functions of real variable. Convergence according to Cauchy and Heine. Calculus properties. Continuity. Properties of continuous functions. Bolzano and Weierstrass theorems. Continuity and reciprocal bijections.

3) Differentiability: Generalities. Theorems of Rolle, Lagrange and Cauchy. Calculus of limits. Taylor formula and applications.

4) Indefinite Integration: Introduction. Indefinite integration by parts and by substitution. Indefinite integration of rational functions.

5) Riemann Integration: Introduction. Fundamental theorems. Definite integration by parts and by substitution. Some applications. Improper integration.

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

Os conteúdos programáticos 1 e 2 permitem satisfazer os objetivos 1, 2, 3 e 4. O conteúdo programático 3 permite cumprir os objetivos 5 e 6, sendo o objetivo 7 coberto pelo conteúdo programático 4. Finalmente, o conteúdo

programático 5 cobre os objectivos 8 e 9.

Globalmente, o programa definido permitirá ao aluno adquirir técnicas de análise e cálculo indispensáveis às restantes disciplinas científicas.

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

Topics 1 and 2 in the syllabus meet objectives 1, 2, 3 and 4. Topic 3 in syllabus allows to fulfill objectives 5 and 6, being objective 7 reached by syllabus content 4. Finally, syllabus content 5 meets objectives 8 and 9.

Globally, the defined syllabus allows students to acquire analysis and calculus techniques mandatory to the other scientific disciplines.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O programa é coberto em aulas teóricas, aulas práticas e sessões de atendimento individual.

As aulas teóricas consistem na exposição da matéria, ilustrada com exemplos de aplicação. Sempre que adequado, apela-se à interpretação geométrica dos conceitos.

As aulas práticas consistem na resolução de exercícios de aplicação dos métodos e resultados apresentados nas aulas teóricas.

Quaisquer dúvidas são esclarecidas no decorrer das aulas, nas sessões semanais de atendimento aos alunos ou em sessões combinadas directamente entre aluno e professor.

A avaliação de conhecimentos é feita ao longo do semestre, contemplando dois testes e uma pequena componente de avaliação nas aulas práticas. Os alunos que não obtenham aprovação durante o semestre podem repetir a avaliação na época de recurso.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The syllabus is covered in theoretical and practical classes and in individual sessions with students.

Theoretical classes consist in a theoretical exposition of the syllabus contents, illustrated by application examples. Whenever it is proper, a geometrical interpretation is provided.

Practical classes consist in the resolution of application exercises for the methods and results presented in the theoretical classes.

Any questions or doubts will be addressed during the classes, during the weekly sessions specially programmed to attend students or in individual sessions previously scheduled between professors and students.

Students are evaluated regularly during semester (two tests and a small component of evaluation from practical classes). At the end of semester, students not yet approved can repeat evaluation in an additionally evaluation season.

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

O apelo à interpretação geométrica e a exemplos ilustrativos, durante a exposição da matéria nas aulas teóricas, pretende motivar os estudantes para a relevância dos conceitos estudados e ainda desenvolver a sua capacidade de raciocínio intuitivo, posteriormente suportado por processos rigorosos de cálculo.

Os alunos terão oportunidade de testar estas capacidades nas aulas práticas, com o apoio de um professor, ou em estudo individual, comparecendo eventualmente a sessões de atendimento individual, em caso de dificuldades.

A avaliação da unidade curricular incide sobre a aquisição das competências referidas.

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

In theoretical classes, the use of illustrative examples and geometric interpretations intends to motivate students for the relevance of the subjects under analysis and to develop skills in intuitive reasoning, followed by rigorous calculus.

Practical classes allow students to test these skills, under the supervision of a professor. Additionally, students can test these skills by themselves, scheduling individual appointments with professors in case of difficulties.

The evaluation of the curricular unit focuses in the acquisition of the mentioned capabilities.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Texto adoptado

Ana Alves de Sá e Bento Louro, Cálculo Diferencial e Integral em \mathbb{R}

Bibliografia Recomendada

Alves de Sá, A. e Louro, B. - Cálculo Diferencial e Integral em \mathbb{R} , Exercícios Resolvidos, Vol. 1, 2, 3

Anton, H. - *Cálculo, um novo horizonte*, 6ª ed., Bookman, 1999
 Campos Ferreira, J. - *Introdução à Análise Matemática*, Fundação Calouste Gulbenkian, 1982
 Sarrico, C. - *Análise Matemática, Leituras e Exercícios*, Gradiva, 1997
 Larson, R.; Hostetler, R.; Edwards, B. - *Calculus with Analytic Geometry*, 5ª ed, Heath, 1994
 Figueira, M. - *Fundamentos de Análise Infinitesimal, Textos de Matemática*, vol. 5, Departamento de Matemática, FCUL, 1996

Mapa III - Introdução à Ciência e Engenharia dos Materiais / Introduction to Materials Science and Engineering

3.2.1. Unidade curricular:

Introdução à Ciência e Engenharia dos Materiais / Introduction to Materials Science and Engineering

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

Carlos Alberto Nunes de Carvalho - TP:42h

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

n/a

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

Compreender os conceitos fundamentais dos diferentes materiais (metais; semicondutores; cerâmicos; compósitos; polímeros; biomateriais), fornecendo aos alunos uma idéia abrangente sobre os materiais e suas principais aplicações. Estes conceitos serão associados às propriedades ópticas, eléctricas, estruturais e químicas dos materiais. As diferentes técnicas de caracterização dos materiais também serão referidas e respectivos campos de aplicação. O processamento, selecção e algumas das aplicações mais conhecidas destes materiais serão estudadas com algum pormenor.

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

To learn general concepts about the different materials (metals; semiconductors; ceramics; composites; polymers; biomaterials), giving to students a global idea of materials and their main applications. These concepts are associated to the optical, electrical, structural and chemical properties of materials. The different characterization techniques will be also referred as well as their field of application. The processing, selection and some of the best known applications of these materials will be studied in detail

3.2.5. Conteúdos programáticos:

*Importância dos Materiais.
 Estrutura e ligação atómica.
 Fundamentos (ópticos, eléctricos, estruturais e químicos) sobre:
 Materiais metálicos;
 Materiais cerâmicos;
 Semicondutores;
 Poliméricos;
 Compósitos;
 Biomateriais.*

3.2.5. Syllabus:

*Introduction: Importance of the materials in the nowadays society;
 Atomic structure and atomic bonding;
 Fundamentals (optical, electrical, structural and chemical) of:
 Metallic materials;
 Ceramic materials;
 Semiconductor materials;
 Polymeric materials;
 Composites;
 Biomaterials.*

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

Os capítulos de índole global serão referidos nas primeiras sessões da disciplina, seguindo-se o estudo dos diferentes materiais segundo uma sequência.

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

Fundamental concepts will be referred in the first sessions, followed by the sequential study of specific materials.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas sobre a matéria da UC com a ajuda, em certas sessões, de projecções tipo "data show". Aulas práticas com a resolução de problemas.

Avaliação contínua: 1 mini-teste (T); 1 monografia (M); relatórios trabalhos práticos (TP).

A aprovação é obtida com:

Nota final: $0.35T + 0.35M + 0.3TP$ superior ou igual a 10 valores.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theory sessions with some data show presentations. Practical sessions with problems, resolution and discussion.

Continuous valuation: mini-test (T); monography (M); practical works (TP).

The approval is obtained by:

Final Mark (FM) equal or superior to 10.

FM = $0.35T + 0.35M + 0.3TP$

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

A aquisição de conhecimentos é avaliada nas provas escritas (2 minitestes ou exame final). Nas sessões teóricas é avaliada na resolução de problemas-tipo. Nas componentes práticas em todas as formas de horas de contacto com o aluno, na resolução de problemas e em pequenas apresentações orais dos alunos sobre determinados pontos da matéria.

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

The evaluation will be made by two mini tests or final exam. The practical lectures will consist in the resolution of problems and small oral presentations of specific sections of the discipline subject.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

- "Principles of Materials Science and Engineering", William F. Smith, McGraw-Hill International Editions, 1990.

- "The Science and Engineering of Materials", D.R. Askeland e P.P. Phulé, Thomson, 2003.

- "Fundamentals of Materials Science and Engineering / An Interactive e.Text", W.D. Callister, Wiley, 2001.

- "Introduction to Materials Science for Engineers", J.F. Shackelford, Prentice Hall, 2000.

Mapa III - Física I / Physics I

3.2.1. Unidade curricular:

Física I / Physics I

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

Paulo Manuel Assis Loureiro Limão Vieira - TP:42h

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

Cláudia Regina Pereira Quaresma - PL: 21h

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

No final da unidade é esperado que os estudantes consigam:

Relacionar os conhecimentos aprendidos com o meio que os rodeia.

Identificar as características físicas de um problema em mecânica clássica.

Formular o conjunto de equações necessárias à resolução de um problema com base na identificação do ponto anterior.

Perante um problema ter capacidade crítica para avaliar o resultado obtido bem como as suas unidades.

Ter adquirido capacidade e autonomia na interpretação e resolução de um problema.

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

At the end of the lecture course, students are expected to:

relate the fundamental and applied concepts in physics to daily life problems involving classical mechanics.

identify the physical formulation of a given problem.

write down the set of equations needed to obtain a final value, according to the formulation above.

face a problem with capability of assessing the final result and units.

have gained capability to deal on their own with the interpretation and solving of a problem.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

O programa de Física I inclui sumariamente:

*Movimento Rectilíneo;
Movimento em Duas e Três Dimensões;
Força e Movimento: Leis de Newton, Atrito e Força de Arrasto;
Energia Cinética e Trabalho;
Energia Potencial e Conservação da Energia;
Oscilações;
Centro de massa e Momento Linear;
Rotação;
Rolamento, Momento da Força e Momento Angular;
Equilíbrio.
Introdução à gravitação.*

3.2.5. Syllabus:

Classical Mechanics (Física I) contents are briefly:

*Motion Along a Straight Line;
Motion in Two and Three Dimensions;
Force and Motion: Newton's Laws, Friction and Drag Force;
Kinetic Energy And Work;
Potential Energy and Conservation of Energy;
Oscillations;
Centre of Mass and Linear Momentum;
Rotation;
Rolling, Torque, and Angular Momentum;
Equilibrium;
Introduction to Gravitation.*

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

O cap. 1 da bibliografia recomendada (em inglês) aborda questões de unidades no SI. O cap. 2 é dedicado à revisão do movimento de uma partícula a uma dimensão, enquanto que os cap. 3 e 4 ao movimento bi e tridimensional. Cobrem-se assim as equações do movimento de uma partícula (posição, velocidade e aceleração), lançamento de projecteis e o movimento circular. Os cap. 5 e 6 permitem o estudo das leis de Newton bem como o efeito do atrito. Os cap. 7 e 8 permitem cobrir a conservação de energia tendo-se abordado os conceitos de energia potencial e cinética. No cap. 15 descreve-se o movimento harmónico simples. No cap. 9 recorre-se à definição de centro de massa e momento linear. Os cap. 10 e 11 permitem descrever o movimento de rotação, de rolamento, estudando-se o momento de uma força e o momento angular. No cap. 12 aplicam-se estes conceitos à condição de equilíbrio e no cap. 13 abordam-se conceitos introdutórios de gravitação e movimento planetário.

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

Chap. 1 deals with a revision on IS units. Chap. 2 allows a revision on a straight line motion, whereas chap. 3 & 4 deals with motion in two and three dimensions. Special attention to the equations of motion, including projectiles. Chap. 5 & 6 deal with Newton's laws and friction (force and motion). Chapter 7 & 8 cover kinetic energy, work, potential energy and energy conservation. Chap. 15 deals with simple harmonic motion, whereas chap. 9 with system of particles. Chap. 10 & 11 cover collisions, rotation, rolling, torque and angular momentum. In chap. 12 the former chapters allow to deal with equilibrium. Finally, chap. 13 an introduction to gravitation and planetary motion are presented.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

1. *Ensino centrado na atividade contínua do aluno;*
2. *Para a compreensão dos conceitos e leis da Física, dá-se uma visão mista, englobando teoria e experiência (introduzindo-se também alguma computação para aquisição de dados e simulação). Nas aulas laboratoriais, para além da ilustração das leis da Física, é dado ênfase à metrologia;*
3. *Envolvimento contínuo dos alunos (além das aulas teóricas e laboratoriais) através da realização não-obrigatória, através da plataforma Moodle, de testes de auto-avaliação sobre cada capítulo da matéria.*

Avaliação:

*Componente teórica (CT): média aritmética das classificações dos 2 testes ou classificação do exame final.
Componente prática de laboratório (CPL): média aritmética das classificações dos 4 mini-relatórios. Os estudantes que obtenham $CPL > 10$ valores estão admitidos a uma prova de problemas, cuja classificação (CPP) máxima será de 6 valores. Componente prática (CP) é obtida por: $CP = CPL + CPP$. Classificação final (CF): $CF = CT \times 0.7 + CP \times 0.3$*

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

1. *The teaching method is based on a continuous student activity during the semester;*
2. *For the understanding of concepts and laws of Physics, a mixed approach, with both theory and experiment is followed (also some computation and simulation are introduced). In laboratory sessions, besides the demonstration and verification of Physics laws, emphasis is given to metrology;*
3. *Continuous involvement of the students (beyond lectures e laboratory sessions) through on-line self-evaluation quizzes on each chapter, through Moodle.*

Evaluation:

*Theoretical component (CT): arithmetic mean of the classifications of the 2 tests or classification of the final exam.
Practical laboratory component (CPL): arithmetic mean of the classifications of the 4 mini-reports. Students who obtain*

CPL > 10 values are admitted to a test of problems, whose maximum (CPP) will be 6 values. Practical component (CP) is obtained by: CP = CPL + CPP. Final classification (CF): CF = CT × 0.7 + CP × 0.3

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, com o apoio adicional dos docentes nas aulas práticas e horários de atendimento de alunos, caso se justifique. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). As componentes práticas necessárias para atingir os objectivos de aprendizagem são desenvolvidas em todas as formas de horas de contacto: nas aulas teóricas através da análise e discussão de problemas-tipo; nas aulas de laboratórios através da observação e análise de alguns dos problemas e fenómenos fundamentais. A avaliação destas competências é assegurada na parte prática das provas escritas e nos trabalhos de laboratório. A frequência pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria e a interliguem com as noções aprendidas na componente teorica.

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

The thoretical deliverables are provided in the lectures with extra support from the demonstration labs and proper time allocated for tutorial training. Students are evaluated on these performances through written tests/exams. Students skills are acquired in lectures and demosntration labs. In the former the contents are analysed and discussed with problem's solving, whereas in the latter through contact with particular experimental devices allowing to touch and get to know physical phenomena. The evaluation process in both components is achieved through written examination and laboratory demonstration evaluation process. The lab component allows to guarantee a special additional training so that students performance can be enhhanced through multiple interlink between theory and practice.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Edição em Português (do Brasil) - Halliday, D., & Resnick, R. (1991). Fundamentos de Física (Vol. 1 & 2). Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos.

Qualquer outro Livro de Física Geral que aborde os temas do programa da UC ao nível do ensino universitário pode ser utilizado.

Mapa III - Química B / Chemistry B

3.2.1. Unidade curricular:

Química B / Chemistry B

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

Maria Manuela Marques Araújo Pereira - TP:70h

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

Maria Teresa Avilés Perea - PL:6h

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

O objectivo central desta unidade curricular é fornecer uma compreensão dos conceitos de básicos de química, com particular incidência na ligação química a na reactividade e comportamentos ácido-base, cinética e oxidação e redução das espécies químicas.

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam trabalhar em grupo, interpretar os resultados obtidos experimentalmente no laboratório e desenvolver a capacidade de observação e o espírito científico

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

The central goal of this course is to provide an understanding on basic chemistry concepts, with particulary focus on chemical bonding and reactivity, acid base , kinetic and oxidation and redution behaviors of chemical species.

At the end of this course the student should have the knowledge and skills to be able to work in group, to know how to interpret the results obtained in the laboratory and to develop a capacity of observation and a critical and scientific spirit.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Fundamentos de Química. Propriedades periódicas. Ligação química.

Reacções Químicas. Estequiometria. Soluções e concentração.

Gases. A equação dos gases perfeitos. Pressões parciais.

Equilíbrio Líquido-Vapor. Soluções ideais. A lei de Raoult. Destilação. Propriedades Coligativas.

A 1ª lei da termodinâmica. Entalpias de formação e de reacção. Equilíbrio químico. Princípio de Le Châtelier. Transformações espontâneas. Entropia e a 2ª lei da termodinâmica. Energia de Gibbs e a constante de equilíbrio.

Energia de activação. Lei de Arrhenius. Catálise.

Ácidos e bases. Autoionização da água. pH de soluções de ácidos e bases fracas. Soluções tampão. Títulações ácido-base. Indicadores ácido-base.

Reacções de precipitação. Produto de solubilidade. Efeito do ião comum. Separação de iões.

Reacções redox. Potenciais padrão de eléctrodo. Equação de Nernst. Pilhas. Corrosão.

Cinética química. Velocidades de reacção. Determinação de leis de velocidade. Lei de Arrhenius. Catálise

3.2.5. Syllabus:

Periodic properties and chemical bonding

Chemical Reactions. Stoichiometry: Solutions and concentration units.

The ideal gas equation. Dalton's law of partial pressure.

Vapor- Liquid Equilibrium. Ideal solutions. The Raoult's Law. Distillation. Colligative properties. Chemical Equilibrium . The first Law of Termodinamics. Enthalpy. Standard Entalphy of formation and reaction. le Châteliers Principle. Spontaneous proceses. Entropy . The second low. Gibbs Free Energy and Chemical equilibrium .

Acids and Bases. Autoionization of water. pH. Strength of acids and bases. . Buffers. Acid-base Indicators. Titrations.

Precipitation Reactions. Solubility equilibria. The common ion effect. Separation of ions.

Redox Reactions. Standard Reduction Potencial. The effect of concentration on Cells. The Nerst Equation. Corrosion.

Chemical Kinetics. The rate of a reaction. Determination of the rate law. Half-life. Activation Energy. Arrhenius Law. Catalysis.

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

As metodologias de ensino têm como objectivo permitir a compreensão aprofundada dos conceitos básicos de química como as propriedades dos compostos químicos e a previsão da sua reactividade. Tal será conseguido através de uma integração cuidada entre os conhecimentos explicitados, a resolução de exercícios práticos e a aplicação laboratorial realizados durante as sessões teóricas, teórico-práticas e práticas bem como no trabalho realizado fora da actividade de contacto com o docente. Finalmente os exercícios dos testes focar-se-ão em conhecimentos aprendidos de modo a dar uma visão integrada dos conhecimentos teóricos e práticos apreendidos.

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

The goal of the teaching methodologies is to allow for a depth understanding of the basic concepts of chemistry, the properties of chemical compounds and the prediction of their reactivity. This goal will be achieved through a careful integration between explicit knowledge, the resolution of practical exercises and laboratory application made during the theoretical sessions, practical and theoretical-practical as well as work performed outside of the activity of contact with the professor. Finally the questions that comprise the quizzes will focus on knowledge learned both through lectures, exercises and laboratory work of the course in order to provide an integrated view of the theoretical and pratical concepts learned during the course.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas serão apresentados e explicados de uma forma interactiva e proactiva os conceitos a reter. Nas aulas teórico práticas serão discutidos os tópicos e serão resolvidos problemas que requeiram a aplicação dos conhecimentos aprendidos.

Nas aulas práticas de laboratório serão realizadas experiências directamente relacionadas com os tópicos leccionados e discutidos e criticados os resultados conseguidos.

Componentes de avaliação

Dois testes que versam os conhecimentos da unidade curricular, em sua substituição um exame.

Participação na resolução de problemas durante as aulas teórico-práticas.

Desempenho e discussão dos resultados experimentais alcançados durante as sessões práticas.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

In lectures we will present and explained the concepts in an interactive and proactive way. In theoretical classes practical topics and problems will be discussed requiring the use of knowledge learned in the lectures.

In practical classes, laboratory experiments will be conducted directly related to the topics taught and discussed and criticized the achieved results.

Evaluation components

Two tests that deal with the knowledge of both theoretical and practical concepts of the course or an exam.

Solving problems in theoretical practical classes.

Performance and discussion of the experimental results achieved during the practice sessions.

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

A exposição dos tópicos seleccionados nas aulas teóricas permite aos alunos a compreensão dos conceitos básicos da Química. Nas aulas teórico-práticas a resolução de exercícios concretos e aplicados e nas aulas laboratoriais a realização de experiências com aplicação prática destes conceitos permite aos alunos desenvolverem capacidades de conceptualização e resolução de problemas fundamentais, culminando no domínio da matéria em estudo e preparando-os para a resolução de problemas mais complexos noutras unidades curriculares futuras.

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

The presentations of selected topics in the lectures allows students to understand the basic concepts of Química. In theoretical-practical classes to solving concrete and applied and in laboratory sessions conducting experiments with practical application of these concepts enables students to develop the abilities to conceptualise and solve basic problems, resulting in expertise on studied subjects and preparing them to solve more complex problems in other courses in the future.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

"Chemistry", R. Chang and K. Goldsby, Mc Graw Hill, 11ª Edição 2013.

Química (tradução portuguesa de Chemistry), R.Chang, Mc. Graw Hill, 2005.

"Chemical Principals, The quest for insight", P. Atkins, L. Jones, Freeman, 2001.

Mapa III - Competências Transversais para Ciências e Tecnologia / Soft Skills for Science and Technology

3.2.1. Unidade curricular:

Competências Transversais para Ciências e Tecnologia / Soft Skills for Science and Technology

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

Ruy Araújo da Costa - TP: 10h; PL: 50h

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

n/a

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

No final desta UC um aluno deve ser capaz de:

escrever o seu Curriculum Vitae (CV) e preparar-se para uma entrevista profissional;

perceber a importância do desenvolvimento programado de atividades que contribuam para o enriquecimento do seu CV ao longo do tempo;

perceber a importância dos Testes Psicotécnicos no acesso ao mercado de trabalho;

perceber a importância do domínio básico da Língua Inglesa na área de Ciências e Tecnologia (CT);

comunicar por escrito de modo adequado na área de CT;

preparar uma apresentação oral, apoiada por PowerPoint, na área de CT;

utilizar folhas de cálculo Excel produzindo gráficos com facilidade;

utilizar no Excel o Solver e ser capaz de programar funções em Visual Basic;

pesquisar Bibliografia através de bases de dados referenciais ou motores de pesquisa generalistas e analisar informação, tendo presente exigências de ordem ética e deontológica;

gerir adequadamente o tempo e trabalhar em equipa;

compreender a importância da liderança.

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

After this curricular unit, any student should be able to:

-write his (her) Curriculum Vitae and prepare for a job interview;

-understand the importance of taking steps to make his (her) Curriculum Vitae more appealing;

-understand how important Psychometric Testing is when accessing the job market;

-understand how important English is in the Science and Technology area;

-write an essay in the Science and Technology area;

-prepare an oral presentation in a Science and Technology topic, using PowerPoint;

-use Excel spreadsheets and be able to represent data in graphs;

-use Excel's Solver and be able to program functions in Visual Basic;

-carry out bibliographic research using referential databases or generic search engines, and critical analysis of scientific

information considering both ethical and deontological issues;

-manage time adequately and be able to carry out team work effectively;

-understand the importance of leadership.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - *Curriculum Vitae, Entrevista e Testes Psicotécnicos.*
- 2 - *Comunicação em Ciências e Tecnologia.*
- 3 - *Utilização avançada de folhas de cálculo Excel.*
- 4 - *Pesquisa bibliográfica e análise de informação. Ética e deontologia.*
- 5 - *Gestão do tempo. Trabalho de equipa. Liderança.*

3.2.5. Syllabus:

- 1 - *Curriculum Vitae, Job interview and Psychometric testing.*
- 2 - *Communicating in Science and Technology.*
- 3 - *Advanced use of Excel spreadsheets.*
- 4 - *Bibliographic research and critical analysis of scientific information.*
- 5 - *Time management, team work and leadership.*

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

A unidade curricular (UC) visa dotar os alunos das competências consideradas essenciais para a sua progressão ao longo de um curso na área de Ciências e Tecnologia e sua posterior integração no mercado de trabalho. Para motivar os alunos, cada um dos 5 temas da é apresentado de modo “invulgar”, permitindo-lhes constatar as suas naturais fraquezas e motivando-os para os conteúdos da UC. Cada tema é abordado numa semana de aulas, visando preparar o aluno para: a entrada no mercado de trabalho através da elaboração do seu CV e para as entrevistas e testes psicotécnicos; preparar e efetuar uma apresentação científica, o que lhe será útil quer no seu percurso académico quer na sua vida profissional; utilizar o Excel como ferramenta de cálculo de uso geral em diferentes contextos; pesquisar e selecionar informação científica e técnica de forma a fundamentar corretamente os trabalhos que efetua; gerir adequadamente o seu tempo e trabalhar em grupo, reconhecendo a importância da liderança.

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

In this curricular unit students are exposed to soft skills deemed important to their progress in a Science and Technology course and in their future jobs. To get the students attentions, each of the five topics in this unit is introduced in an “unusual” way, allowing them to grasp their natural weaknesses and motivating them for the topics potential. Each theme is worked throughout one week, preparing the students to:

- deal with CV writing, job interviews and psychometric testing;
- write an essay or make an oral presentation in a Science and Technology topic, which will be useful throughout their University curricula as well as in a job;
- use Excel as a general calculus tool in different contexts;
- know how to search and select scientific and technical information, thus being able to carry out sound work;
- adequately manage time, carry out group work and understand the importance of leadership.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Em cada semana será abordado um novo tema, que será explorado com uma abordagem idêntica:

- À 2ª feira decorre uma sessão prática de 2h com uma tarefa inicial curta, que expõe os alunos à relevância do tema;
- À 3ª e 4ª feiras decorrem duas sessões práticas de 4h cada, com tarefas mais complexas que deverão ser desenvolvidas na aula e fora da aula e que envolverão apresentações orais, com ou sem suporte informático. Os docentes farão críticas construtivas aos trabalhos desenvolvidos pelos alunos, enquadrando-os no tema;
- À 5ª feira decorre uma sessão teórico-prática de 2h onde são apresentados os aspetos fundamentais do tema, destacados os erros a evitar durante a exploração dos conteúdos do tema e realçadas as principais ferramentas que podem ser utilizadas.

A avaliação final da UC será baseada no trabalho desenvolvido individualmente e em grupo durante cada semana e em testes individuais executados na plataforma de e-learning moodle em ambiente controlado.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

In each week a new theme will be developed. The general approach for every theme is similar:

- on Mondays a 2h practical session takes place: students are requested to perform a short task that will reveal the importance of the theme;
- on Tuesdays and Wednesdays two 4h practical sessions take place: students have to develop a more complex task and have to make an oral presentation, in which they may use PowerPoint. Teachers will make comments and critiques to the students' work;
- on Thursdays a 2h theoretical-practical session is used to present the theme's fundamentals, the most common mistakes to be avoided and the main tools that can be used during the theme's exploration.

Assessment of this course takes into account both the weekly individual and group work, as well as tests carried out in moodle e-learning platform, in a controlled environment.

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

- 1 - Na 2ªfeira solicita-se ao aluno que escreva o seu *Curriculum Vitae* (CV) atual, com vista a uma candidatura virtual a uma bolsa, ou um pequeno emprego na Biblioteca da Faculdade. Em seguida, discute-se os conteúdos alternativos de um CV e formas de apresentação. Solicita-se que os alunos compareçam na 3ªfeira em “modo de entrevista” para um emprego, com o seu CV. Seleciona-se alguns alunos e procede-se a entrevistas simuladas. Comenta-se os vários aspetos relevantes (p.ex., CV, vestuário, apresentação, dicção). Na 4ªfeira, solicita-se ao aluno que imagine o seu CV daí a 5 ou 6 anos e o escreva, com vista a uma candidatura a um emprego, pós-Mestrado. Solicita-se a reflexão sobre a evolução dos dois CV's e sobre a importância do desenvolvimento programado de atividades que contribuam para o enriquecimento do CV ao longo do tempo. Os alunos são ainda testados, via moodle, com Testes Psicotécnicos e na sessão de 5ªfeira chama-se a sua atenção para a importância dos referidos Testes.
- 2 - Solicita-se que grupos de 4 alunos analisem um pequeno texto de divulgação na área de Ciências e Tecnologia (C&T), escrito em Inglês, retirado de uma revista internacional e que produzam um resumo escrito adequado em Português e preparem uma apresentação oral sobre o tema e eventuais extensões, apoiada por PowerPoint. São feitos comentários aos materiais produzidos e à apresentação oral. Assim, os alunos são sensibilizados para a importância do domínio básico da Língua Inglesa, obtendo ainda formação sobre a comunicação escrita e oral na área de C&T.
- 3 - Na 2ªfeira, solicita-se aos alunos que representem graficamente algumas funções associadas a diversas áreas de aplicação. Introduce-se a utilização do Excel no contexto da representação gráfica dessas funções. Na 3ªfeira apresenta-se a cada grupo um conjunto de folhas de cálculo com informações relativas a um mesmo grupo de indivíduos (uma folha para cada indicador). Solicita-se que criem uma folha de cálculo única com todas as informações disponíveis sobre cada indivíduo de um subgrupo do grupo inicial. Posteriormente, apresenta-se as funções de referência do Excel que permitem levar a cabo essa atividade de modo expedito. Na 4ªfeira solicita-se a determinação da solução de uma equação, ou a resolução de um problema, para introduzir o “Solver” do Excel. Introduce-se, ainda, o módulo de Visual Basic do Excel, com a escrita de funções específicas.
- 4 - Dado um tema, solicita-se a realização de pesquisa de Bibliografia. Discute-se os cuidados a ter na pesquisa bibliográfica e na análise da Informação. Destacam-se as exigências de ordem ética e deontológica, apresentando-se exemplos atuais e internacionais de figuras políticas de relevo envolvidas em situações de plágio e suas consequências.
- 5 – Aborda-se a Gestão do Tempo no contexto universitário e no contexto da Gestão de Projetos. Analisa-se as vantagens e desvantagens do trabalho em equipa. Analisa-se as características relevantes de um líder e a sua importância.

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

- 1 - On Monday each student is asked to write his (her) present *Curriculum Vitae* (CV), to apply for a virtual scholarship, or a job at the campus Library. Afterwards, alternative contents of a CV are discussed, as well as different ways to present a CV. Students are requested to come on Tuesday on a “job interview mode” with their CVs. A few students are selected and job interviews are simulated. Different aspects are evaluated (e.g., CV; clothing, presentation, diction). On Wednesday each student is asked to imagine his(her) CV in 5 or 6 years and write it, applying for a job after completing the MSc course. Students have to reflect about the CV's evolution and realize that they should take steps to make their CVs more appealing. Using moodle e-learning platform, students carry out Psychometric Tests and on Thursday these testing is highlighted as an important step in a future job interview process.
- 2 - Small texts are selected in English language magazines, covering Science and Technology (S&T) topics. Each group of 4 students has to analyze one of those texts, make a written summary in Portuguese and prepare an oral presentation of the theme and eventual extensions, using PowerPoint. Comments will be made both to the written summary and to the presentation. Thus, students realize the importance of using English and acquire skills in written and oral presentations in the ST area.
- 3 - On Monday, students are requested to draw graphs of functions associated with different areas of application. Excel is introduced as an easy means of drawing those graphs. On Tuesdays each group of students receives a set of spreadsheets regarding a set of individuals (each sheet for a different indicator). Students are requested to produce one spreadsheet for a given subset of individuals, with all information regarding all indicators. Afterwards, lookup and reference Excel functions are presented as a way to carry out that task quickly. On Wednesday students are requested to derive the solution of an equation, or to solve a problem, and Excel's “Solver” is introduced. Excel's Visual Basic module is presented and students are taught to write custom-made functions.
- 4 - Given a theme, students are requested to carry out a bibliographic research. Students are instructed to be careful when retrieving and analyzing information. Ethical and deontological demands are presented. Recent international and prominent examples of fraud and their consequences are presented.
- 5 – Time Management is addressed in a university context as well as in a Project Management context. Advantages and disadvantages of group work are analyzed. Leader's characteristics are addressed, as well as the importance of leadership.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

- Costa, R., Kullberg, J., Fonseca, J., Martins; N., “Manual de Competências Transversais para Ciências e Tecnologia – FCT/UNL” (2012) – em elaboração / in preparation

Mapa III - Análise Matemática II C / Mathematical Analysis II C**3.2.1. Unidade curricular:***Análise Matemática II C / Mathematical Analysis II C***3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Nuno Filipe Marcelino Martins - T:42h; PL:28h***3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***n/a***3.2.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***1) Trabalhar com noções elementares de topologia em R^n .**2) Compreender as noções de limite, continuidade e diferenciabilidade de funções vectoriais de variável real e de várias variáveis e calcular limites.**3) Conhecer a noção de derivada parcial, diferenciabilidade e suas aplicações: teoremas da função implícita, desenvolvimento de Taylor e cálculo de extremos.**4) Conhecer a noção de integral duplo e triplo e saber calcular estes integrais usando as coordenadas mais adequadas.**5) Conhecer a noção de integral de linha e de superfície, suas aplicações e teoremas de Green, Stokes e divergência.**6) Conhecer a noção de série numérica e saber analisar a convergência de séries de números reais não negativos e alternadas.***3.2.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***1) Work with elementary notions of topology in R^n (neighborhood, open, closed, etc.).**2) Understand the concept and definition of limit, continuity and differentiability of vectorial functions of real variable or several variables and calculate limits.**3) Understand the notion of partial derivative, differentiability and their applications: the implicit function theorem, Taylor development and calculus of extreme values.**4) Understand the notion of double and triple integral and perform calculations with the adequate coordinates and some applications.**5) Understand the notion of line integral and surface integral, some applications and fundamentals results**6) Know the notion of numerical series and know how to analyze the convergence of series of nonnegative real numbers and alternating series.***3.2.5. Conteúdos programáticos:***1. Noções Topológicas em R^n* *2. Funções de Várias Variáveis: limites e continuidade**3. Cálculo Diferencial em R^n : derivadas parciais; Teorema de Schwarz; derivada direcional; diferenciabilidade; fórmula de Taylor; função Implícita; função Inversa; extremos relativos; extremos condicionados.**4. Cálculo Integral em R^n : integrais duplos e triplos; definição segundo Riemann; Teorema de Fubini; mudança de variável em integrais; aplicações dos integrais; área de superfície; integrais de linha; Teorema de Green; divergência e rotacional; áreas de superfícies paramétricas; integrais de superfície; Teorema de Stokes; Teorema da divergência.**5. Séries numéricas: séries geométricas e séries telescópicas; critérios de convergência para séries de termos não negativos; convergência absoluta; critério de Leibnitz para séries alternadas.***3.2.5. Syllabus:***1. Topological notions in R^n .**2. Functions of several variables: limits and continuity.**3. Differential calculus in R^n : partial derivatives; Schwarz theorem; differential of a function; directional derivatives; differentiability; Taylor's Formula; implicit differentiation; inverse functions; maximum and minimum values; Lagrange Multipliers.**4. Multiple integrals: double and triple integrals; Fubini's Theorem; change of variables in multiple integrals;*

applications of integrals; surface area; line integrals; the fundamental theorem for line integrals; Green's Theorem; curl and divergence; parametric surfaces and their areas; surface integrals; Stokes's Theorem; the divergence theorem.

5. Numerical series: geometric and telescopic series; convergence criteria for non negative series; absolute convergence; the Leibnitz criterion.

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

O capítulo 1 é dedicado às noções topológicas, norma e métrica em R^n . Cobrem-se, o primeiro objetivo e parte dos objetivos quatro e cinco.

O capítulo 2 é dedicado aos limites, continuidade e diferenciabilidade de funções vectoriais de variável real e ao estudo das curvas no espaço, cobrindo parte do segundo objetivo.

O capítulo 3 é dedicado aos limites e continuidade e diferenciabilidade de funções reais e vectoriais de várias variáveis cobrindo parte do segundo e a totalidade do terceiro objetivo.

O capítulo 4 é dedicado ao cálculo integral cobrindo os quarto e quinto objetivos.

O capítulo 5 é dedicado ao estudo das séries numéricas cobrindo o sexto objetivo.

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

Chapter 1 is devoted to topology in R^n , norms and metrics. This way we cover first and part of the four and five objectives.

Chapter 2 is devoted to limits, continuity and differentiability of vectorial functions of real variable and to the study of space curves which covers part of the second objective.

Chapter 3 is devoted to limits and continuity and differentiability of real and vectorial functions of several variables which covers part of the second objective and the entire third goal.

Chapter 4 is devoted to integral calculus and covers the fourth and fifth objectives.

Chapter 5 is devoted to the study of the numerical series and covers the sixth goal.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas consistem na exposição dos conceitos, resultados e suas provas. Os resultados em geral são ilustrados com exemplos.

As aulas práticas consistem na resolução de exercícios de aplicação dos métodos e resultados apresentados nas aulas teóricas.

Quaisquer dúvidas são esclarecidas no decorrer das aulas, nas sessões semanais destinadas ao atendimento dos alunos ou ainda em sessões combinadas diretamente entre aluno e professor.

O estudante não pode faltar a mais de quatro aulas práticas lecionadas sem justificação.

Realizam-se três testes durante o semestre com duração de 1h00m, que dispensam de exame em caso de média positiva. Um aluno não dispensado por testes será admitido a exame de recurso e pode escolher repetir um dos testes ou realizar o exame de recurso.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical classes consist in a theoretical exposition illustrated by application examples.

Practical classes consist in the resolution of application exercises for the methods and results presented in the theoretical classes.

Students can ask questions during the classes, in weekly scheduled sessions or in special sessions accorded directly with the professor.

Students can not miss more than four practical classes.

There are three mid-term tests that can substitute the final exam in case of approval. If the student did not approve then they should write the final exam. Students can choose to repeat one of the mid-term tests in the date of the final exam.

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

Nas aulas teóricas procede-se à exposição da matéria, ilustrada com exemplos. Alguns resultados são explicados e exemplificados, sem demonstração formal. No entanto, são feitas algumas demonstrações, especialmente quando estas são úteis para a melhor compreensão da matéria.

Os alunos têm acesso a uma lista de problemas que podem tentar resolver antes das aulas práticas. A teoria exposta e os exemplos resolvidos nas aulas teóricas preparam o aluno para a resolução desses problemas. Nas aulas práticas os alunos podem ver a resolução de muitos exercícios dessa lista e esclarecer dúvidas sobre os restantes. Também terão apoio para a resolução de exercícios durante os horários de atendimento.

As aulas práticas ajudam a consolidar as matérias, pelo que o aluno não deve faltar a mais de quatro aulas práticas para obter frequência. Esta prática tem-se revelado útil, especialmente para os alunos de primeira inscrição na Universidade.

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

In theoretical classes matters are explained and illustrated with examples. Some results are explained and exemplified, without a formal proof. Nevertheless, some proofs are given, especially when they are useful to understand the theme.

Students can obtain a list of problems which they can try to solve before the practical classes. The theory and examples exposed in the theoretical classes prepare the student for the resolution of these problems. In the practical classes the students can see the resolution of many of these problems and solve the difficulties of the remaining. They can also ask questions in weekly scheduled sessions.

Since practical classes allow students to consolidate the subjects the student can not miss more than four practical classes. Such practice has revealed to be useful, mainly to the first year students.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

1- Cálculo vol. 2, Howard Anton, Irl Bivens, Stephen Davis, 8ª edição, Bookman/Artmed

2- Calculus III, Jerrold Marsden and Alen Weinstein

3- Vector Calculus, Jerrold Marsden and Anthony Tromba, 5ª edição

Mapa III - Cristalografia / Cristal Chemistry

3.2.1. Unidade curricular:

Cristalografia / Cristal Chemistry

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

João Pedro Botelho Veiga - TP:28h; PL:42h; OT:6h

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

n/a

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

1. Identificar os elementos de simetria e o grupo plano de padrões bidimensionais (camadas atómicas). Identificar os símbolos de Miller de faces e arestas em formas cristalográficas.

2. Enumerar a distribuição electrónica de átomos neutros e iões de acordo com a valência formal e com as condicionantes de campo cristalino.

3. Projectar a estrutura cristalina de um composto segundo um plano cristalográfico, partindo da sua descrição cristalográfica. Calcular os parâmetros reticulares de estruturas cristalinas e de soluções sólidas. Escrever fórmulas cristalográficas de compostos.

4. Compreender as propriedades físicas e químicas dos materiais em função da sua estrutura cristalina, assegurando as bases para a compreensão da Ciência e Engenharia dos Materiais.

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

1. Identify symmetry elements on plane symmetry patterns (atomic layers). Identify Miller indices of faces and edges of crystallographic forms.

2. Enumerate the electronic distribution of atoms and ions in relation with formal valence and conditioned by crystal field constraints.

3. Project crystalline structures of compounds according to crystallographic planes from the crystallographic description. Calculate lattice parameters of crystalline structures and solid solutions.

4. Understand the relation between physical and chemical properties and crystalline structure, assuring in this way the basis for the understanding of Materials Science and Engineering.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. *Noções de Cristalografia. Estrutura cristalina. Teoria da simetria. Simetria pontual. Sistemas cristalográficos. Índices de Miller. Simetria translacional. Rede e célula unitária. Redes de Bravais. Grupos espaciais.*

2. *Química do estado sólido. Estados de ligação e especiação.*

3. *Coordenação e dimensão dos átomos. Teoria do Campo Cristalino. Princípios fundamentais da Cristalochimica.*

4. *Tipo estrutural. Fórmulas cristalóquímicas. Sistemática.*

5. *Defeitos estruturais. Defeitos pontuais e lineares. Mobilidade. Ordem-desordem. Falhas de empilhamentos*

6. *Variações composicionais. Morfotropismo. Transformações estruturais em sólidos. Difusão e exsolução. Depósitos epitáticos e transformações topotáticas*

7. *Estrutura cristalina, constituição química e propriedades físicas. Cristalinidade e dimensionalidade*

3.2.5. Syllabus:

1. *Crystallography. Crystalline structure. Point symmetry and physical properties. Crystallographic systems. Miller indices. Translational symmetry. Unit cell. Bravais lattices. Space groups. Description of crystalline structures.*

2. *Solid state chemistry. Bonding states and speciation.*

3. *Coordination. Crystal Field theory. Fundamental principles of Crystal Chemistry.*

4. *Structure type. Crystal chemical formulas. Systematic of inorganic crystal structures. Characterization and description of common structure types in materials science.*

5. *Structural defects. Point and linear defects. Mobility. Order-disorder. Stacking faults.*

6. *Compositional variations. Morphotropism. Structural transformations. Diffusion and exsolution. Topotatic transformations and epitatic deposits.*

7. *Crystal structure, chemical composition and physical properties. Crystallinity and dimensionality.*

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

A introdução da UC com cristalografia, conceito de estrutura cristalina, forma e estrutura interna dos materiais cristalinos, operações e elementos de simetria, dá aos alunos a capacidade de cumprirem o primeiro objectivo da UC. A informação sobre a natureza atómica e estados da matéria, estados de ligação e especiação, coordenação e teorias do campo cristalino e princípios fundamentais da cristalochimica permitem responder ao segundo objectivo da UC. Os conceitos de tipo estrutural e fórmulas cristalóquímicas e sistemática das estruturas cristalinas inorgânicas, responde ao ponto três dos objectivos da UC. O conhecimento dos defeitos cristalinos e variação das propriedades com a estrutura cristalina corresponde ao objectivo globalizante da UC, complementando as noções de índole geométrica com as de índole energética, assegurando as bases para a compreensão dos principais materiais com estrutura cristalina no estado sólido da Ciência e Engenharia dos Materiais.

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

The introduction of the CU with crystallographic concepts of crystal structure, shape and internal structure of crystalline materials, operations and symmetry elements, gives students the ability to fulfill the first objective of the UC. Information on the atomic nature of matter and states, bonding and speciation, coordination and crystal field theories and principles of crystalchemistry answers the second objective of the UC. The concepts of structural type and crystallochemical formulas and systematic inorganic crystal structures, responds to point three of the goals of UC. Knowledge of crystalline defects and variation of properties with crystal structure corresponds to the globalizing purpose of the CU, complementing geometric notions with energy, providing the basis for understanding the main materials with crystalline structure in solids and Materials Science Engineering.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC é constituída por um conjunto de aulas teórico-práticas e práticas, onde se pretende que os alunos tenham um contacto com os princípios básicos da química do estado sólido, desde a cristalografia à cristalochimica, passando pela manipulação de modelos estruturais e visita aos laboratórios de caracterização estrutural existentes no CENIMAT de carácter demonstrativo. A avaliação é contínua pela presença e participação nas aulas teóricas e teórico-práticas, realizando-se um teste para dispensa de parte do exame final. Os alunos têm acesso a um exame final escrito com possibilidade de realização de prova oral de recuperação.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The course consists of theoretical-practical and practical classes where students contact with the basic principles of solid state chemistry, from crystallography to crystal chemistry, as well as manipulation of structural models and visit to structural characterization laboratories in CENIMAT with demonstration character. Evaluation is continuous, by attending lectures and practical sessions. A mid-term test is done to waver part of the final exam. Students have access to a final exam where they can also do oral examination for classification recovery.

3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino e avaliação está em concordância com os objectivos propostos, no sentido em que permite aos alunos obterem não só conhecimentos a nível teórico, mas também prático, promovendo-se a interacção entre os alunos e o docente, uma vez que é seguido um modelo de avaliação contínua. As visitas laboratoriais permitem ao aluno contactar com a realidade das condições em que se faz análise estrutural, onde são utilizados exemplos das diversas áreas dos materiais, conferindo uma maior sensibilidade aos assuntos apresentados, promovendo também entre os alunos o espírito de trabalho de equipa. A existência de um teste de avaliação de conhecimentos a meio do semestre promove o diálogo com o docente por estudo acompanhado e pelo apoio na resolução de dúvidas.

3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The teaching and evaluation methodologies are in agreement with the proposed objectives, in the sense that allows students to obtain not only knowledge at theoretical level, but also at practical level. It promotes interaction between students and teacher, since it follows a continuous evaluation model. Laboratory visits allow for the students to contact with structural analysis reality. The use of examples from the diverse materials groups confers greater sensibility of subjects, promoting at the same time team work spirit. The existence of a midterm test for the assessment of acquired knowledge promotes dialogue with the teacher due to accompanied study and by the support in solving questions.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Crystallography and Crystal Chemistry, F. Donald Bloss, Mineralogical Society of America (2000).

Crystallography and Crystal Defects, A. Kelly, K.M. Knowles, 2nd edition (2012). Wiley.

Solid State Chemistry. An Introduction, L. Smart & E. Moore (1992). Chapman & Hall.

Manual of Mineralogy. C. Klein, C. S. Hurlbut Jr. (1993). Wiley.

Structural Mineralogy, an introduction, J. Lima de Faria, Kluwer Academic Publishers (1994).

Mapa III - Química Orgânica Geral B / General Organic Chemistry B

3.2.1. Unidade curricular:

Química Orgânica Geral B / General Organic Chemistry B

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

Abel José de Sousa Costa Vieira - T:28h; TP:14h

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

Elvira Maria Sardão Monteiro Gaspar - PL:21h

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

Na parte teórica serão apresentados os conceitos básicos e fundamentais necessários a uma compreensão lógica e sequencial das matérias seguintes. Não se pretende fazer uma descrição exaustiva de reacções, mas sim transmitir ao aluno as "bases de raciocínio" que lhe permitirão aprofundar os temas de que vier a necessitar na área da Química Orgânica. Os conceitos teóricos serão amplamente ilustrados e exemplificados através da resolução de exercícios e problemas práticos. A parte experimental destina-se a treinar o aluno nas técnicas laboratoriais, transmitir-lhe conhecimentos de segurança e boas práticas, iniciá-lo na interpretação de espectros e ainda complementar alguns conceitos aprendidos na parte teórica.

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

Basic concepts for a logic and sequential learning of the main aspects of Organic Chemistry. Practical illustration of theoretical concepts through examples and exercise resolution. Laboratory works concerning main techniques, security procedures, spectroscopy and some organic reactions.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução. Estrutura dos compostos orgânicos. Ligações covalentes. Hibridação. Ressonância e aromaticidade. Grupos funcionais. Propriedades físicas.

2. Reactividade em Química Orgânica. Cinética e Termodinâmica. Mecanismos reaccionais. Acidez e basicidade.

3. Hidrocarbonetos saturados. Isomeria. Análise conformacional. Reacções radiculares.

4. Estereoquímica.

5. Reacções de substituição nucleofílica alifática e de eliminação. Mecanismos e reactividade.

6. *Espectroscopia em Química Orgânica. 1H-RMN, IV.*

7. *Hidrocarbonetos insaturados. Reacções de adição. Ploimerização. Reacções de compostos aromáticos.*

3.2.5. Syllabus:

1. *Introduction. Structure of organic compounds. Covalent bonds. Hybridisation. Resonance and aromaticity. Functional groups. Physical properties.*

2. *Reactivity in Organic Chemistry. Kinetics and thermodynamics. Reaction mechanisms. Acidity and basicity.*

3. *Saturated hydrocarbons. Isomerism. Conformational analysis. Radical reactions.*

4. *Stereochemistry.*

5. *Nucleophilic substitution and elimination reactions. Mechanisms and reactivity.*

6. *Spectroscopy in Organic Chemistry. 1H-NMR, IR.*

7. *Unsaturated hydrocarbons. Addition reactions. Polymerization. Reactions of aromatic compounds.*

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

A estruturação lógica e sequencial dos conteúdos do programa tem como objectivo a compreensão dos temas fundamentais da Química Orgânica, sem recurso a qualquer tipo de memorização.

Nos primeiros capítulos abordam-se temas de Química Orgânica Física e teórica que servirão de base à compreensão das reacções químicas tratadas nos capítulos seguintes.

A inclusão de um capítulo simplificado de espectroscopia irá demonstrar ao aluno a importância destas técnicas na determinação de estruturas dos compostos orgânicos.

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

Logic sequence of contents towards a rational comprehension of matters instead of memorisation.

Initial physical and theoretical chapters to serve as basis of understanding organic reactions in the following chapters.

Inclusion of a simple chapter of spectroscopic methods as a tool for determination of organic structures.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino será feito em aulas teóricas, teórico-práticas (resolução de problemas) e práticas (laboratoriais). A avaliação inclui a parte teórica (peso 2) e laboratorial (peso 1). A parte teórica será avaliada por testes e/ou exame final e a experimental pela classificação do desempenho laboratorial e pela qualidade dos relatórios dos trabalhos experimentais.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical, problem solving and laboratory classes.

Evaluation of both theoretical (2) and experimental (1) components. Tests, final examination and practical reports evaluation are available.

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

O ensino será feito de forma lógica e sequencial, procurando a melhor coordenação entre as várias componentes.

Na parte teórica apresentar-se-ão os conceitos fundamentais de forma a que o progresso na aprendizagem seja feito de forma dedutiva. As aulas serão acompanhadas de exemplos concretos e terão apoio de atendimento ao aluno permanente.

Nas aulas de resolução de exercícios procura-se que o aluno exercite de forma coordenada com as aulas teóricas os conceitos nela aprendidos, de modo a melhor os interiorizar e compreender.

A avaliação desta parte será feita de modo contínuo, em três testes a realizar durante o semestre e/ou por exame final escrito (eventualmente complementado por prova oral).

As aulas laboratoriais destinam-se sobretudo a iniciar o aluno nas boas práticas das técnicas experimentais da Química Orgânica, a ensinar-lhe as regras de segurança e de bom procedimento experimental, bem como a utilizar técnicas acessórias (como a espectroscopia) e ainda a ilustrar algumas reacções que estudou na parte teórica.

A avaliação desta parte será feita durante o trabalho laboratorial e contribui, como a da parte teórica, para a classificação final.

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

Logic and sequential teaching for a good coordination between all components.

Theoretical concepts presented in a deductive way. Lectures illustrated with examples. Permanent tutorial support.

Problem solving classes according to the evolution of the lectures for a better understanding of fundamental concepts.

Continuous evaluation through tests and/or final examination.

Laboratory experiments to illustrate practical techniques, safety rules, good procedures, use of spectroscopic methods and some simple organic reactions.

The evaluation of laboratory works, during the experimental execution, will also contribute (combined with the theoretical part) to the final grade.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Livro recomendado:

Solomons, T.W.G.; Fryhle, C. B., "Organic Chemistry", John Wiley & Sons, 8ª Ed., 2003

Bibl. complementar:

Clayden, J.; Greeves, N.; Warren, S.; Wothers, P. "Organic Chemistry", Oxford University Press, 1st Ed., 2001

Streitwieser, A.; Heathcock, C.; Kosower, E. "Introduction to Organic Chemistry", MacMillan, 4ª Ed., 1992

Ouellette, R. J.; Rawn, J. D. "Organic Chemistry", Prentice-Hall, 1ª Ed., 1996

Volhardt, K.; Schore, N.E. "Organic Chemistry", W.H. Freeman & Co., 3ª Ed., 1999

Bibl. das aulas Pe TP:

Vieira, A. J. S. C.; Gaspar, E. "Guia de Laboratório de Química Orgânica Geral - B ", Março, 2014

Vieira, A. J. S. C. "Folhas de Problemas" (a fornecer antecipadamente em relação às aulas, durante o semestre)

Mapa III - Física II / Physics II**3.2.1. Unidade curricular:**

Física II / Physics II

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

Maria Adelaide de Almeida Pedro de Jesus - TP:42h

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

Rui Filipe dos Reis Marmont Lobo - PL:21h

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências em

- processos físicos que ocorrem em sistemas termodinâmicos e respectivas Leis, como, a) condução, convecção e radiação e sistemas dissipadores ou isoladores do calor elementares;; b) transições de fase;; c) ciclos termodinâmicos e estudo de máquinas térmicas, frigoríficas e bombas de calor, calcular rendimentos ou eficiências em ciclos operando com gás ideal em processos reversíveis; d) produção de entropia em processos concretos; e) potenciais termodinâmicos; f) verificação experimental de alguns destes processos físicos, e análise dos resultados experimentais.

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

At the end of this subject the student should have obtained knowledge, ability and competences in

-the physical processes and the Laws of Thermodynamics, in particular a) heat transfer by conduction, convection and radiation b) phase transitions c) thermodynamic cycles for the study of heat engines, heat pumps and refrigerators and the calculation of the respective efficiency when operating with ideal gases in reversible processes d) entropy production e) thermodynamic potentials f) experimental study of some of these processes.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Programa Física II - semestre par

1. Introdução

2. Conceitos fundamentais da Termodinâmica

3. *Temperatura e equação de estado*
4. *Teoria cinética dos gases*
5. *Primeira Lei da Termodinâmica - conservação da energia*
6. *Transferência de calor*
7. *Máquinas térmicas, máquinas frigoríficas e bombas de calor.*
8. *Segunda Lei da Termodinâmica*
9. *Consequências da Primeira e da Segunda Leis da Termodinâmica. Terceira Lei*
10. *Potenciais termodinâmicos. Sistemas abertos*

3.2.5. Syllabus:

1. *Introduction*
2. *Fundamental concepts of Thermodynamics*
3. *Temperature and the equation of state*
4. *Kinetic theory*
5. *First law of thermodynamics - energy conservation*
6. *Heat transfer*
7. *Heat engines, refrigerators and heat pumps*
8. *Second law of thermodynamics - Entropy*
9. *Combined First and Second law of thermodynamics Third Law.*
10. *Thermodynamic potentials. Open systems*

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

Os materiais e as suas propriedades são compreendidos de um ponto de vista essencialmente macroscópico (termodinâmica) e, também, fazendo referência à ligação da dimensão atômica com a macroscópica através de conceitos estatísticos (teoria cinética).

São adquiridas as ferramentas básicas termodinâmicas e cinéticas necessárias à compreensão e interpretação dos materiais (gases, líquidos e sólidos) e transformações (transferência de calor, trabalho e transições de fase) que são os principais temas da unidade curricular, tal como definido nos objectivos da unidade.

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

The materials and their properties are understood from a macroscopic view (thermodynamics), and the connection is made

from the atomic to the macroscopic level through statistical concepts (kinetic theory).

The students acquire the basic tools necessary for the thermodynamic and kinetic understanding and interpretation of material macroscopic properties (gases, liquids and solids) and transformations (heat transfer, work, and phase transitions), which are the main topics of this subject as defined in the unit objectives.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC está dividida numa componente teórica e numa componente de laboratório. Os estudantes têm de ter sucesso escolar nas duas componentes.

As aulas teóricas decorrem em 2 sessões semanais de 1,5h e incluem resolução de problemas tipo.

Nas aulas práticas são realizados trabalhos experimentais com o objectivo de acompanhar e verificar fenómenos e processos físicos descritos nas aulas teóricas e a desenvolver competências na montagem de laboratório e na experimentação.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

This subject is divided in a theoretic component and a laboratory component. Both components require successful assessment results.

The theory, including problems, is taught twice a week in lectures. The inscription in a given lecture class is required for the students at first inscription in the subject.

The laboratory is taught every two weeks. The inscription in a given class is mandatory for the students at first inscription in the subject.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, que compreendem a resolução de problemas tipo. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). O acompanhamento dos alunos nas aulas teóricas é testado por meio de questionários aleatórios sobre a matéria dada na própria aula e nas horas de atendimento. As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são dadas nas aulas de laboratório, através da montagem experimental, realização, observação e análise dos problemas e fenómenos fundamentais. A avaliação destas competências é assegurada na parte prática por relatórios de grupo e por uma discussão final individual. A frequência obrigatória pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.

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

The theoretical components needed for the learning goals are given in the lectures, that include the resolution and discussion of some typical problems. The acquisition of knowledge is assessed in the tests/exams. The students following and understanding of the subject is monitored with random questionnaires during the lectures. The practical components are given in the laboratory sessions, with the assembling, performing and analysis of experiments. This component is assessed with group reports and an individual final discussion. The mandatory frequency ensures that the students follow the subject.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Obras Editadas:

1- Fundamentals of Physics

Autores : Halliday & Resnick

Editora: Wiley

2-Termodinâmica

Autores : M. M. Abbott, H. C. Van Ness

Editora: McGraw-Hill

3- Ver em documentos de apoio: Sebenta de Apoio de Física II, Medida em Física e curso que vai sendo actualizado e disponibilizado no decurso das aulas em PPoints

Mapa III - Introdução às Probabilidades Estatística e Investigação Operacional**3.2.1. Unidade curricular:**

Introdução às Probabilidades Estatística e Investigação Operacional

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

Lidia Ludovina Lampreia Caeiro Pica Lourenço - TP:84h

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

n/a

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

Probabilidades e Estatística

(i) Compreensão dos conceitos fundamentais da Teoria das Probabilidades e da Inferência Estatística Paramétrica;

(ii) Apreensão de técnicas de descrição e interpretação de fenómenos aleatórios e de estimação paramétrica;

(iii) Aperfeiçoamento da capacidade de interpretação de modelos estocásticos e estatísticos;

(iv) Desenvolvimento da capacidade de formulação de modelos estatísticos paramétricos;

(v) Amadurecimento do tratamento matemático

Investigação Operacional

(i) Compreensão dos conceitos fundamentais de Programação Linear, Programação Inteira, Gestão de Projectos e da Teoria da Decisão;

- (ii) *Apreensão de técnicas de resolução de problemas de otimização;*
- (iii) *Aperfeiçoamento da capacidade de formulação de algoritmos;*
- (iv) *Desenvolvimento da capacidade de formulação de problemas;*
- (v) *Amadurecimento da formação matemática.*

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

Probability and Statistics

- (i) *Comprehension of the main concepts from Probability Theory and Parametric Statistical Inference;*
- (ii) *Development of skills for thechinal description of random events and parametric estimation;*
- (iii) *Improving skills to analyse stochastic and statistical models;*
- (iv) *Development of skills for statistical model formulation;*
- (v) *Improving mathematical treatment.*

Operations Research

- (i) *Comprehension of the main concepts from Linear Programming, Integer Programming, Project Management and Decision Theory*
- (ii) *Development of skills for technical resolution of optimization problems;*
- (iii) *Improving algorithm designing skills;*
- (iv) *Improving modeling skills;*
- (v) *Improving mathematical maturity.*

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Módulo I - Probabilidades e Estatística

- 1 - *Axiomática e Álgebra de Probabilidades*
- 2 - *Variáveis aleatórias e sua distribuição*
- 3- *Momentos e função geradora de momentos*
- 4- *Distribuições discretas e absolutamente contínuas importantes*
- 5- *Par aleatório discreto*
- 6- *Teorema Limite Central*
- 7- *Estimação Pontual e Intervalar*
- 8- *Testes de Hipóteses*

Módulo II - Investigação Operacional

- 1 - *Programação Linear*
 - 1.1 *Formulação de problemas de Programação Linear*
 - 1.2 *Resolução gráfica de problemas de Programação Linear*
 - 1.3 *Algoritmo Simplex. Técnica da Base Artificial*
- 2 - *Programação Inteira.*
 - 2.1 *Formulação de problemas*
 - 2.2 *Métodos de resolução*
- 3 - *Gestão de Projetos*
 - 3.1 *Método do Caminho Crítico*

3.2 Técnica PERT**3.3 Diagrama de Gantt. Gestão de recursos associados a um projeto****3.4 Redução da duração total de um projeto****4 - Teoria da Decisão****4.1 Critérios de Decisão em Situações de Incerteza e de Risco****4.2 Decisões Sequenciais. Árvores de Decisão.****3.2.5. Syllabus:****Part I: Probability and Statistic**

- 1. Probability Axiomatic and Algebra**
- 2. Random variables and probability distributions**
- 3. Moments of random variables**
- 4. Some important distributions**
- 5. Discrete Random Pair**
- 6. Central limit theorem**
- 7. Point and interval estimation**
- 8. Hypothesis testing**

Part II - Operational Research**1 - Linear Programming****1.1 Linear Programmin Formulation****1.2 Graphical resolution of Linear Programming problems****1.3 The Simplex method. Artificial Variable Technique****2 - Integer Programming****2.1 - Formulation of Integer Programming problems.****2.2 - Methods for solving Integer Programming problems.****3 - Project Management****3.1 Critical Path Method****3.2 PERT technique****3.3 Construction of the Time Chart and Resource Leveling****3.4 Reduction of the project duration****4 - Decision Theory****4.1 Decisions under risk and under uncertainty****4.2 Decision Trees****3.2.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:****Prob e Estatística**

1-6 Progressivamente, apresentam-se novos temas e exemplificações. Conhecimentos vitais para o entendimento de técnicas estatísticas.

7-8 Na secção 7, a estimação pontual é fundamental para o tema de testes de hipóteses.

Invest Operacional

1. Prog Linear, problema, modelação e resolução.

2. Prog Inteira, problema, modelação e resolução.

3. Gestão de Projectos, problema, modelos particulares e sua resolução.

4. Teoria da Decisão, situações de Incerteza e de Risco e Árvores de Decisão com resolução de Decisões Sequencias.

3.2.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:*Prob and Statistics*

1-6 Topics and examples are presented progressively. Vital knowledge for a good understanding of statistical techniques.

7-8 Point estimate is vital for the hypothesis testing item.

OR

1. LP, problem modeling and solving.

2. IP, problem modeling and solving.

3. Project Manag., problem, particular models and their resolution.

4. Decision Theory, situations of Uncertainty and Risk and Decision Trees with resolution for Sequential Decisions.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas funcionam num regime teórico prático.

Nas aulas expõem-se os conceitos teóricos, efectuam-se algumas demonstrações ilustrando em simultâneo a sua aplicação por meio de exemplos e exercícios.

Os alunos dispõem de textos de apoio sobre toda a matéria incluindo exercícios e problemas de aplicação.

Parte substancial do estudo é feito em autonomia do aluno, com auxílio dos apontamentos e de outros suportes bibliográficos, e com o apoio dos docentes para esclarecimento de dúvidas em horários pré-estabelecidos.

Regras de avaliação

A UC é composta por dois módulos: Probabilidades e Estatística e Investigação Operacional, cada um com a cotação de 10 valores.

Frequência: Obtida com pelo menos 2/3 de presenças nas aulas leccionadas em cada módulo.

Avaliação:

Por testes: Três testes a realizar durante o período letivo ou por exame final.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Classes operate on a theoretical and practical regime.

In classes are exposed the theoretical concepts, some demonstrations are carried out and simultaneously its application are illustrated through examples and exercises.

Pupils have supporting texts on all matter including exercises and application problems.

Substantial part of the study is done on learner autonomy, with the aid of notes and bibliographic other media, and with the support of teachers to answer questions at pre-established times.

The u.c. consists of two modules: Probability and Statistics (PS) and Operational Research (OR), each with odds of 10 values.

Frequency: Obtained with at least two thirds of attendance in classes taught in each module.

Evaluation:

By tests: Three tests to be carried during the school period or by exam.

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

O regime de aulas teórico práticas permite a exposição simultânea dos conceitos teóricos e aplicações.

Os conteúdos têm apoio consistente com os textos de apoio e exercícios disponibilizados.

As sessões de esclarecimentos de dúvidas suportam o trabalho individual do aluno.

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

The system of theoretical-practical classes allows simultaneous exposure of theoretical concepts and applications.

The contents have consistently supported with handouts and exercises available.

Sessions of clarification of doubts support individual student work.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Parte I

1. Pedrosa, A. (2004). *Introdução Computacional à Probabilidade e Estatística*. Porto Editora
2. Murteira, B., Ribeiro, C. S., Silva, J. A. e Pimenta, C., (2002). *Introdução à Estatística*, McGraw Hill
3. Robalo, A. (1994). *Estatística Exercícios*. Vol I e II. Edições Sílabo

Parte II

1. Wayne Winston, *Operations Research: Applications and Algorithms*, Duxbury Press; 4th. Edition, 2003
2. *Introdução à Programação Linear*, J.O. Cerdeira, texto de apoio à unidade curricular *Introdução às Probabilidades e Estatística e Investigação Operacional*, 2013

Mapa III - Análise Matemática III C / Mathematical Analysis III C**3.2.1. Unidade curricular:**

Análise Matemática III C / Mathematical Analysis III C

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

José Maria Nunes de Almeida Gonçalves Gomes - T:42h

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

Joaquim Eurico Anes Duarte Nogueira - PL:28h

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

Definimos três objectivos principais:

- 1) *Aprendizagem de técnicas fundamentais de resolução de certas equações de primeira ordem (equação linear, equação de variáveis separáveis, equação diferencial exacta) assim como de resultados teóricos relevantes (Teorema de Existência e Unicidade de Picard). Conhecimento de algumas aplicações clássicas das equações diferenciais e aptidão a modelar certos problemas através de uma equação diferencial.*
- 2) *Aprendizagem de técnicas fundamentais de resolução de certas equações diferenciais de ordem superior à primeira (Método da variação das constantes, Método dos coeficientes indeterminados, Transformada de Laplace, desenvolvimento de soluções em série de potências). Conhecimento de aplicações clássicas das equações diferenciais de segunda ordem.*
- 3) *Aprendizagem de noções fundamentais da Análise de Fourier e das suas aplicações à resolução de equações com derivadas parciais.*

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

We define as main objectives:

- 1) *Learning of basic tools for solving first order differential equations (linear equation, separable equation, exact differential equation) as well as of fundamental theoretical results (Picard's Existence and Uniqueness Theorem). Knowledge of classical applications and acquisition of modelling skills of certain problems using differential equations.*
- 2) *Learning of basic tools for solving higher order differential equations (Variation of constants method, Judicious Guessing Method, Laplace Transform, the Power Series methods). Knowledge of classical applications of second order differential equations.*
- 3) *Learning of basic Fourier Analysis and its applications to Partial Differential Equations.*

3.2.5. Conteúdos programáticos:

- 1) *Equação linear de primeira ordem. Equação de variáveis separáveis. Métodos de substituição. A Equação Diferencial Exacta e a técnica do Factor Integrante. Teorema de Existência e Unicidade de Picard.*
- 2) *Generalidades sobre equações diferenciais lineares de ordem superior à primeira. A equação homogénea linear de segunda ordem com coeficientes constantes. Método da variação das constantes e método dos coeficientes indeterminados para equações lineares de segunda ordem completas. Aplicações.*
- 3) *A Transformada de Laplace. Definição. Propriedades. Aplicação à resolução de equações de segunda ordem com coeficientes constantes.*
- 4) *Métodos de resolução de equações diferenciais de segunda ordem através de desenvolvimento em série.*
- 5) *Noções fundamentais de Análise de Fourier. Aplicação à resolução de equações com derivadas parciais.*

3.2.5. Syllabus:

1) *First-order linear first differential equations. Separable equations. Substitution Methods. Exact differential equations and integrating factors. Picard's Existence and Uniqueness Theorem.*

2) *General facts about higher order linear differential equations. The second order linear equation with constant coefficients. The method of variation of parameters and the method of judicious guessing applied to non-homogeneous second order linear equations. Applications.*

3) *The Laplace Transform. Definition. Properties. Using Laplace Transforms to solve second order differential equations with constant coefficients.*

4) *Series solutions methods for solving second order differential equations.*

5) *Basic Fourier Analysis and its applications on solving Partial Differential Equations.*

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

A matéria da unidade curricular é composta por três capítulos cuja avaliação contínua é realizada ao longo de três testes. O primeiro capítulo é dedicado às equações diferenciais de primeira ordem e cobre o objectivo 1 enunciado em «Objetivos A3ES» e é avaliado no primeiro teste. O período de leccionação do primeiro capítulo é de cinco semanas. O segundo capítulo, leccionado ao longo de seis semanas, cobre o segundo objectivo. A sua avaliação é efectuada no segundo e terceiro teste da unidade curricular. Finalmente, o terceiro capítulo trata da matéria indicada no terceiro objectivo e é leccionado ao longo de duas semanas.

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

The content of the C.U. is composed by three chapters, evaluated by three tests during the semester. The first chapter is devoted to first order differential equations and covers the first objective mentioned in «Objetivos A3ES». The first chapter requires five weeks of classes and is evaluated in the first test. The second chapter covers the second objective and requires a six week period of classes. It is evaluated in the second and third test of the C.U.. Finally, the third chapter coincides with the third objective and occupies the final two weeks of classes.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino consiste no modelo académico Aulas Teóricas/Aulas Práticas. Nas aulas teóricas a matéria é exposta através de resultados justificados, exemplos e aplicações. Nas aulas práticas, o aluno realiza, com orientação do monitor, exercícios directamente relacionados com a matéria teórica leccionada na semana anterior.

Os dois métodos de avaliação seguidos são:

Avaliação Contínua: realização de três testes de uma hora e trinta minutos igualmente espaçados no semestre e cuja média aritmética fornece a nota final do aluno. Na data de exame, os alunos que o pretendam podem efectuar a melhoria de um dos testes.

Avaliação por Exame: Realização de um exame de três horas composto por três grupos relativos às matérias avaliadas nos três testes da avaliação contínua.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching method consists on conference classes and problem solving sessions. On the conference classes, the theory is exposed together with examples and applications. During the problems solving sessions, the student must solve exercises and problems related to the conferences of the previous week and is guided by the monitor.

We provide two evaluation methods:

Continuous evaluation: Three tests of one and an half hour during the semester whose average provides the final grade.

Evaluation by exam: An exam of three hours composed of three major parts coinciding with the subjects of the three tests.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objectivos são transmitidas nas aulas teóricas, e consolidadas através da explicitação de exemplos e aplicações. Durante as aulas práticas são realizados ocasionalmente exercícios de natureza mais teórica com vista a um aprofundamento da matéria.

As componentes práticas para atingir os objectivos resultam do trabalho desenvolvido nos turnos práticos, fortemente baseado na interacção docente/aluno. As fichas de exercícios são feitas ad-hoc para cada sessão prática e definem o nível de dificuldade de testes e exames.

Existem horários de atendimento ao longo da semana e eventualmente horários extraordinários em período de testes para que os alunos possam beneficiar de um apoio particular dos docentes da U.C.

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

The theoretical basis required to attain the objectives are transmitted during the conference classes. Discussions, examples and counter examples are recurrently used to settle the knowledge. During the problem solving sessions some problems are oriented to a deeper understanding of the theory.

The practical skills are developed during the problem solving sessions, strongly based on the interaction of the students with the teacher. Each problem solving sessions is organized by a sheet of exercises designed for it. They also set the expected level of exercises in tests and exams.

During the week, there is an attending schedule provided by the teachers where students may obtain an individual help.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Braun, Martin - Differential Equations and their Applications, Springer-Verlag.

Fernandes, Claudio; Marques, João de Deus; Nogueira, Joaquim Eurico - Introdução às Equações Diferenciais ordinárias e com derivadas parciais, (texto de apoio gentilmente disponibilizado pelos autores)

Edwards, Jr; Penney, David - Elementary Differential Equations (with boundary value Problems), Prentice Hall.

Figueiredo, Djairo - Análise de Fourier e Equações Diferenciais Parciais, IMPA projeto Euclides.

Mapa III - Física III / Physics III

3.2.1. Unidade curricular:

Física III / Physics III

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

António Carlos Simões Paiva - TP:42h

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

Maria Isabel Simões Catarino - PL:21h

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências em:

- *processos físicos que ocorrem em sistemas electromagnéticos estáticos;*
- *processos físicos que ocorrem em sistemas electromagnéticos variáveis no tempo;*
- *circuitos eléctricos compostos por fontes de alimentação, resistências eléctricas, condensadores eléctricos e bobines.*

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

At the end of this course the student should have acquired knowledge, skills and competencies in:

- *physical processes that occur in static electromagnetic systems;*
- *physical processes that occur in time varying electromagnetic systems;*
- *circuits composed by power supplies, electrical resistors, capacitors and coils.*

3.2.5. Conteúdos programáticos:

*Carga eléctrica
Campos eléctricos
Potencial eléctrico
Lei de Gauss
Capacidade eléctrica
Corrente e resistência
Circuitos
Campos magnéticos
Campos magnéticos devidos a correntes
Indução e indutância
Magnetismo na matéria e equações de Maxwell*

3.2.5. Syllabus:

*Electric charge
Electric field
Gauss" law
Electric potential
Capacitance
Current and resistance*

*Circuits
magnetic field
Magnetic field due to currents
Induction and Inductance
Magnetism of matter*

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

Na primeira parte do semestre são apresentados os conceitos fundamentais necessários para descrever sistemas físicos em que existem cargas eléctricas, dando ênfase aos conceitos de campo e potencial eléctricos. São também introduzidas as definições e convenções necessárias ao estudo dos sistemas eléctricos. Seguidamente, os conceitos introduzidos são utilizados no estudo de circuitos eléctricos constituídos por fontes de alimentação, resistências e condensadores.

Na segunda parte do semestre é discutido o fenómeno do magnetismo, e são apresentados os conceitos fundamentais necessários para o estudo de campos magnéticos estáticos e variáveis no tempo. No final da unidade curricular são abordados os geradores e motores eléctricos como casos de aplicação dos conteúdos programáticos leccionados.

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

In the first part of the semester is presented the necessary fundamental concepts to describe physical systems with electric charges, emphasizing the concepts of electric field and potential. They are also introduced the definitions and conventions necessary for the study of electrical systems. After, the concepts introduced are used in the study of electrical circuits composed by power supplies, resistors and capacitors.

In the second part of the semester is discussed the magnetism phenomenon, and is presented the fundamental concepts necessary for the study of static time varying magnetic fields. At the end of the course is discussed the electric generators and motors as applications of the syllabus taught.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC está dividida numa componente teórica e numa componente de laboratório. Os estudantes têm de ter sucesso escolar nas duas componentes.

As aulas teóricas decorrem em 2 sessões semanais de 1,5h. A avaliação teórica consiste em dois testes ou, alternativamente, um exame final.

Nas aulas práticas de laboratório são realizados trabalhos experimentais com o objectivo de acompanhar e verificar fenómenos e processos físicos descritos nas aulas teóricas e de desenvolver competências na montagem de laboratório e na experimentação. A avaliação prática consiste na avaliação dos mini-relatórios laboratoriais e num teste de resolução de exercícios.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The course is divided into a theoretical component and a laboratory component. Students must have academic success in both components.

The theoretical lectures take place in two weekly sessions of 1.5 hours each. There are two midterm evaluation tests. Alternatively, a final examination.

In the laboratory classes experimental work is conducted with the aim to monitor and verify physical phenomena described in the lectures and to develop skills in laboratory experimentation. Evaluation includes lab reports and a test on problem solving.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, que incluem a resolução de problemas. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). O acompanhamento dos alunos nas aulas teóricas é testado por meio de questionários sobre a matéria dada na própria aula e nas horas de atendimento. As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são leccionadas nas aulas de laboratório, através da montagem experimental, realização, observação e análise dos problemas e fenómenos fundamentais. A avaliação destas competências é efectuada através de dois momentos de avaliação que consistem na montagem e interpretação de trabalhos laboratoriais. A frequência obrigatória das aulas laboratoriais pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.

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

The theoretical components needed to achieve the learning objectives are taught in lectures, which include the resolution of problems. The acquisition of knowledge is assessed in written tests (tests / exams). The monitoring of students in lectures is tested through questionnaires given on the matter in the classes. The practical components necessary to achieve the learning objectives are taught in lab classes, through experimental setup, execution, observation and analysis of problems and fundamental phenomena. The assessment of these skills is made through two evaluations consisting in assembling and interpreting laboratory works. The mandatory frequency of these lab classes aims to ensure that students follow the subjects.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:*Livro de texto recomendado:**“Fundamentals of Physics” de Halliday, Resnick and Walker**Outro livro aconselhado:**“Física” de M. Alonso e E. Finn, Tradução Portuguesa***Mapa III - Metalurgia Física e Metalografia / Physical Metallurgy and Metallography****3.2.1. Unidade curricular:***Metalurgia Física e Metalografia / Physical Metallurgy and Metallography***3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Rui Jorge Cordeiro Silva - T:28h; PL:42h; OT:6h***3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***n/a***3.2.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Compreender e interpretar os modos de arranjo estrutural dos materiais metálicos a diferentes escalas.***3.2.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Understanding and interpretation of structural arrangements in metallic materials at different scale levels.***3.2.5. Conteúdos programáticos:***Introdução aos materiais metálicos:**-Metais puros e ligas;**-Materiais vítreos e cristalinos;**-Estruturas cristalinas em metais e ligas metálicas;**-Microestrutura (noção de grão, limite de grão e fases);**-Soluções sólidas (desordenadas e ordenadas). Super-redes.**Diagramas de equilíbrio de fases:**- Equilíbrio químico e a regra das fases de Gibbs;**-Diagramas monários, binários e ternários. Previsão de microestruturas de equilíbrio.**-Desvios composicionais e estruturais ao equilíbrio.**-Difusão atômica**-1ª e 2ª lei de Fick. Difusão intersticial e substitucional;**-Soluções típicas da 2ª lei de Fick .**Transformações de fase**- Noção de nucleação e crescimento; teoria da nucleação;**- Solidificação em metais puros e ligas: estruturas e defeitos de vazamento.**- Transformações de fase no estado sólido.**- Introdução aos diagramas de transformação-temperatura-tempo**Introdução às técnicas metalográficas.***3.2.5. Syllabus:***Introduction to metallic materials:**-Pure metals and alloys**-Vitreous and crystalline materials**-Main crystalline arrangements in metals**-Microstructure characterization**-Solid solutions. Ordered phases**Phase diagrams**-Chemical equilibrium and Gibbs' Phase Rule**-One component, binary and ternary diagrams**-Prevision of equilibrium microstructures**-Non equilibrium structures: coring and metastable phases**Atomic diffusion**-Fick's first and second laws**-Interstitial and substitutional diffusion**Phase transformations**-Notion of nucleation and growth**-Theory of nucleation.**-Solidification in pure metals and alloys. Constitutional supercooling: cellular and dendritic growth;*

*-As cast structures. Defects and other compositional heterogeneities in cast metals
-Solid state transformations, diffusional and martensitic transformations in solids. TTT diagrams
Introduction to metallography.*

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

Os mecanismos e modelos, a um nível atómico e microscópico, e as ferramentas termodinâmicas e cinéticas (diagramas de equilíbrio de fases e diagramas tempo-temperatura-transformação, respectivamente) necessárias à interpretação e previsão de estruturas metálicas e transformações de fase (solidificação e transformações no estado sólido) são os principais temas da unidade curricular, tal como definido nos objectivos da unidade.

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

The mechanisms at an atomic and microscopic level and the thermodynamic and kinematics tools (phase equilibrium diagrams and time-temperature-transformation diagrams, respectively) for the interpretation and prevision of metallic structures and transformations (solidification and solid state transformations) are the main subjects in the syllabus curricular unit, fulfilling the unit objectives.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os métodos de ensino incluem aulas teóricas com recurso a tecnologias multimedia, resolução de exercícios em aulas teórico-práticas, aulas laboratoriais e suporte e-learning na plataforma Moodle da escola.

A avaliação é feita por 3 testes escritos e por trabalhos práticos com apresentação final de relatórios. A frequência é obtida por avaliação positiva nos trabalhos práticos realizados.

Dispensam de exame os alunos cuja com nota média dos 3 testes seja maior ou igual a 9,5, não podendo ter nota inferior a 7,0 valores em qualquer dos testes. A nota final da UC contabiliza 25% da nota nos relatórios dos trabalhos práticos + 75% da nota de exame ou dos testes. Para serem contabilizadas, a nota em exame final ou a média nos testes deverá ser igual ou superior a 9,5 em de 20 valores.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Teaching methods include lectures with multimedia technology, in-class resolution of exercises, lab sessions based, e-learning based on a web site on a Moodle platform.

1) Theoretical lectures – once a week, two hour each.

2) Exercises resolution – 8 sessions, three hours each.

3) Laboratory sessions – 5 sessions, three hours each.

Assessment:

Theoretical part (including problems): 3 tests and/or exam.

Experimental part: experimental reports and discussion

Final grade: 75% theoretical grade + 25% experimental grade

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

Os mecanismos, modelos e as ferramentas para a interpretação e previsão de estruturas e transformações de fase (solidificação e transformações no estado sólido) em materiais metálicos são explicadas nas aulas teóricas e explorados (quantitativamente e qualitativamente) nas aulas teórico-práticas em sessões de problemas. Preparação de amostras, visualização e interpretação qualitativa de estruturas metálicas (microestruturas) são realizadas em sessões laboratoriais e em aulas teóricas com recurso a projecções de micrografias. Para as principais ligas metálicas, são estudados os diagramas de fase e classificadas as respectivas microestruturas.

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

The mechanisms, models and tools for the interpretation and prevision of metallic structures and phase transformations (solidification and solid transformations) are explained in theoretical lectures and explored (qualitatively and quantitatively) in problems sessions. Sampling preparation and visualization of metallic structures (microstructures) and its qualitative interpretation are done in laboratory sessions, as well with multimedia support technology during lectures. Phase diagrams and microstructures for the main metallic alloys are explored.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

"Notas para apoio à UC de Metalurgia Física e Metalografia"; Rui Silva, FCT-UNL.

"Phase Transformations in Metals and Alloys", David A. Porter e K. E. Easterling, Van Nostrand Reinhold (UK).

"Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais", William F. Smith, Mc-Graw-Hill de Portugal.

"Introdução à Metalurgia", Alan H. Cottrell, Ed. Gulbenkian.

Documentos da UC disponíveis no sistema Moodle.

Mapa III - Química de Polímeros / Polymer Chemistry

3.2.1. Unidade curricular:

Química de Polímeros / Polymer Chemistry

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

Maria Helena Figueiredo Godinho - TP:28h; PL:21h; OT:6h

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

Ana Patrícia Correia Almeida - PL:7h; OT:6h

João Paulo Heitor Godinho Canejo - PL:7h; OT:6h

Susete Maria Brazão Nogueira Fernandes - PL:7h; OT:6h

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

Os objectivos fundamentais desta unidade curricular são: introduzir os conceitos teóricos, práticos e laboratoriais necessários que permitam compreender os mecanismos de formação de uma cadeia polimérica a partir de diferentes tipos de reacções de polimerização; Ensinar como, em geral, se pode obter experimentalmente um polímero, proceder à sua hidrólise, purificação e caracterização; Motivar os alunos para o estudo da cinética das reacções químicas de polimerização; Despertar nos alunos interesse pela química dos polímeros de tal modo que no futuro venham a formular e aplicar novos materiais poliméricos e a modificar os já existentes com o objectivo de tornar as suas propriedades mais adequadas ao meio ambiente que nos rodeia.

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

The fundamental goals of this course are: introducing the theoretical, practical and laboratory concepts needed for understanding the mechanisms involved in the synthesis of polymers chains considering different types of polymerization reactions; Teaching, in general, how can experimentally a polymer be obtained, hydrolysed, purified and characterized; Motivating students to study the kinetics of polymerization chemical reactions, Raising students interest to the chemistry of polymers in order that, in the future, they will be able to formulate and implement new procedures to synthesize polymeric materials with the aim of making their properties more suitable to the environment.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Introdução: Conceitos básicos; História do conceito de polímero; Exemplos e nomenclatura.

Massas Moleculares Poliméricas. Classificação das reacções de polimerização; Polimerização por passos. Reacções de Polimerização em cadeia; Polimerização em solução, suspensão e emulsão; Reacções de Copolimerização. Reacções de modificação de polímeros. Reacções de hidrólise. Técnicas de caracterização de polímeros. Algumas aplicações industriais.

3.2.5. Syllabus:

Introduction Concepts and Definitions; Basic Definitions, History of the concept of polymer; Examples and nomenclature.

Polymer Molecular Weights. Classification of polymerization reactions; Condensation (Step-Growth) Polymerization. Radical Chain polymerization. Chain Copolymerization. Chemical Modification reaction of polymers. Polymer Hydrolysis reactions. Techniques for characterization of polymers. Some industrial applications.

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

A abordagem adoptada pretende dar ao aluno uma visão sobre os materiais poliméricos como materiais presentes no dia-a-dia mas também como materiais do futuro em termos de aplicações tecnológicas. De modo a conseguir estes objectivos começa-se por abordar conceitos fundamentais sobre a estrutura polimérica e nomenclatura. Nos capítulos seguintes pretende-se situar os alunos no modo de obtenção dos materiais poliméricos pelo que serão estudadas as principais reacções de polimerização. Serão depois dadas as principais e usuais técnicas de caracterização de materiais poliméricos e uma visão sobre o tipo de polímeros mais utilizados actualmente na indústria. Os conteúdos programáticos apresentados visam dar aos alunos os conhecimentos necessários sobre a estrutura, síntese e principais técnicas de caracterização de polímeros que conduzam à sua integração no mercado de trabalho, seja este a indústria ou o meio académico.

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

The approach adopted in this course aims to give students an insight into the polymeric materials field which are a class of materials that coexists with us in our day life and is also a material for the future in terms of technological applications. In order to achieve these objectives fundamental concepts about the polymer structure and nomenclature are addressed. In the following chapters is intended to give students the general principles of the main polymerization reactions. Then it will be given the main and usual techniques of characterization of polymeric materials and an overview of the type of polymers used in the industry today. The syllabus presented aim to give students the necessary knowledge of the structure, synthesis and characterization techniques of polymer leading to their integration into the labor market, be it in industry or academia.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A frequência das aulas teóricas é facultativa por parte dos alunos. A componente laboratorial e aulas práticas são consideradas obrigatórias para obter frequência. A exposição da matéria nas aulas teóricas é feita utilizando, quadro negro, animações, figuras e esquemas em "data-show", ilustrada pela utilização de modelos moleculares. O material suporte apresentado em "data-show" será posto à disposição dos alunos.

Serão realizados 3 trabalhos de laboratório sobre reacções de polimerização, caracterização e aplicação de polímeros. A classificação final (NF) é calculada a partir de $NF=(0.7(T1+T2)+0.3NL)$ ou $NF=(0.7E+0.3NL)$, T1 e T2 representam as notas obtidas no 1º e 2º testes, respectivamente, E a nota obtida no exame de recurso, e NL a nota de laboratório. O

aluno obtém aprovação na disciplina se: frequência NL; T1, T2 e E (nota mínima 8 valores); valor NF superior ou igual a 10 valores.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The frequency of theoretical lectures is optional. Laboratory classes are considered mandatory. The theoretical part of the course in the classroom is done by using, blackboard, animations, pictures and diagrams in "data show", illustrated by the use of molecular models, representing different types of polymer molecular structures, and examples of polymer samples and prototypes. The support material presented in "data-show" will be made available to students. There will be 3 lab work related to polymerization reactions, characterization and application of polymers. The final grade (NF) is calculated from $NF = (0.7(T1 + T2) + 0.3 NL)$ or $NF = (0.7E + 0.3 NL)$, T1 and T2 represent the marks obtained in the 1st and 2nd tests, respectively, E is the grade obtained in the final exam, and the NL lab grade. The student gets approval to the discipline if: NL frequency, T1, T2 and E (minimum 8 points); NF value greater than or equal to 10.

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

Esta unidade curricular tem objectivos pedagógicos definidos que pretendem transmitir ao aluno um conjunto integrado de informação que se pensa útil, tanto para a aquisição de conhecimentos adicionais sobre materiais poliméricos, como para promover a procura de conhecimentos sobre o modo de utilizar os polímeros em novas aplicações. Pretende-se estimular a capacidade de resolver problemas de índole teórica, usando as ferramentas de cálculo necessárias, e de índole prática, laboratorial, sabendo lidar com os polímeros e com as reacções químicas que envolvem a sua síntese. Pretende-se que o aluno seja crítico em relação à informação que lhe é fornecida e crie o hábito de exprimir a sua opinião e de a confrontar com a de outros.

O objectivo científico central é o de dar as bases e alargar o conhecimento dos alunos na área dos materiais poliméricos pela aquisição do saber das principais reacções de polimerização, estrutura polimérica, principais técnicas de caracterização de polímeros e de transmitir uma visão sobre os materiais poliméricos como materiais do futuro que poderão ser modificados de modo a serem utilizados em novas aplicações tecnológicas.

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

This course has defined learning objectives that are intended to convey to the student an integrated set of information believed to be useful, both for the acquisition of additional knowledge about polymeric materials and to promote the pursuit of knowledge on how to use polymers in new applications. We intend to stimulate the ability to solve problems of theoretical nature, using the calculation tools needed and practical in nature, laboratory and know how to deal with the polymers and chemical reactions involving the synthesis. It is intended that the student is critical in relation to information supplied to him and make a habit of expressing his opinion and to confront the other.

The central scientific objective of this course is to provide the basis and extend students' knowledge in the field of polymeric materials in order to provide the acquisition of knowledge of the main polymerization reactions mechanisms, polymer structure and characterization techniques and impart a vision of polymers as materials of the future that could be modified to be used in new technological applications.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

1 - *Introduction to Polymer Chemistry (2nd edition), C.E. Carraher, CRC Press, London, 2010.*

2 - *Chimie Macromoléculaire, G. Champetier, vol. I, Hermann, Paris, 1970.*

3 - *Organic Chemistry of Synthetic High Polymers, R.W. Lenz, Interscience, London, 1967.*

4 - *The Chemistry of Polymers, J.W. Nicholson, Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1991.*

Laboratory Preparation for Macromolecular Chemistry, E.M. Macaffery, Macaffery, McGraw-Hill, New York, 1970 (Laboratório).

Química dos Polímeros, J. Sérgio de Melo, M.J. Moreno, H. Burrows, M.H. Gil, Coimbra – Imprensa da Universidade, Coimbra, 2004 (Laboratório).

Mapa III - Desenho Técnico Assistido por Computador / Technical and Computer-aided Drawing

3.2.1. Unidade curricular:

Desenho Técnico Assistido por Computador / Technical and Computer-aided Drawing

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

Guilherme António Rodrigues Lavareda - TP:21h

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

Carlos Alberto Nunes de Carvalho - TP:21h

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

Compreender os conceitos básicos de Desenho Técnico e as noções básicas do Desenho Assistido por Computador (CAD).

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

To understand the basic concepts of Technical Drawing and Computer Aided Design (CAD).

3.2.5. Conteúdos programáticos:

P1 – Noções de Desenho Técnico:

*Material de Desenho. Normas.
Projecções Ortogonais. Vistas.
Cortes e Secções.
Elementos de Ligação.
Cotagem de Peças.
Perspectivas.*

P2 – CAD:

*Ferramentas-base.
Entidades. Ferramentas.
Cotagem.
Formas tridimensionais. Sólidos.*

3.2.5. Syllabus:

P1 – TECHNICAL DRAWING FUNDAMENTALS:

*DRAWING EQUIPMENT.
VIEWS.
CUTS AND SECTIONS.
SCREWS.
DIMENSIONING.*

P2 – CAD:

*layers.
views.
dimensioning.
3D.*

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

A primeira parte da UC é dedicada à aprendizagem das regras básicas de Desenho Técnico, de forma que os alunos saibam ler e aplicar as suas regras normalizadas.

A segunda parte é dedicada à aplicação destas regras no desenho por computador, tirando partido da flexibilidade e rapidez obtidas com a utilização de um software adequado. Por outro lado, é também explorada a possibilidade de modelação tridimensional.

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

The first part of the Discipline is dedicated to learning the basic rules of Technical Drawing, so that students can read and apply their standard rules.

The second part is dedicated to the application of these rules using a CAD tool, taking advantage of the flexibility and speed achievable by the use of an appropriate software. On the other hand, it is also explored the possibility of the three-dimensional modeling.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas com introdução teórica e apresentação de desenhos que ilustram as diferentes partes da matéria. Segue-se um exercício de desenho ou o desenho de peças. Posteriormente esse desenho é corrigido e discutido.

Parte I - Noções Básicas de Desenho Técnico (TP):

Avaliação contínua:

- 2 testes (T1 e T2).

- Dispensa de exame obtida com média dos testes (MT) superior a 9,5 valores.

Avaliação com Exame Final:

- Exame (E).

Parte II - Desenho Assistido por Computador (Lab. Computadores)

- Avaliação de CAD (CAD)

Frequência: A frequência à disciplina é obtida com nota na parte de CAD $\geq 9,5$.

Nota final:

- Com dispensa de exame: 60% MT + 40% CAD.
- Sem dispensa de exame: 60% E + 40% CAD.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Classes with a theoretic part for the theoretic notions, followed by the execution of drawings (drawing exercises or drawings of small metallic pieces).

Part I – Basic Technical Drawing (TP):

Ongoing assessment :

- 2 Tests (T1 e T2).
- Exemption of final exam obtained with test average (TA) greater than 9.5.

Assessment by Final Examination:

- Examination test (E).

Part II – Computer Aided Design (Computer Lab.)

- CAD Assessment (CAD)

Frequency: Frequency is obtained when CAD >= 9.5

Final classification:

- With exemption of final exam: 60% MT + 40% CAD.
- Without exemption of final exam: 60% E + 40% CAD.

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

A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas de desenho (2 minitestes ou exame final). As componentes teórico-práticas serão desenvolvidas em todas as formas de horas de contacto com o aluno e na execução de desenhos com base em enunciados teóricos ou em desenhos de pequenas peças distribuídas pelos alunos.

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

The aquisition of knowledge will be made by two mini tests or final exam. The theoretical-practice lectures will consist in the execution of drawings based on exercises or drawings of small metallic pieces distributed among students.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

L. Veiga da Cunha, "Desenho Técnico", 14ª Edição, Fundação Calouste Gulbenkian (2008).

COMPLEMENTAR:

Arlindo Silva, João Dias e Luís Sousa, "Desenho Técnico Moderno", 11ª Edição, Lidel (2011).

Randy H. Shih, "Exploring DraftSight", SDC Publications (2012).

Mapa III - Ciência, Tecnologia e Sociedade / Science, Technology and Society

3.2.1. Unidade curricular:

Ciência, Tecnologia e Sociedade / Science, Technology and Society

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

Maria Paula Pires dos Santos Diogo - TP:32h; S:8h

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

n/a

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

Objectivos da UC: (i) levar os alunos a interrogarem-se sobre a natureza e a extensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade no mundo actual;(ii) catalisar a reflexão crítica dos alunos sobre a sua futura experiência profissional e de cidadania. (iii) aumentar a capacidade de decisão e adaptação dos alunos num mundo em mudança. Pretende-se:

(i) aquisição de conhecimentos: compreender a estrutura da tecno-ciência e sua relação com os contextos económico, político, social e cultural; dominar conceitos fundamentais para a análise das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

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

This course aims at:(i) leading students to ask themselves crucial questions on the nature of the relationship between science, technology and society; (ii) leading students to think about their future work as engineers and about their rights and duties as citizens; (iii) increasing the students' capacity of decision and adjustment in a changing world. Specific capabilities to be developed:to understand the structure of technoscientific knowledge and its relations with social, economic, and cultural contexts;to master the fundamental concepts for the analysis of the interrelationship between science, technology and society.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

0. Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relação ciência, tecnologia e sociedade. Ética, responsabilidade social e cidadania. 1.Risco, Segurança e Responsabilidade: sociedade de risco e ética moderna. Ética, responsabilidade social e cidadania. 2.Ciência, Tecnologia e Género: as mulheres no trabalho em ciência e tecnologia; o género na construção do discurso científico. 3.Redes de Sustentabilidade, ambiente e sociedade: intersecções entre decisão política/económica, competências científicas e técnicas e questões ambientais. 4.Modelos de investigação tecnocientífica contemporâneos e responsabilidade social. Os casos de Einstein, Bohr e Oppenheimer. 5.O Futuro Bio e Nano: landmarks e debates políticos e éticos. 6. E o Homem Criou o Ciborgue: ciência, tecnologia e cultura popular; medos e desconfianças; fronteiras entre humano e não humano. 7.Visualizando a modernidade Ciência, tecnologia e cinema: narrativas cinematográfica e tecno-ciência.8.A Sociedade da Informação e a contemporaneidade.

3.2.5. Syllabus:

0.The relationship between science, technology and society. Ethics, social responsibility and citizenship. 1.Risk, Safety, Responsibility and Accountability: risk society and modern ethics. Ethics, social responsibility and citizenship. 2.Science, Technology and Gender: women in science and technology; gender issues in the construction of scientific discourse. 3.Sustainability Networks, Environment and Society: intersections between political/economic decisions, scientific and technical expertise and environmental issues. 4.Models of contemporary technoscientific research and social responsibility: Einstein, Bohr and Oppenheimer. 5.The Bio and Nano Future: landmarks and ethical debates. 6.And Man Created the Cyborg: science, technology and pop culture; fears and distrust; the thin line between human and nonhuman. 7.Making Modernity Visible. Science, Technology and Cinema: film narrative and technoscience. 8.The Information Society.and the experience of contemporaneity.

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

Tendo em conta que os objectivos da UC são levar os alunos a interrogarem-se sobre a natureza e a extensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade no mundo actual, estimulando a sua reflexão crítica no contexto da sua futura experiência profissional e de cidadania, escolheu-se um conjunto de tópicos considerados críticos para esta reflexão. Estes tópicos são abordados a partir da contemporaneidade, mas densificados com uma perspectiva histórica que dê aos alunos uma visão diacrónica e dinâmica das relações entre ciência tecnologia e sociedade. Os tópicos foram escolhidos tendo em conta a sua pertinência actual e a vontade de cobrir um leque de áreas diversificado, mas passível de serem estabelecidas pontes e diálogos entre os vários temas. As experiências individuais dos alunos são valorizadas e o debate é encorajado.

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

Given that this course aims at unveiling the nature and extent of the relationship between science, technology and society, thus stimulating students to engage in a critical reflection about their future professional practice and citizenship, we chose a set of topics we deem critical to this discussion. These topics are approached from a contemporary perspective but include a historical perspective that allows students a diachronic and dynamic perspective of the relations between science, technology and society. The topics are chosen taking into account their relevance, the need for covering a diversified range of areas, and the possibility to establish bridges and dialogues between the various themes. The individual experience of the students is valued and the debate is encouraged.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Cada sessão da UC tem 3 horas teóricopráticas, onde a exposição dos conteúdos do programa são assegurados pelo docente, apoiado em materiais didácticos complementares relevantes, nomeadamente iconografia diversa, extractos de obras científicas, técnicas e de literatura, em ambos os casos coevas da matéria leccionada na sessão, e filmes. A quarta hora da UC é de trabalho autónomo do aluno, baseado nos materiais que serão disponibilizados na página de CTS. Procura-se sempre estimular nos alunos uma leitura crítica e integrada destes materiais didácticos nos conteúdos do programa através dos quais serão directamente avaliados

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Each session lasts three-hours (theory and practice).The contents of the program are presented by the teacher and supported by slides, technical texts, literature, and films covering the topics outlined in the syllabus. The fourth hour of each session is for independent work to be developed by the student based on the CTS course site. Students are encouraged to have a critical posture concerning the topics of the program.

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

As metodologias de ensino visam sensibilizar os alunos para os tópicos da UC através de uma estratégia de envolvimento dos alunos na compreensão activa dos vários temas, usando elementos que lhes sejam familiares, nomeadamente filmes, jogos vídeo e peças de literatura. Uma vez estabilizados estes elementos, que permitem aos alunos o manuseamento de um conjunto de conceitos básicos, introduzem-se elementos novos que, assim, são acomodados no quadro já sedimentado. Finalmente, toda a estratégia de ensino visa estimular a análise crítica das relações contemporâneas entre ciência, tecnologia e sociedade.

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

The teaching method aims at involving students in the topics of the course promoting an active understanding of the various topics, by using familiar knowledge to them in particular movies, video games and books. Once these elements are stabilized, thus allowing students to handle a set of basic concepts, we introduce new elements that should be accommodated in the framework already settled. Finally, the whole teaching strategy aims to stimulate critical analysis of the relationship between science, technology and society.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Allhoff, F. et al (eds.), *Nanoethics: The Ethical and Social Implications of Nanotechnology*, Wiley, Hoboken, , 2007.
 Brodwin, P.E. (ed.), *Biotechnology and Culture: Bodies, Anxieties, Ethics*, Indiana University Press, Bloomington, 2000.
 Carson, R., *Silent Spring*, Boston, Houghton Mifflin Company, 1962.
 Castells, M., *Rise of The Network Society*, Londres, Blackwell Editors, 1996.
 Collins, H., Pinch, T., *The Golem at Large*, Cambridge, Cambridge University Press, 1998.
 Irwin, A., *Sociology and the Environment*, Polity Press, Cambridge, 2001.
 Jonas, H., *The Imperative of Responsibility: In Search of Ethics for the Technological Age*, University of Chicago Press, Chicago, 1984.
 Evetts, J., *Gender and Career in Science and Engineering*, Londres, Taylor and Francis, 1996.
 Malartre, E., Benford, G., *Beyond Human: Living with Robots and Cyborgs*, Nova Iorque, Forge Books/Macmillan, 2007.

Mapa III - Física de Polímeros / Polymer Physics**3.2.1. Unidade curricular:**

Física de Polímeros / Polymer Physics

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

Maria Teresa Varanda Cidade - TP:14h; PL:21h; OT:6h

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

João Paulo Miranda Ribeiro Borges - TP:14h; PL:21h; OT:6h

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

O objectivo principal desta unidade curricular é múltiplo, é por um lado a caracterização quantitativa das estruturas moleculares de materiais poliméricos, por outro a compreensão das relações entre a estrutura molecular e as propriedades macroscópicas destes materiais, e por fim o estudo das suas principais propriedades físicas e a descrição das suas principais aplicações. Procura-se desenvolver nos alunos a capacidade de aplicar os seus conhecimentos de Física Básica no estudo das principais teorias que descrevem o comportamento dos polímeros, e de aplicar os seus conhecimentos de Matemática na resolução de problemas concretos de aplicação dessas teorias. A realização de experiências laboratoriais simples e a informação sobre as técnicas modernas de processamento de polímeros são também objectivos a atingir.

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

The main objectives of this curricular unit are the quantitative characterization of macromolecular structures in polymers, the understanding of the relations between the molecular structure and the macroscopic properties, the study of the principal physical properties and the description of the main applications of polymeric materials. It is developed the capacity of the students to apply their knowledge of Fundamental Physics in the study of the main theories describing the physical behaviour of polymers, and their knowledge of Basic Mathematics in the resolution of problems posed by the application of those theories. Two other objectives are the familiarization with simple experimental techniques in Laboratory and with the main technological procedures carried in Industry.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Conformação e modelos estruturais das cadeias poliméricas. Estatística da cadeia ideal, distância entre extremos e sua distribuição estatística, raio de giração. Equação de estado de uma cadeia isolada. Cadeias poliméricas reais em soluções diluídas e em materiais maciços. Diluição: método para isolamento das cadeias. Viscosidade intrínseca. Efeitos do volume excluído. Bons e maus solventes. Entrelaçamentos. Conformação das cadeias nos sólidos e fundidos isotrópicos. Termodinâmica das soluções poliméricas. Teoria de Flory-Huggins. Soluções poliméricas diluídas. Misturas polímero-polímero. Percolação. Teoria da gelificação. Transição sol-gel. Vulcanização da borracha. Dinâmica das cadeias. Cadeia isolada, modelo de Rouse, correcção de Zimm. Aplicações, cadeias entrelaçadas, modelo da reptação.

3.2.5. Syllabus:

Conformation and structural models of polymer chains. Statistics of the freely jointed chain, end-to-end distance and its statistical distribution, gyration radius. Equation of state of a polymer chain. Real chains in dilute solutions and in the bulk. Dilution: method of chain isolation. Intrinsic viscosity. Effects of the excluded volume. Good and bad solvents. Entanglements. Conformation of chains in solids and isotropic liquids. Thermodynamics of polymer solutions. Flory-Huggins theory. Dilute polymer solutions. Polymer-polymer mixtures. Percolation. Theory of gelification. Sol-gel transition. Rubber vulcanization. Dynamics of polymer chains. Isolated chain, Rouse model, Zimm correction. Applications, entangled chains, reptation model.

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

Uma sólida formação de base na área dos polímeros é objectivo central desta unidade, e vem complementar a formação já adquirida na prévia unidade de Química dos Polímeros. As propriedades físicas são tão ou mais importantes que as propriedades químicas dos polímeros, e justificam inteiramente a presença desta unidade autónoma, numa área do conhecimento em que existem, nos países civilizados, mestrados e outros cursos universitários inteiramente a eles dedicados.

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

A solid basic formation in the area of polymer physics is the main objective of this unit, to complement the formation already received in the previous unit of Polymer Chemistry. The physical properties of polymers are at least as important as their chemical properties, and justify the existence of this curricular unit, in an area of knowledge where Master Courses exist, entirely devoted to polymers, in all developed countries.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino da unidade engloba três aspectos: uma formação teórica nas matérias do programa, que é o objectivo das aulas teóricas e teórico-práticas, trabalho experimental, de grupo, em Laboratório, e uma ou duas visitas guiadas a empresas industriais trabalhando com polímeros. Dá-se ênfase à compreensão das matérias. Nas aulas teórico-práticas incentiva-se a discussão em grupo dos problemas propostos, com a ajuda do professor.

É dada frequência aos alunos com aproveitamento nos Laboratórios e nas visitas de estudo, e são aprovados os que obtiverem frequência, e uma classificação positiva num exame final, ou , em alternativa, dois testes. A classificação final é uma média ponderada das classificações obtidas nas partes prática e teórica, com pesos de 25% e 75%, respectivamente.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching of this unit involves three aspects: a theoretical formation on the topics of the syllabus, which is the purpose of the theoretical classes, experimental work, in groups, in the Laboratory, and one or two guided visits to industrial factories working in the area of polymers. Emphasis is given to the understanding of the topics in the program of the unit. In the practical classes, the students are asked to discuss and solve the problems proposed, in groups, with the help of the teacher.

Frequency is given to those with positive results in their Lab. experiments, and showing an acceptable understanding of the objectives and proceedings of the factories they visit. To be approved, a student needs to obtain frequency, and a positive result in a final exam, or, as an alternative, in two tests. The final mark is the weighed average between the frequency mark (25%) and the tests average mark/exam mark (75%).

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

O ensino da unidade visa essencialmente a compreensão das bases teóricas do comportamento físico dos polímeros, e os problemas postos nas aulas teórico-práticas, juntamente com as frequentes perguntas e desafios lançados pelo professor nestas aulas, servem para consolidar esse objectivo. Fomenta-se, nestas últimas aulas, o desenvolvimento de um espírito crítico por parte dos alunos, e a discussão dos principais tópicos e ideias do programa da unidade. Pretende-se que os alunos acompanhem a exposição da matéria, e leiam textos e livros onde essa matéria venha desenvolvida e exemplificada, para além dos que constam na bibliografia principal aconselhada.

Nas aulas de Laboratório, apresentam-se experiências simples de técnicas de caracterização de polímeros, e a apresentação de técnicas de preparação de amostras e de processamento de produtos finais, exemplificativas, é o objectivo das visitas de estudo previstas. Os alunos terão oportunidade, noutras unidades curriculares posteriores dedicadas total ou parcialmente aos polímeros, de desenvolver técnicas mais avançadas, quer de caracterização quer de processamento, pretende-se aqui apenas introduzir algumas dessas técnicas, e motivar o aluno para o estudo teórico, ajudando a compreensão da relação existente entre a teoria e a prática industrial.

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

The teaching in this unit aims mainly at the understanding of the theoretical basis of the physical behaviour of polymers. The problems posed in the practical-theoretical classes, together with the frequent questions and challenges posed by the teacher in these classes, aim precisely at this objective. In these classes, the development of a critical mind is promoted in the students, and a constant discussion of the main ideas and concepts is pursued. It is desired that the students study on a weekly basis, and read texts and books where the program of the unit is presented, beyond the books quoted in the bibliographic list.

In the Laboratory classes, simple experiences are presented about some techniques of characterization of polymer samples. Some industrial methods and techniques of polymer preparation and processing are shown at the visits to factories. The students will have the opportunity, in later curricular units also devoted, partially or entirely, to polymers, to learn and develop more advanced techniques of characterization, processing and manufacturing; the purpose of this unit is just the introduction to some of these techniques, to motivate the student for a serious study of the theory, and to help the understanding of the relation between this theory and the industrial procedures.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

J.B.Ferreira, "Física dos Polímeros", FCT/UNL, 2004

P.J.Flory, "Principles of Polymer Chemistry", Cornell Univ. Press, 1978

R.J.Young, "Introduction to Polymers", Chapman and Hall, London, 1981

L. R. G. Treloar, "The Physics of Rubber Elasticity", Clarendon Press, Oxford, 1975

Mapa III - Materiais Cerâmicos e Vidros / Ceramic and Glass Materials

3.2.1. Unidade curricular:

Materiais Cerâmicos e Vidros / Ceramic and Glass Materials

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

Regina da Conceição Corredeira Monteiro - T:28h; PL:42h; OT:6h

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

n/a

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

Conhecer a estrutura de diferentes cristais cerâmicos (óxidos, nitretos e carbonetos com importantes aplicações tecnológicas) e a estrutura dos silicatos usados no fabrico de cerâmicos tradicionais. Conhecer a estrutura dos vidros e os princípios de formação de um vidro e as composições típicas dos principais tipos de vidros comerciais. Compreender a inter-relação entre estrutura-microestrutura-propriedades nos cerâmicos e vidros, determinar o efeito da temperatura nas transformações estruturais que ocorrem numa dada composição cerâmica. Correlacionar conhecimentos científicos, analisar dados com espírito crítico e relacionar os conhecimentos científicos de base com aplicações tecnológicas específicas.

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

To know the structure of different ceramic crystals and the structure of silicates used in the production of traditional ceramics. To know the structure of glasses and the principles for the glass formation. To know the typical compositions of the principal types of commercial glasses. To know important parameters related with the microstructure in ceramics and the interrelationship between structure-microstructure-properties relationships in ceramic and glasses. To assess the effect of temperature on the structural transformations, and the effect of structure and microstructure of a ceramic on the final properties. To assess the necessary conditions for the formation of a glass from ceramic oxides and the effect of composition on the final properties of a glass. To obtain the capacity of making correlations between scientific knowledge, to analyze data with critical sense and to relate basic scientific knowledge with specific applied technological applications.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Estrutura de cristais cerâmicos, estrutura de silicatos. Estrutura dos vidros (formação de um vidro, temperatura de transição vítrea; composições típicas de vidros de óxidos). Defeitos em cerâmicos; superfícies, interfaces e limites de grão. Equilíbrio de fases em sistemas cerâmicos (revisão de conceitos; diagramas de sistemas cerâmicos binários e ternários, seqüências de cristalização). Propriedades térmicas de cerâmicos e vidros. Isolantes térmicos. Comportamento mecânico de cerâmicos e vidros (propriedades elásticas; fractura frágil; tenacidade; efeito da microestrutura; reforço de cerâmicos; tensões térmicas e fractura; choque térmico; deformação a altas temperaturas). Propriedades eléctricas de cerâmicos e vidros (condutividade electrónica e iónica, isolantes eléctricos, comportamento dieléctrico, comportamento ferroeléctrico e piezoeléctrico). Propriedades ópticas dos vidros (absorção e transparência, reflexão e refração, reflectividade, bi-refringência, dispersão óptica).

3.2.5. Syllabus:

Ceramic crystalline structures; structure of silicates. Glass structure (glass formation; glass transition temperature; typical compositions of oxide glasses). Crystalline defects in ceramics; surfaces and grain boundaries. Phase equilibrium in ceramic systems (revision of concepts; phase diagrams of binary and ternary ceramic systems; crystallization sequence in equilibrium). Thermal properties of ceramics and glasses. Mechanical behavior of ceramics and glasses. Electrical properties of ceramics and glasses. Optical properties of glasses.

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

Nesta disciplina são apresentadas as bases científicas fundamentais sobre os materiais cerâmicos e vidros, tais como estrutura, composição e microestrutura destes materiais e a sua relação com as propriedades físicas, térmicas, mecânicas, eléctricas, dieléctricas e ópticas. Embora não tenha requisitos prévios, aconselham-se os alunos a frequentar a disciplina só depois de terem frequentado e tido aproveitamento nas disciplinas de Introdução à Ciência e Engenharia dos Materiais, Cristalquímica e Metalurgia Física e Metalografia.

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

Study of the structure-microstructure-properties relationships in ceramic and glass materials. Characterization of the crystalline structure of different ceramics. Surfaces, interfaces and grain boundaries in ceramic materials. Glass formation and glass structure. Relationship between structure and thermal, mechanical, electrical and optical properties of ceramics and glasses. It is advisable that the students attend this course only after attending and

obtaining a positive mark in the previous courses on Introduction to Materials Science and Engineering, Crystal chemistry and Physical Metallurgy and Metallography.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aula teórica de exposição com apresentação de ilustrações em power point. Apresentação de diversos casos de estudo e de aplicação prática. Aula prática com realização de problemas em que é fornecido previamente o enunciado. Esclarecimento da realização dos problemas.

Avaliação: 2 testes escritos, T1 e T2, complementados por uma componente de avaliação (A) relativa à frequência das aulas práticas e de laboratório, que é obrigatória. A componente laboratorial em (A) é também avaliada com base numa ficha a preencher individualmente após as aulas de laboratório. A nota final é calculada $N = 0.5T1 + 0.4T2 + 0.1A$.

Para dispensa à avaliação por exame escrito (E), o valor de N tem que ser igual ou superior a 9,5 em 20 valores, tendo obtido frequência e avaliação na componente prática (A).

Alunos não dispensados de exame, podem realizar um exame escrito (E), sobre toda a matéria. Para obter aprovação, a nota final ($N = 0.9 E + 0.1 A$) tem que ser igual ou superior a 9,5 em 20 valores.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical lecture with presentation of power points. Presentation of several cases of study and practical application. Practical class with realization of problems in which the statement is given previously. Clarification of the realization of the problems.

Evaluation:

2 written tests, T1 and T2, complemented by an assessment component (A) related to the frequency of practical and laboratory classes, which is mandatory.

The laboratory component in (A) is also evaluated based on a test completed individually after laboratory classes. The final grade is calculated $N = 0.5T1 + 0.4T2 + 0.1A$.

To dispense the written evaluation test (E), the N value has to be greater than or equal to 9.5 out of 20 and obtained in practice and evaluation frequency component (A). Students who are not exempt from examination may take a written examination (E) on all subjects. To obtain approval, the final mark ($N = 0.9 E + 0.1 A$) must be equal to or greater than 9.5 in 20 values.

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

As aulas teóricas e práticas contêm sempre que possível a ilustração de tópicos da matéria leccionada com animações ou filmes que permitam melhor compreender alguns dos tópicos leccionados. Esta estratégia visa ilustrar alguns dos assuntos apresentados, permitindo uma melhor compreensão dos fenómenos físicos/químicos apresentados. Serão usados meios informáticos e a informação existente na internet para fazer o estudo de casos. A metodologia de ensino adoptada compreende também uma forte componente de referência a assuntos de outras unidades curriculares (i) tanto enquanto assuntos de base para a compreensão dos assuntos tratados no âmbito desta unidade curricular, como é o caso de unidades curriculares que a precedem Introdução à Ciência e Engenharia de Materiais, Cristalografia e Metalurgia Física e Metalografia (ii) como relativamente a UC que se seguem (Tecnologias de Cerâmicas e Vidros e Cerâmicos Técnicos) onde alguns dos tópicos aqui apresentados serão desenvolvidos com diferentes perspectivas. Esta estratégia visa incutir nos alunos uma noção de continuidade de conhecimentos e uma percepção de transversalidade muito importante na área da Engenharia dos Materiais.

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

In theoretical and practical classes, animations and films will be used whenever possible, in order to allow a better demonstration of the presented topics. This strategy will be used to illustrate the different subjects, allowing a better understanding of the physical /chemical phenomena. Computing facilities and information available in internet will be used to some case studies. The teaching methodology involves a strong relationship with other subjects taught in other curricular units. (i) Basic subjects for the comprehension of the subjects dealt in the scope of this curricular unit, for example previous curricular units such as Introduction to Materials Science and Engineering, Crystal chemistry and Physical Metallurgy and Metallography. (ii) Subjects related with subsequent courses (Technologies of Ceramics and glasses and Advanced Ceramics), where some topics presented in this unit will be developed under different perspectives. By this way, it is aimed to give to the students an idea of the continuity of knowledge and transversal perspective that are intrinsic of the area of Materials Engineering.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

"Modern Ceramics Engineering, Properties, Processing and Use in Design", D. W. Richerson, 1992

"Physical Ceramics", Y-M Chiang, D. P. Birnie, W. D. Kingery, John Wiley & Sons, 1997

"Introduction to Phase Equilibria in Ceramics", Clifton G. Bergeron and Subhash H. Risbud. 1984

"Chemistry of Glasses", 2nd ed. A. Paul, Chapman and Hall, 1989

"Introduction to Ceramics", W. D. Kingery, Bowen, Uhlmann, Ed. John Wiley & Sons, 1976

"Glass Science", R. H. Doremus, John Wiley & Sons, 1973

Mapa III - Informática para Ciências e Engenharias E / Informatics for Science and Engineering E

3.2.1. Unidade curricular:

Informática para Ciências e Engenharias E / Informatics for Science and Engineering E

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

Paulo Orlando Reis Afonso Lopes - T:28h

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

Vítor Manuel Alves Duarte - PL:42h

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

Saber

*Os componentes fundamentais de um computador.
As ferramentas de um ambiente de desenvolvimento de software.
As construções essenciais de uma linguagem de programação imperativa.
Algumas noções fundamentais de bases de dados relacionais.
Alguns conceitos básicos relacionados com a World Wide Web.*

Saber Fazer

*Decompor um problema em problemas mais simples.
Conceber um algoritmo para resolver um problema simples.
Escrever um programa, utilizando correctamente as construções básicas de uma linguagem de programação imperativa.
Testar um programa num determinado ambiente de programação.
Formular uma interrogação muito simples em SQL.
Aceder a recursos disponíveis na rede dentro de um programa.*

Soft-Skills

*Capacidade de concretização.
Capacidade de gestão do tempo e cumprimento dos prazos.*

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

Knowledge

*The fundamental components of a computer.
The tools of a software development system.
The essential constructions of an imperative programming language.
Some fundamental notions of relational databases.
Some basic concepts involved in the World Wide Web.*

Application

*Decompose a problem into simpler problems.
Design an algorithm for solving a simple problem.
Write a program, making a correct use of the basic constructions of an imperative programming language.
Test a program in a given programming environment.
State a very simple SQL query.
Access resources available in the network inside a program.*

Soft-Skills

*Ability to do a programming project.
Skills in time management.*

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Introdução: Problemas, algoritmos, programas e computadores. Objectivos e componentes de um sistema computacional. Execução de programas. O interpretador.

Conceitos Fundamentais da Programação: Constantes, variáveis e expressões. Números e strings. Funções pré-definidas. Atribuição e sequência de instruções. Níveis de abstracção na resolução de um problema. Funções. Ficheiros com código fonte. Ciclo de vida de um programa. Tipos de erros. Testes unitários. Ciclos FOR. Vectores. Instrução IF. Operadores relacionais e lógicos. Matrizes. Gráficos. Ciclos WHILE. Sistema de ficheiros. Ficheiros em binário e em ASCII. Estruturas. Vectores de estruturas.

Redes e protocolos de comunicação. A WWW.

Introdução às bases de dados: modelo relacional, relações, algumas instruções básicas de SQL.

Simulação de modelos contínuos.

3.2.5. Syllabus:

Introduction: Problems, algorithms, programs, and computers. Goals and components of computer systems. Program execution. The interpreter.

Fundamental Concepts of Programming: Constants, variables and expressions. Numbers and strings. Predefined functions. Assignment statement and sequence of statements. Levels of abstraction in problem-solving. Functions. Source code files. Program life cycle. Kinds of error. Unit testing. FOR loops. Vectors. The IF statement. Relational and logical operators. Matrices. Graphics. WHILE loops. File systems. Binary and ASCII files. Structures. Vectors of structures.

Networks and communication protocols. The World Wide Web.

Introduction to databases: the relational model, relations, some basic SQL queries.

Simulation of continuous models.

3.2.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Existe uma correspondência evidente entre os conteúdos programáticos e os objetivos.

Os alunos aprendem a resolver um problema simples (decompondo-o, concebendo algoritmos simples, e implementando e testando funções) em todos os pontos dos conteúdos programáticos (e, em particular, nos dois primeiros).

Os componentes fundamentais de um computador e alguns conceitos básicos relacionados com a WWW são cobertos nos três primeiros pontos.

As noções básicas de bases de dados relacionais e as interrogações simples em SQL são cobertas no penúltimo ponto.

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

There is an evident correspondence between the syllabus and the curricular unit's objectives.

Students learn how to solve a simple problem (decomposing it, designing simple algorithms, and implementing and testing functions) from all syllabus topics (and, in particular, from the first two).

The fundamental components of a computer and some basic concepts involved in the WWW are covered in the first three topics.

The basic notions of relational databases and the simple SQL queries are covered in the penultimate topic.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Há duas horas de aulas teóricas e três horas de aulas práticas por semana.

As aulas teóricas são orientadas para a resolução de problemas. Começa-se com o enunciado de um problema muito concreto, que motiva a apresentação de um tópico dos sistemas de computadores, de um tipo de dados ou de uma construção da linguagem de programação, e termina-se com o código fonte completo de um programa que o resolve.

Nas aulas práticas, os alunos concebem, implementam e testam programas que resolvem problemas simples das áreas das Ciências e Engenharias.

A avaliação é composta por duas componentes: dois trabalhos de programação de grupo; e dois testes ou um exame final. Os testes e o exame são sem consulta.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

There are two hours of lectures and a lab session of three hours each week.

Lectures are problem-driven. They start with a concrete problem, which motivates the presentation of some computer systems topic, some data type or some programming language construct, and end with the complete source code of a program that solves it.

In the lab classes, students design, implement and test programs for solving simple problems in Science and Engineering fields.

Assessment comprises two components: two group programming projects; and two tests or a final exam. The tests and the exam are closed-book.

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

A resolução de problemas nas aulas teóricas tem duas vantagens. Primeiro, aumenta a motivação dos alunos para a aprendizagem dos tópicos que não fazem parte da linguagem de programação. Convém referir que a principal área de interesse dos alunos não é a Informática. Depois, permite-lhes acompanhar o desenvolvimento de programas completos, cuja dificuldade vai crescendo ao longo do semestre.

Nas aulas práticas e nos trabalhos práticos, os alunos resolvem problemas, consolidando os conceitos aprendidos

nas aulas teóricas. Para aumentar a motivação, os temas dos problemas são (quase todos) da área do curso dos alunos.

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

Solving problems in lectures has two advantages. First, students are much more motivated to learn topics outside the programming language. It is important to mention that students' main subject is not Computer Science. Then, students can follow the development of complete programs, whose difficulty increases throughout the semester.

In the lab sessions and in the mid-term programming projects, students solve programming problems, consolidating the concepts learned in lectures. To improve motivation, problems are (almost) all from the students main area.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Referência Principal:

Allen B. Downey. Physical Modeling in MATLAB (version 1.1.3). Versão PDF disponível em <http://greenteapress.com/matlab/>

Mapa III - Mecânica dos Materiais I / Mechanics of Materials I

3.2.1. Unidade curricular:

Mecânica dos Materiais I / Mechanics of Materials I

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

Alexandre José da Costa Velhinho - TP:28h; PL:42h; OT:6h

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

n/a

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

A unidade curricular pretende-se dotar os alunos com os conhecimentos teóricos e práticos necessários para caracterizar mecanicamente materiais – com particular ênfase nos materiais rígidos – cuja estrutura, processos de fabrico e transformação são objecto de outras unidades curriculares.

O aluno deverá adquirir autonomia suficiente para que, colocado perante um material:

- saiba como caracterizá-lo mecanicamente e interpretar os resultados obtidos, em função do tipo de material, dos mecanismos de deformação e/ou de fractura.

- possua capacidade para realizar ensaios de controlo das características mecânicas sobre o material recebido de fornecedores e sobre o material transformado, a enviar ao cliente;

- possa interpretar desvios das características requeridas, em função do tipo de material recebido e dos procedimentos de transformação utilizados;

- esteja capacitado para sugerir alterações de processos com vista à adequação às encomendas e à optimização de custos.

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

This curricular unit intends to give the student a set of theoretical and practical knowledge needed for the mechanical characterization of materials, whose structure and processing techniques are the subjects of other curricular units. In the end, the student should be able:

- to perform the mechanical characterization of a given material, correctly interpreting the results obtained;

- to correctly interpret the obtained results from the mechanical characterization of a given material;

- to evaluate the quality, from a mechanical behaviour's standpoint, of a material received from a supplier or a transformed material to dispatch to a customer;

- to correctly interpret any deviations in the mechanical properties of a material, in correlation with its nature and the processing methods used for its transformation;

- to suggest any changes in the processing methods, aimed at improving the product materials and optimizing costs.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Visão global do comportamento mecânico dos materiais.

Definições: tensão, extensão; valores nominais e reais; Estados de tensão e de extensão; Tensões normais e tangenciais; extensões normais e distorções; Tensores das tensões e das extensões.

Elementos da teoria da elasticidade: Lei de Hooke para estados uniaxiais; Lei de Hooke generalizada; Aplicação da lei de Hooke a casos específicos: materiais isotrópicos, cúbicos, isotrópicos transversais e ortótropos.

Plasticidade dos materiais: Mecanismos da deformação plástica; Influência da temperatura e da velocidade de extensão; superplasticidade;

Fractura: Mecanismos; Facies macro- e micrográficos; Mecânica da fractura; Projecto de peças resistentes à fractura;

Fadiga: Peças com e sem entalhes; Lei de Basquin; Lei de Paris; Lei de Goodman;

Fluência: Curvas características; Mecanismos de fluência, em função da temperatura e da tensão; Selecção de materiais resistentes à fluência.

3.2.5. Syllabus:

Overview of materials' mechanical behavior:

Definitions: stress, strain; engineering and true values; Stress and strain states; Normal and shear stresses; normal strains and distortions; Stress and strain tensors.

Elasticity theory: Hooke's law for uniaxial states; Generalized Hooke's law; Hooke's law for specific cases: isotropic, cubic, transverse isotropic and orthotropic materials.

Plasticity: Plastic deformation mechanisms: Dislocation glide and twinning; Temperature and strain rate effects: superplasticity;

Fracture: Mechanisms; Macro- and micrographic facies; Fracture mechanics; Fracture-resistant design;

Fatigue: Notched and unnotched parts; Basquin's law; Paris' law; Goodman's law;

Creep: Characteristic curves; Mechanisms as affected by temperature and stress level; Creep-resistant materials selection.

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

O programa fornece ao estudante uma abordagem fundamentada do comportamento mecânico dos materiais, quer em regime elástico linear, quer em regime elasto-plástico, com particular ênfase para o caso dos materiais rígidos (metais e cerâmicos), de modo a suportar os objectivos da unidade curricular, através da compreensão dos mecanismos na génese dos comportamentos exibidos, à luz das características microestruturais dos materiais.

Os tópicos apresentados conferem um suporte adequado ao desempenho dos estudantes durante a realização de trabalho laboratorial, incidindo particularmente na realização de ensaios mecânicos de tracção, compressão, flexão e dureza.

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

The syllabus offers the student a fundamental approach to the mechanical behaviour of materials, both in the elastic and the elasto-plastic deformation domains, with a special emphasis on rigid materials (metals and ceramics in order to support the main objectives of the curricular unit, through the understanding of the mechanisms governing the observed behaviours, explained in the light of the material's microstructural features.

The topics presented support the students on performing laboratorial work, in the form of tensile, compressive, bending and hardness tests.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Consideram-se dois tipos de aulas: teóricas e de laboratório. As aulas teóricas, serão ministradas com recurso a projectador multimédia, tendo os estudantes acesso a cópia do conteúdo projectado na página da disciplina, suportada na plataforma Moodle. Os trabalhos de laboratório serão realizados pelos próprios estudantes, sob orientação do docente e focam os diferentes tópicos do programa.

Avaliação: Testes (dois), exames, relatórios de aulas práticas. A nota final (NF) é obtida da seguinte forma:

- para a situação de avaliação contínua

$$NF = 0,30 * T1 + 0,30 * T2 + 0,40 * P,$$

- para o caso de aprovação em exame final

$$NF = 0,60 * NE + 0,40 * P,$$

em que

T1 e T2 são as notas dos testes (avaliação contínua)

P é a média das notas dos relatórios

NE é a nota do Exame Final.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Two types of lessons will be considered: Lectures and laboratory. Lectures will be given using PowerPoint slides, students having access to copies on the course page in the Moodle platform. The laboratory work will be performed by the students under the guidance of the teacher and focus on the different topics of the syllabus.

Evaluation:

Tests (two), exams, reports of practical classes. The final grade (NF) is obtained as follows:

- for the continuous evaluation situation

$$NF = 0.30 * T1 + 0.30 * T2 + 0.40 * P,$$

- In case of approval on final exam

$$NF = 0.60 * NE + 0.40 * P,$$

In which

T1 and T2 are the test scores (continuous assessment)

P is the average of the report notes

NE is the final exam grade.

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

O ensino tem um carácter teórico e experimental que permitirá aos alunos adquirir e aplicar os conhecimentos na determinação do comportamento mecânico de materiais rígidos. Nas aulas teóricas a matéria é exposta, o que permitirá a consolidação dos conhecimentos que posteriormente serão postos em prática nas aulas de laboratório. Desta forma, aulas teóricas e de laboratório complementam-se de forma a fornecer uma aprendizagem integrada. Os trabalhos de laboratório assumem um peso importante na avaliação da unidade curricular já que é através destes que os alunos adquirem competências em termos experimentais que lhes permitirão dominar as possibilidades de aplicação de diferentes materiais em componentes estruturais.

No decurso do semestre, proceder-se-á a um apelo constante a conhecimentos adquiridos anteriormente (Física I, Metalurgia Física e Metalografia), procurando ainda estabelecer as bases para assuntos relacionados a tratar em unidades curriculares posteriores (Mecânica dos Materiais II, Tecnologias de Enformação de Materiais Metálicos, Tratamentos Térmicos e Mecânicos, Compósitos – Materiais e Aplicações, Selecção de Materiais).

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

Teaching has theoretical and experimental components that will allow students to acquire and apply knowledge to determine the mechanical behaviour of rigid materials. In lectures, the subjects will be presented and explained, which will allow the consolidation of knowledge that will later be put into practice in labs. Thus, lectures and laboratory classes complement each other in order to provide an integrated learning. Lab works assume an important role in the evaluation of the curricular unit as it is through these that students acquire skills that will allow them to master the possible application of materials in the construction of structural components.

Throughout the semester, a constant demand will be placed on knowledge previously acquired (Physics I, Physical Metallurgy and Metallography), and special care will be taken in order to establish firm bridges to subsequent curricular units (Mechanics of Materials II, Metallic Materials Forming Technologies, Thermal Treatments and Mechanical Treatments, Composites – Materials and Applications, Materials Selection).

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

George E. Dieter, "Mechanical Metallurgy", McGraw-Hill-International Student Editions, 1982

M. F. Ashby & D. R. H. Jones, "Engineering Materials, An Introduction to their Properties and Applications", Int. Series on Mater. Sci. & Technol., vol. 34, Pergamon Press, 1980

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

3.2.1. Unidade curricular:

Propriedades Físicas dos Materiais / Physical Properties of Materials

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

Carlos Jorge Mariano Miranda Dias - T:21h; PL:21h; OT:6h

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

Maria do Carmo Henriques Lança - T:7h; PL:7h; OT:6h

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

Fornecer formação sobre as propriedades de transporte eléctrico, óptico e magnético dos materiais e a forma como a sua estrutura, composição e morfologia influenciam nas mesmas.

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

Give information on thermal, electrical, optical and magnetic properties of materials.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Propriedades térmicas. Revisão de noções de capacidade térmica e calor específico. Modelos de Einstein e de Debye. Processos de transferência de calor. Condutividade e expansão térmica.

Propriedades elétricas. Modelo do gás de eletrões. Estatística de Fermi e de Boltzmann. Efeitos termiônico, de campo e Schottky. Efeito de Hall. Efeitos termoeletricos. Teoria das Bandas. Zonas de Brillouin. Bandas em materiais orgânicos.

Propriedades ópticas. Adição e subtração de cor. Reflexão e refração. Birefringência. Efeito fotoelétrico. Fotocondutividade. Luminescência.

Propriedades dielétricas. Polarização interfacial, dipolar, iónica e eletrónica. Ferroelectricidade, piroelectricidade e piezoelectricidade.

Propriedades magnéticas. Diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo, antiferromagnetismo e ferrimagnetismo. Domínios ferromagnéticos. Histerese ferromagnética. Temperatura de Curie. Materiais magnéticos duros e macios. Supercondutividade.

3.2.5. Syllabus:

Specific heat. Thermal conductivity and thermal expansion. Thermoelectric effects. Band theory. Semiconductors: intrinsic and extrinsic. Indirect and direct band semiconductors. Photoconductivity. Optical properties in metals and semiconductors. Index of refraction. Birefringence. Photoelectric emission. Luminescence. Lasers. Dielectric properties. Interfacial orientational ionic and electrocnic polarizations. Ferroelectricity, pyroelectricity and piezoelectricity. Magnetic properties. Basic concepts. Dia-, para-, ferro-, antiferro- and ferri- magnetism. Hard and soft magnetic materials. Magnetic material for memory and information recording.

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

Estas matérias como se pode apreciar dão uma visão geral sobre as propriedades físicas dos materiais e em que medida é que estas dependem da estrutura atômica e molecular bem com da forma e superstrutura como estão agregados.

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

These subjects as one can appreciate give a general overview of the physical properties of materials as well as the way in which the atomic and molecular structure as well as the superstructure impacts the physical properties that we observe around us.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Actividades a desenvolver na aulas laboratoriais servem para consolidação das matérias leccionadas na componente teórica. A aprovação a esta unidade curricular pressupõe que o aluno adquira frequência à mesma:

FREQUÊNCIA: Para serem admitidos a exame é necessário ter frequentado as aulas práticas da disciplina. Sobre os trabalhos realizados são apresentados relatórios que são discutidos e classificados (nota NP>10).

APROVAÇÃO: A prova escrita é um exame (NE>10) cujo valor deverá ser maior ou igual a dez para serem aprovados.

NOTA FINAL: A classificação final será,

$$N=0.35NP+0.65NE$$

onde NE é a nota do exame.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The course includes theoretical-practical lessons and practical laboratory. The activities in laboratory classes serve to consolidate the teachings of the theoretical component. The approval of this course requires the student to be admitted to the examination:

ADMISSION to the examination: To be admitted to a final question paper, students should attend the practical classes whose mark is NP (above 10).

PASS:

A final question paper should be performed with marks above 10 to pass

The FINAL MARK is given by

$$N=0.35NP+0.65NE$$

where NE is the mark of the examination.

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

As aulas bem como a avaliação pretendem conciliar uma formação teórica de base com uma formação prática alargada a uma série de materiais e fenómenos que põem em evidência a matéria teórica exposta.

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

Classes as well as the evaluation process have the objective the giving first a theoretical which then is seen to work at a practical level using some conceptually simple experiments.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Principles of Electronic Materials and Devices, Safa Kasap, MacGraw-Hill

Understanding Solids: The Science of Materials, Richard J. D. Tilley, Wiley

Properties of Materials, Mary Anne White, Oxford University Press, 1999

Electronic Processes in Non-Crystalline semiconductors, Mott and Davis, Oxford Press, 10979

Electronic Materials, L.A.A. Warnes, MacMillan Pub, 990

Introduction to Solid State Physics, C. Kittel, Wiley, 1986,

Mapa III - Compósitos - Materiais e Aplicações / Composites - Materials and Applications

3.2.1. Unidade curricular:

Compósitos - Materiais e Aplicações / Composites - Materials and Applications

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

Alexandre José da Costa Velhinho - T:28h; PL:42h; OT:6h

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

n/a

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

1) Regras para um material ser "compósito". Classes de compósitos. Propriedades dos compósitos vs. famílias de materiais convencionais. Pontos "fortes" e "fracos" dos compósitos.

2) Conhecimento da anisotropia mecânica, e de como ela pode servir à construção de lâminas/laminados ortótropos. Nos compósitos não-laminares ("monolíticos"), ter conhecimento de como controlar "rigidez" e "resistência" direccionais, em função da natureza e forma do reforço.

3) Conhecer a influência dos "defeitos de fabrico" nas propriedades mecânicas, em particular na "resistência" e "tenacidade à fractura" de uma peça compósita, e de como compensar essa deficiência por modificação das "interfaces" -- sabendo como as reacções as alteram, e como podem ser protegidas.

4) Utilizar todos estes conceitos para uma nova metodologia de projecto em materiais estruturais de engenharia -- sabendo por regras de "selecção de materiais" se o compósito produzido é o melhor material para a função.

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

1) Rules for a material to be a "composite". Composite types, typical properties against those of conventional materials. Composite "strong" and "weak" points

2) Understanding how the mechanical anisotropy arises, and how it influences build-up of orthotropic laminates. To understand how to control stiffness and strength of monolythic composites as a function of the nature and shape of the reinforcement

3) Understanding the links between defects and mechanical properties, particularly upon strength and fracture toughness of a composite component, and how to correct such a defect by modifying its interface -- bearing in mind how they may change by local reactions, or to be protected from them

4) Gathering all the above concepts into a new design methodology involving engineering structural materials -- knowing in advance, by resorting to materials selection rules, whether the composite under assessment is to be the best material for the job.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Materiais Compósitos: promessas e desafios para a Ciência e a Engenharia de Materiais.

Processos de fabrico de materiais compósitos.

Reforços e matrizes.

Arquitecturas de fibras.

Deformação elástica de materiais compósitos: reforçados por fibras longas; laminados; reforçados por fibras curtas; reforçados por partículas.

A região interfacial.

Resistência mecânica e tenacidade de materiais compósitos

Comportamento térmico de materiais compósitos..

Projecto e concepção de componentes em material compósito.

Frentes de desenvolvimento de materiais compósitos: compósitos com gradiente funcional de propriedades; compósitos sintácticos; compósitos inteligentes.

Aplicações de materiais compósitos: aeronáutica e aeroespacial; transportes terrestres; construção naval; desporto e lazer; energia; biomateriais; outras aplicações.

3.2.5. Syllabus:

Composite Materials: promises and challenges in Materials Science and Engineering.

Fabrication processes.

Matrix and reinforcement materials.

Fibre architectures.

Elastic deformation of composite materials: continuous-fibre-reinforced; laminates; short-fibre-reinforced; particle-reinforced.

The interface region.

Strength and toughness of composite materials.

Thermal behaviour of composite materials.

Part design with composite materials.

Innovation examples: Functionally graded composites; Syntactic composites; SMART composites.

Applications: aeronautics and airspace; land transportation; ship building; sports and leisure; energy; biomaterials; other uses.

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

O programa cobre uma gama diversificada de materiais, tecnologias de fabrico e domínios de aplicação, de modo a suportar os objectivos da unidade curricular, através da compreensão de:

- diferentes papéis dos materiais constituintes do compósito;*
- importância da interface entre os constituintes, bem como da arquitectura espacial dos reforços;*
- constrangimentos impostos às tecnologias de fabricação;*
- necessidade de uma abordagem integrada do projecto de componentes em material compósito.*

Parte do tratamento durante a unidade curricular é referente a progressos recentes, assentando na experiência adquirida a partir da investigação científica desenvolvida internamente.

Os tópicos apresentados conferem um suporte adequado ao desempenho dos estudantes durante a realização de trabalho laboratorial, desde experiências simples de fabricação de compósitos até à caracterização estrutural e determinação do correspondente comportamento mecânico desses compósitos.

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

The syllabus covers a wide range of materials, fabrication technologies and application domains, in order to support the main objectives of the curricular unit, by providing the student with an understanding of:

- *the differing roles played by the constitutive materials;*
- *the significance of the interface between the constitutive materials, as well as the architecture assumed by the reinforcements;*
- *the constraints on fabrication technologies;*
- *how the above mentioned issues lead to an integrated approach in composite part design.*

Part of the treatment of the subject deals with recent advances in composite material development.

The topics presented support the students on performing laboratorial work, from simple composite fabrication experiments, to structural and mechanical characterization of composites.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Consideram-se dois tipos de aulas: teóricas / teórico-práticas e de laboratório. As aulas teóricas, bem como as teórico-práticas, serão ministradas com recurso a projector multimédia, tendo os estudantes acesso a cópia do conteúdo projectado na página da disciplina, suportada na plataforma Moodle. Será igualmente realizada a resolução de problemas, efectuado o estudo de casos, recorrendo à análise de artigos científicos. Os trabalhos de laboratório serão realizados pelos próprios estudantes, sob orientação do docente e focam os diferentes tópicos do programa.

O ensino poderá ser complementado por uma visita de estudo à unidade de produção de compósitos das OGMA, ou outra unidade equivalente, igualmente sujeita à apresentação de relatório.

A avaliação será constituída por 2 testes, complementados por um trabalho de grupo e por um trabalho individual.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Two types of lessons will be considered: Lectures (theory / practice) and laboratory. Lectures will be given using PowerPoint slides, students having access to copies on the course page in the Moodle platform. Problem solving sessions will take place, as well as different case study analysis, based on scientific articles. The laboratory work will be performed by the students under the guidance of the teacher and focus on the different topics of the syllabus. A visit to the composite production unit of OGMA, an aeronautical construction business, or other equivalent facility, may complement the unit.

Evaluation consists of two written tests, complemented by the execution and analysis of a collective assignment and an individual assignment.

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

O ensino tem um carácter teórico/prático e experimental que permitirá aos alunos adquirir e aplicar os conhecimentos no desenvolvimento de novos materiais celulares para as mais diversas aplicações. Nas aulas teórico/práticas a matéria é exposta e são estudados casos (análise de artigos científicos) e resolvidos problemas assentes em situações reais, o que permitirá a consolidação dos conhecimentos que posteriormente serão postos em prática nas aulas de laboratório. Desta forma, aulas teóricas/práticas e de laboratório complementam-se de forma a fornecer uma aprendizagem integrada. Os trabalhos de laboratório assumem um peso importante na avaliação da unidade curricular já que é através destes que os alunos adquirem competências em termos experimentais que lhes permitirão aplicar técnicas laboratoriais diversas no desenvolvimento de novos materiais compósitos.

No decurso do semestre, proceder-se-á a um apelo constante a conhecimentos adquiridos anteriormente, procurando ainda estabelecer as bases para assuntos relacionados a tratar noutras unidades curriculares.

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

Teaching has theoretical and experimental components that will allow students to acquire and apply knowledge in developing new cellular materials for a wide range of applications. In lectures, the subjects will be presented and explained, and case studies will be analyzed (scientific papers), as well as solving problems based on real situations, which will allow the consolidation of knowledge that will later be put into practice in labs. Thus, lectures and laboratory classes complement each other in order to provide an integrated learning. Lab works assume an important role in the evaluation of the curricular unit as it is through these that students acquire skills in experimental terms that allow them to implement different laboratory techniques in the development of new composite materials.

Throughout the semester, a constant demand will be placed on knowledge previously acquired, and special care will be taken in order to establish firm bridges to other curricular units.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Daniel Gay, Suong V. Hoa, "Composite Materials – Design and Applications", 2nd edition, ed. CRC Press, Boca Raton – London – New York (2007), 548 pp.

D. Hull, T.W. Clyne, "An Introduction to Composite Materials", 2nd edition, Cambridge Solid State Science series, ed. Cambridge Press University, Cambridge (1996), 326 pp.

T.W. Clyne, P.J. Withers, "An Introduction to Metal Matrix Composites", Cambridge Solid State Science series, ed. Cambridge University Press, Cambridge (1995) 510 pp.

B. Cantor, F.P.E. Dunne, I.C. Stone (Eds.) "Metal and Ceramic Matrix Composites", Science in Materials Science and Engineering series, ed. Institute of Physics, Bristol – Philadelphia (2004) 430 pp.

Valery V. Vasiliev, Evgeny V. Morozov, "Mechanics and Analysis of Composite Materials", ed. Elsevier, Amsterdam (2001) 430 pp.

Mapa III - Nanomateriais e Nanotecnologias / Nanomaterials and Nanotechnologies

3.2.1. Unidade curricular:

Nanomateriais e Nanotecnologias / Nanomaterials and Nanotechnologies

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

Rui Alberto Garção Barreira do Nascimento Igreja - T:14h; PL:8h

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

Hugo Manuel Brito Águas - T:14h; PL:10h

Rita Maria Mourão Salazar Branquinho - PL:10h

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

A UC. de Nanomateriais e Nanotecnologia tem como objectivo dar a conhecer aos alunos a influência das dimensões dos materiais nas suas propriedades e na construção de dispositivos e nano-sistemas. É pretendido desenvolver competências em nanociência e nanomateriais tendo em vista a potencial utilização da nanotecnologia em aplicações industriais. Para alcançar estes objectivos pretende-se introduzir um conjunto de conceitos tais como a manipulação de átomos e moléculas com vista à formação de novos dispositivos, síntese e manipulação de nano-objects para a construção de materiais nanoestruturados com novas propriedades e a nano-engenharia e montagem de nano-objects para a construção futura de nano-maquinas, tais como computadores, sensores, dispositivos mecânicos, médicos, etc. Este programa permite aos alunos a participação no desenvolvimento e estudo numa das áreas de maior crescimento da ciência e tecnologia da actualidade.

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

The Nanomaterials and Nanotechnology program goals focus on understanding the size dependent properties of materials, devices and nano-systems. It intends to improve the students' competence at all levels from the nano-science basics and nanomaterials to the industrial applications of nanotechnology. This includes the introduction of a variety of novel concepts e.g. manipulation of atoms and molecules to form novel products and nano-devices, the synthesis and consolidation of the nano-objects to construct nanostructured materials with novel properties or other larger objects with nanometer precision, as well as nano-engineering and assembly of nano-objects to build future nano-machines such as computers, sensors, mechanical or medical devices. This program will give the students the opportunity to participate in the development of and work in one of the fastest growing and most expanding areas of future science and technology.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

As aulas compreendem a maioria das técnicas de fabrico utilizadas em micro e nanotecnologias divididas segundo os tópicos seguintes: Introdução à Nanotecnologia – demonstrações. Conceitos físicos na nanofabricação. Nanotecnologia e Fotónica. Nano-bio motores. Nanotubos e nanofios de carbono. A química dos nanomateriais de carbono. Aplicações de nanotubos e flurenos. Nanoelectrónica. Nanosensores. Nanoactuadores/ Nanomanipuladores. Fabrico e síntese de nanomateriais. Técnicas de fabrico – mecânicas. Técnicas de nano caracterização.

3.2.5. Syllabus:

The lectures will cover basic fabrication technologies and applications of micro- and nanotechnologies following the topics: Introduction to Nanotechnology – demonstrations. Physics of nanofabrications. Nanotechnology and photonics. Nano-bio motors. Carbon Nanotubes and Nanowires. Chemistry of Carbon nano-materials. Applications of Nanotubes and fullerenes. Nanoelectronics. Nanosensors. Nanoactuators / Nanomanipulators. Fabrication and synthesis of nanomaterials. Fabrication techniques – mechanical. Nano-characterization techniques. Scanning probe methods.

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

O programa da UC começa com uma introdução à Nanotecnologia, dando a conhecer aos alunos os conceitos mais importantes. Em seguida, a UC torna-se mais específica sendo analisados em maior detalhe os vários processos de micro e nano fabricação com vista ao fabrico de novos nano-dispositivos. São também estudadas as propriedades dos materiais à nanoescala.

Esta é uma UC interdisciplinar na sua essência tocando várias ciências e tecnologias onde se procura dar forte ênfase

à inovação, mostrando o estado da arte do que se faz actualmente neste campo. Esta componente de ensino tem uma componente laboratorial muito importante permitindo aos alunos uma ligação estreita com a investigação científica realizada nesta nova e promissora área da ciência.

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

The discipline program begins with an introduction to nanotechnology, presenting students with the most important concepts. Then the subject becomes more specific and discussed in more detail the various processes of micro and nano fabrication for the manufacture of new nano-devices. We also study the properties of materials at the nanoscale. This is an interdisciplinary course in essence, crossing different sciences and technologies and seeking to give a strong emphasis on innovation, showing the state of the art of what is done today in this field. This unit has an important lab component allowing students to have close links with the scientific research carried out in this new and very promise area of science.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC é constituída por aulas teórico-práticas e aulas práticas de laboratório, onde se pretende que o aluno tome contacto com as várias técnicas de síntese de nanomateriais e micro e nanofabricação de dispositivos. Devido à multidisciplinaridade desta unidade, são convidados investigadores para leccionarem seminários no âmbito dos conteúdos programáticos. Uma grande parte das aulas práticas é ministrada nos laboratórios de micro e nanotecnologias, que compreendem uma sala limpa de 200 m2 com todas as condições para micro e nanofabrico de dispositivos onde os alunos terão a oportunidade de acompanhar os processos de fabrico de micro e nanodispositivos desenvolvidos pelo grupo de investigação. A avaliação da UC será efectuada com base na média ponderada do conjunto monografia e trabalhos práticos e teste final.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The course consists of theoretical-practical classes and laboratory practice, where you want the students experience with various techniques for synthesis of nanomaterials and micro and nanofabrication of devices. Due to the multidisplinary of this course, invited speakers will give seminars in some of the topics described above. Part of the laboratory classes will be given at the Microelectronic Laboratory, comprising 200 m2 of cleanroom area with all the facilities for microand nanofabrication research. In the lab the students will take the opportunity to see the fabrication of some micro and nano devices that are currently being developed inside the research group. The course evaluation will be performed by a monograph and by reports of the students (in groups) reporting the work performed in the laboratory. The final score is calculated based on the weighted average of the whole monograph and practical work and final exam.

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

A metodologia de ensino e avaliação está de acordo com os objectives propostos, no sentido em que permite aos alunos adquirirem conhecimentos a nível teórico e prático. Para além disso o método de avaliação promove o desenvolvimento de competências práticas numa das áreas da ciência e tecnologia em maior crescimento permitindo um contacto dos estudantes com a investigação científica e tecnológica.

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

The methodology of teaching and assessment is consistent with the proposed objectives, in that it enables students to acquire knowledge of the theoretical and practical level. In addition the method of evaluation promotes the development of practical skills in a high growth area of science and technology allowing a close contact between students and the research group.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Apontamentos das aulas.

Bibliografia recomendada:

Bharat Bhushan, Handbook of Nanotechnology, Springer 2007.

M. Madou, Fundamentals of Microfabrication – The science of miniaturization, CRC Press, 2002

C. P. Poole, F.J. Owens, Introduction to Nanotechnology, Wiley, 2003.

M. Kohler, W. Fritzsche, Nanotechnology, Wiley, 2004.

Mapa III - Técnicas de Instrumentação / Instrumentation Techniques

3.2.1. Unidade curricular:

Técnicas de Instrumentação / Instrumentation Techniques

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

Rui Alberto Garção Barreira do Nascimento Igreja - PL:21; OT:6h

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

Guilherme António Rodrigues Lavareda - PL:21; OT:6h
Rodrigo Ferrão de Paiva Martins - T:28h; OT:6h

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

A UC de Instrumentação pretende dar formação em análise de circuitos e uma visão global sobre os diferentes instrumentos utilizados para medir grandezas, em que a base fundamental consiste em se transformar o sinal a medir num sinal eléctrico. Neste sentido, é imprescindível que os alunos saibam analisar circuitos eléctricos passivos e activos, em regime estacionário e transiente. Para além disso, é importante que os alunos conheçam a simbologia eléctrica e de desenho de circuitos que se utiliza.

Em termos de medidores, é importante que os alunos saibam como funcionam os medidores analógicos e digitais e o que os distingue, para além de saberem que tipos de transdutores de sinal existem e como interactivam com a grandeza a medir.

Finalmente pretende-se dar uma visão dos sistemas de medida e da sua necessidade, no campo vasto da Engenharia de Controlo e Teste.

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

The discipline of Instrumentation intends to develop knowledge in circuit analysis and a overview about the different instruments used to measure quantities whose process is based in transforming the signal associated to a given quantity into an electrical signal. In this sense, it is essential that students know how to analyze passive and active electrical circuits, in steady state and transient conditions, respectively. In addition, it is important that students know the symbols to be used.

In terms of meters, it is important that students know how the digital and analog gauges and what distinguishes them. In addition, the students should know what kind of signal transducers exist and how they interact with the quantities to be measured.

Finally it is intended to provide an overview of the measurement systems and their necessity in the vast field of Control Engineering and Testing.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Carga, corrente, voltagem e potência. Lei de Ohm. Leis de Kirchhoff. Divisor de tensão e de corrente. Instrumentos em DC. Sobreposição. Teoremas de Thévenin e Norton. Pontes em DC. Transistores bipolares em DC. Amplificadores Operacionais. Condensadores e Indutores. Circuitos diferenciadores e Integradores. Circuito RLC. Funções sinusoidais. Domínio do tempo e da frequência. Impedância. Análise de circuitos em AC. Instrumentos em AC. Rectificadores. Pontes AC. Potência em AC. Transdutores.

3.2.5. Syllabus:

Charge, current, voltage and power. Ohm's Law. Kirchhoff laws. Voltage and current divider. DC measuring instruments. Superposition. Thevenin and Norton theorems. DC bridges. Bipolar transistors (BJT) in DC. Operational amplifiers. Capacitors and inductors. Circuits for differentiators and integrators. RLC circuit. Sinusoidal functions. Time domain and frequency domain. Impedance. Circuit analysis in AC. AC measuring instruments. Rectifiers. AC bridges. AC power. Transducers.

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

O conteúdo programático apresentado cobre aspetos relacionados com a análise de circuitos e uma visão global sobre os diferentes instrumentos utilizados para medir grandezas, em que a base fundamental consiste em se transformar o sinal a medir num sinal eléctrico. Neste sentido, é imprescindível que os alunos saibam analisar circuitos eléctricos passivos e ativos, em regime estacionário e transiente. Para além disso, é importante que os alunos conheçam a simbologia eléctrica e de desenho de circuitos que se utiliza.

Em termos de medidores, estuda-se o seu modo de funcionamento na forma analógica e digital e o que os distingue, para além de saberem que tipos de transdutores de sinal existem e como interactivam com a grandeza a medir.

Finalmente pretende-se dar uma visão dos sistemas de medida e da sua necessidade, no campo vasto da Engenharia de Controlo e Teste.

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

The syllabus presented covers aspects relating to the analysis of electric circuits and an overview about the different instruments used to measure greatness, in which the fundamental basis is to transform the signal to be measured in an electrical signal. In this sense, it is imperative that students know how to analyze electric passive and active circuits in steady and transient regime. In addition, it is important that students meet the electrical symbols and circuit design that uses.

In terms of meters, it is studied their mode of operation in the form analogic and digital and what distinguishes them, in addition to knowing what types of signal transducers exist and how involved with greatness to be measured.

Finally it is intended to give an overview of the measurement systems and their necessity in the vast field of control Engineering and testing.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com recurso a quadro e datashow. Utilização dos meios informáticos disponíveis na FCT (moodle) para e-learning.

Aulas laboratoriais (dadas no laboratório de Instrumentação). Aulas de problemas.

Discussão da aplicabilidade da UC na vida prática.

Aulas tutoriais sobre a matéria leccionada em sala de aula que é valorizada nas componentes teórica de testes a 50% pelos alunos que os efectuem, de forma positiva.

Métodos de Aprovação

Frequência - É obtida pela realização dos trabalhos de laboratório e sua discussão com média final superior a 9,5 valores.

- Opção de avaliação contínua (realização de 2 testes):

Para dispensa de exame final é necessário ter média aritmética dos testes realizados superior a 9,5 valores.

- Opção de um exame final. A nota de exame terá de ser superior a 9,5 valores.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Lectures using black board and datashow. Use of computerized procedures available in the FCT (moodle) for e-learning.

Laboratory classes (given in the Instrumentation lab).. Classes of problems.

Discussion of the applicability of discipline in practical life

School tutorials on the subject taught in the classroom that is prized in the theoretical components of 50% by students that the carry out them, in a positive way.

Evaluation

Frequency - Execution of all lab works, elaboration of all reports and final discussion. The course frequency is obtained through an average classification of 9.5.

- Option 1 - Continuous evaluation (2 tests):

Each test must be accomplished with average classification no less than 9.5.

- Option 2- Final examination. The classification should be no less than 9.5.

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

As aulas teóricas darão o conhecimento básico necessário para a resolução dos exercícios feitos nas aulas práticas.

Ambas,

permitirão aos alunos a execução dos trabalhos experimentais em laboratório.

Os trabalhos experimentais incluem o projecto e a montagem de voltímetros e amperímetros multiescala analógicos, montagem e utilização de potenciômetros e pontes de medida DC/AC e ainda a manipulação de osciloscópios.

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

Theoretical classes will give the background knowledge necessary to perform the exercises made in the practical classes.

Both, theoretical and exercise classes will permit students to perform the experimental work in the Lab.

The Lab. experiments include multiscale analog voltmeter and ammeter design and assembling, potentiometer and DC/AC

measuring bridge assembling and usage and oscilloscope manipulation.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

- Folhas de sumários alargados organizados por Rodrigo martins e respectiva bibliografia apensa

- Fundamentals of Electric Circuits, Charles K. Alexander, Matthew Sadiku, MacGraw-Hill, 2004

- The Art of Electronics, Paul Horowitz, Winfield Hill, Cambridge University Press 2001

- Electronic Instruments and Measurements, Larry Jones, Foster Chin, Prentice-Hall.

Mapa III - Materiais Semicondutores / Semiconductor Materials

3.2.1. Unidade curricular:

Materiais Semicondutores / Semiconductor Materials

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

Carlos Jorge Mariano Miranda Dias - T:21h;TP:10.5h;OT:6h

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

Manuel João Dias Mendes - TP:21h;OT:6h

Paulo José Vítorino Duarte das Neves - TP:10.5h;OT:6h

Rodrigo Ferrão de Paiva Martins - T:7h;OT:6h

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

No final do semestre os alunos devem ter apreendido os seguintes conceitos sobre materiais e dispositivos semicondutores:

- conhecer os diferentes materiais semicondutores e como manipular as suas propriedades;
- conhecer o funcionamento dos diferentes dispositivos abordados principalmente junções semicondutoras e transístores;
- saber caracterizar os materiais e dispositivos;
- ter capacidade de relacionar propriedades de materiais e sua aplicação em diferentes dispositivos da electrónica
- ter capacidade de realizar trabalho autónomo;
- ter desenvolvido pensamento crítico sobre os temas abordados.

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

At the end of the semester students must have acquired the following skills and knowhow about materials and semiconductor devices:

- to know the different semiconductor materials and how to handle their properties;
- to know the operation of different devices lectured, mainly semiconductor junctions and transistors;
- to know how to characterize the materials and devices;
- have the ability to relate properties of materials and their application in different electronic devices-have ability to perform autonomous work;
- have developed critical thinking about the topics discussed.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Introdução: definição e caracterização dos diferentes tipos de semicondutores de estrutura cristalina, policristalina, amorfa e nanocristalina. Propriedades de transporte e comportamento físico dos semicondutores. Características funcionais que determinam a forma de fabrico e a sua aplicabilidade em dispositivos semicondutores. As equações de transporte e as técnicas de caracterização das propriedades destes materiais. Aplicações dos materiais semicondutores em dispositivos activos: junção (homo e hetero) diodo e junção Schottky – processamento, funcionalidade e aplicações de dispositivos de estrutura cristalina, amorfa e nanocristalina. Electronic of organic and nature materials.

3.2.5. Syllabus:

Introduction: Definition and characterization of the different types of semiconductors (crystalline polycrystalline; amorphous; nanocrystalline). Transport properties and physics behaviour of the different types of semiconductors. The transport equation and the characterization techniques used to determine the semiconductor properties. Semiconductor devices based on pn, Schottky and heterojunctions: functionality and applications. Electronic of organic and nature materials.

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

O conteúdo programático está estruturado de modo a que os alunos adquiram os conhecimentos básicos relativos às propriedades dos semicondutores (físicas, eléctricas, ópticas, e de transporte). Partindo desse conhecimentos avançam para o funcionamento da junção diodo, junção de dois materiais um tipo-p e outro tipo-n. De seguida é dado o funcionamento da junção metal/óxido/semicondutor, funcionamento da junção metal-semicondutor. Os alunos concluem o estudo com uma introdução à electrónica dos materiais orgânicos e naturais.

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

The curriculum is structured so that students acquire basic knowledge on the properties of semiconductors (physical, electrical, optical, and transport). Based on this knowledge to advance the functioning of the junction diode, a junction of two p-type materials and other n-type. Next is given the operation of the metal / oxide / semiconductor junction, the of metal-semiconductor junction, and other type of heterojunctions. The electronic of organic and nature materials are also topic focused and conclude the students" study.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas é feita uma abordagem dos conceitos teóricos necessários para se entender os princípios físicos de funcionamento dos materiais semicondutores e dos dispositivos realizados com esses semicondutores. Os conceitos teóricos são depois aplicados na prática através da resolução de problemas e também de trabalhos práticos de laboratório onde são usadas as técnicas de caracterização eletrónica dos dispositivos abordados nas aulas (junção pn, transistor pnp e MOSFET).

As aulas teóricas são dadas com powerpoint e recurso ao quadro para explicar dúvidas colocadas pelos alunos ou detalhes importantes.

Avaliação:

Nota da parte escrita NE: 2 testes (T1 e T2) ou exame.

Nota prática de laboratório incl. discussão: NL. 3 relatórios (75%) e discussão (25%)

*Nota final= (2*NE+NL)/3*

Restrições e outras informações:

Nota escrita maior que 8.5

Nota prática maior que 9.5

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

In the theoretical lectures are analyzed the concepts needed to understand the physical principles of operation of semiconductor materials and devices made with these semiconductors. The theoretical concepts are then applied in practice by solving problems and also in laboratories that consists in the the determination of the electronic parameters of the main devices studied (pn junction, pnp transistor, MOSFET transistor)

The theoretical classes are given with power point and blackboard for explaining some important aspects or just doubts asked by the students.

Evaluation:

Written note NE: 2 tests (T1 and T2) or exam.

Practical laboratory note incl. Discussion: NL. 3 reports (75%) and discussion (25%)

*Final grade = (2 * NE + NL) / 3*

Restrictions and other information:

Written note greater than 8.5

Practical score greater than 9.5

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

O conteúdo programático está estruturado de modo a que os alunos adquiram os conhecimentos básicos relativos às propriedades dos semicondutores (físicas, eléctricas, ópticas, e de transporte). Partindo desse conhecimentos avançam para o funcionamento da junção diodo, junção de dois materiais um tipo-p e outro tipo-n. Depois disso podem avançar para o funcionamento do transistor bipolar (duas junções diodo; pnp): De seguida é dado o funcionamento da junção metal/óxido/semicondutor cujo funcionamento é essencial para entender o funcionamento do transistor MOSFET. Segue-se o funcionamento da junção metal-semicondutor, cujo funcionamento é essencial para se entender o funcionamento do MESFET. Após estes conhecimentos pode avançar-se para o funcionamento de memórias e nanodispositivos.

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

The curriculum is structured so that students acquire basic knowledge on the properties of semiconductors (physical, electrical, optical, and transport). After this knowledge is possible to give the working principle of a pn diode junction, the functioning of the junction. After the students can advance to the functioning of the bipolar transistor (two diode junctions; pnp or npn): Next is given the operation of metal / oxide / semiconductor structure whose physical working principle is essential to understand the operation of the MOSFET transistor. Follows the operation of metal-semiconductor junction, whose operation is necessary to understand the functioning of the MESFET. After acquire the previous knowledge is possible to understand the working principle of memories and nanodevices.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Materiais semicondutores: Sumários alargados de Rodrigo Martins e Isabel Ferreira

Guiões dos trabalhos práticos de laboratório e séries de problemas fornecidos pelos Assistentes.

Introduction to Semiconductors Materials and Devices, M. S. Tyagi; Editor: John Wiley & Sons, 1991.

Microelectronic Devices, Edward S. Yang, McGraw Hill, N.Y., 1988.- Semiconductor Devices, J. Singh, McGraw-Hill, 1994.

Solid State Physics, S. Omar, Cambridge Students, U.K. 1978.

Electronic Processes in Non-Crystalline Materials, N.F. Mott and E.A. Davis, Clarendon Press, Oxford, 1978.

Elements of Solid State Physics, M. N. Rudden and J. Wilson, ed. John Wiley & Sons Ltd, 1993.

Physics of Semiconductor devices, Michael Shur, ed. Prentice Hall, Londres, 1990.

Mapa III - Téc. de Caract. e Ensaio não Destrutivos/Techniques of Characterization and Non-destructive Testing

3.2.1. Unidade curricular:

Téc. de Caract. e Ensaio não Destrutivos/Techniques of Characterization and Non-destructive Testing

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

Carlos Jorge Mariano Miranda Dias - T:28h; PL:35h; OT:6h

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

João Pedro Botelho Veiga - PL:17.5 h; OT:6h

Rui Jorge Cordeiro Silva - PL:17.5h; OT:6h

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

Esta unidade curricular tem por objectivo fornecer aos alunos formação sobre a funcionalidade e a aplicação de técnicas de caracterização onde se realçam as técnicas de: Microscopia Óptica, Microscopia Electrónica, Espectroscopia do Infravermelho e UV e Elipsometria.

Conhecer a funcionalidade de técnicas de ensaios não destrutivos de materiais, onde se realçam os ensaios radiológicos, os ultrasónicos, a Magnetoscopia, as correntes de Foucault, os líquidos penetrantes.

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

This unit has the objective of giving a theoretical and practical training in various techniques for materials characterization such as optical and electron microscopy, Infrared and UV absorption spectroscopy and ellipsometry. To get acquainted with techniques of non-destructive testing with emphasis in radiological, ultrasonic, penetrant flaw detection and magnetoscopy.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

MICROSCOPIA ÓPTICA: Definição da resolução e ampliação. Aberrações. Sistemas de iluminação. Componentes ópticos. Microscopia por fluorescência.

MICROSCOPIA ELECTRÓNICA: Feixe de electrões acelerado versus feixe de luz. Microscópios electrónicos: TEM, SEM e STEM.

Detectores de electrões e de radiação X (espectrómetros EDS e WDS). Métodos de contraste de imagem em SEM: contraste topográfico e de número atómico. Análise elementar em SEM-EDS/WDS.

ESPECTROSCOPIAS ÓPTICAS: Espectroscopia de infravermelho (FTIR); de UV-Visível-Infravermelho próximo; elipsometria espectroscópica.

DRX: A lei de Bragg. Cálculo factores de estrutura. Espectrómetro de dispersão em comprimentos de onda. A espectrometria de fluorescência de raios X.

ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS: Métodos radiológicos. Produção e registo de raios X.

Métodos ultrasónicos. Ondas numa interface. Sondas transversais e longitudinais. Modos de varrimento.

Magnetoscopia. Líquidos penetrantes.

3.2.5. Syllabus:**OPTICAL MICROSCOPY**

Amplification and Resolution. Aberrations, Illumination systems. Optical components. Fluorescence microscopy.

ELECTRON MICROSCOPY

Electron Beam versus Light. Main types of electron microscopes TEM, SEM and STEM. Electron detectors. X-ray detectors. Contrast methods used in SEM. Topographic contrast. Elementary analysis in SEM-EDS/WDS

OPTICAL SPECTROSCOPY

Infrared and UV spectroscopies. Ellipsometry.

DRX

Bragg Law. Computation of structure factors. Wavelength dispersion spectrometer. X-ray fluorescence spectrometry.

NON-DESTRUCTIVE TESTING

Radiological methods. Production and recording of x-rays.

Ultrasonic methods. Waves at interfaces. Transversal and longitudinal probes. Scanning modes.

Magnetoscopy. Penetrant flaw detection.

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

Estas matérias como se pode apreciar dão uma visão geral sobre as várias técnicas de caracterização de materiais. São também leccionadas técnicas de ensaios não destrutivos de grande aplicabilidade na indústria.

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

These subjects as one can appreciate give an overview of the various techniques for the characterization of materials. Techniques of non-destructive testing of great applicability are also instructed.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

É obrigatória a presença dos alunos nas aulas práticas, de forma a obterem frequência na unidade curricular (inclui a apresentação dos relatórios das aulas práticas).

A avaliação da unidade curricular decorre da apreciação dos relatórios dos trabalhos práticos a executar e da sua discussão em cada módulo.

Cada módulo intervém com uma ponderação na nota final que tem em conta o tempo usado para o ministrar.

A avaliação contínua obriga à realização de 2 testes e à presença nas aulas laboratoriais.

A nota final é obtida ponderando a nota de cada módulo de acordo com o respectivo número de semanas de leccionação.

É necessária a nota mínima de 10 valores para se obter aprovação.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

It is compulsory the attendance of the practical lessons. The students produce reports which are discussed and marked.

For the final mark, the mark obtained in each module has a weighting correlated to the time that was used for its lectures.

For the continuous evaluation is compulsory of two tests and the presence in the practicals.

The final mark is computed weighting the mark of each module according to the weeks taken for its lectures.

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

As aulas bem como a avaliação pretendem conciliar uma formação teórica de base com uma formação prática alargada a uma série de materiais e fenómenos que põem em evidência a matéria teórica exposta.

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

Classes as well as the evaluation process have the objective the giving first a theoretical which then is seen to work at a practical level using some conceptually simple experiments.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Microscopia Óptica, Rui Silva, cópia da apresentação realizada pelo docente nas aulas teóricas.

Microstructural Characterization of Materials, David D. Brandon, Wayne D. Kaplan, Wiley-VCHI

"Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis", J. I. Godstein et al, second edition, Plenum Press, New York (1992).

"Microscopia Electrónica de Varrimento - Textos de apoio", Rui Silva, FCT-UNL, 2006.

Ensaaios não destrutivos, F. P. Almeida, J. Barata e P. Barros, ISQ Edições Técnicas

Non Destructive Testing, R. Halmshaw, 2nd edition, Edward Arnold

Elements of X-ray Diffraction, B.D. Cullity, 1978

Modern Powder Diffraction, edt. D. Bish & J. Post, Min. Soc. Amer., 1989

Mapa III - Programa de Introdução à Prática Profissional em Engenharia de Materiais

3.2.1. Unidade curricular:

Programa de Introdução à Prática Profissional em Engenharia de Materiais

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

Maria Teresa Varanda Cidade - OT:7h

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

n/a

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

Pretende-se que o PIPP tenha uma oferta de pequenos estágios em empresas, para estudantes que tipicamente estarão a meio de uma formação superior de 5 anos. Trata-se efetivamente de pequenos estágios, com uma duração mínima de 80 horas, ainda que normalmente o estágio decorra durante 4 ou 5 semanas a tempo inteiro, nos meses de janeiro/fevereiro ou no mês de julho.

O objetivo é que o estudante tenha um primeiro contacto com o ambiente empresarial próximo da área do seu curso, mesmo que seja a desenvolver simples tarefas de apoio, que se habitue a respeitar horários na empresa, a receber ordens e a executar as respetivas tarefas. As tarefas a desempenhar pelo estudante são definidas pela empresa, não havendo custos para a empresa decorrentes da participação dos estudantes nestas atividades.

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

It is intended that PIPP have a small business internship offer for students who typically will be in the midst of 5-year college education. These are effectively small internships with a minimum duration of 80 hours, although the internship normally takes 4 to 5 weeks full time in the months of January / February or July.

The objective is for the student to have a first contact with the business environment close to the area of his / her course, even if he / she is to develop simple support tasks, to respect schedules in the company, to receive orders and to execute their tasks. The tasks to be performed by the student are defined by the company, and there are no costs to the company resulting from the students' participation in these activities.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Não existem conteúdos programáticos dado tratar-se de um estágio curto em empresa.

3.2.5. Syllabus:

There is no programmatic content since it is a short internship in a company.

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

Não existem conteúdos programáticos dado tratar-se de um estágio curto em empresa. O estudante durante o estágio realiza pequenas tarefas que lhe são solicitadas e que interessam à empresa. Pode tratar-se de medidas de caracterização de materiais mas também de preparação/introdução de/em bases de dados por exemplo.

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

There is no programmatic content since it is a short internship in a company. The student during the internship performs small tasks that are requested and of interest to the company. These can be characterization of materials but also preparation / introduction of / into databases for examp

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Não aplicável.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Not applicable.

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

Não aplicável.

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

Not applicable.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Não aplicável./Not applicable.

Mapa III - Programa de Introdução à Investigação Científica em Engenharia de Materiais

3.2.1. Unidade curricular:

Programa de Introdução à Investigação Científica em Engenharia de Materiais

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

Maria Teresa Varanda Cidade - OT:7h

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

n/a

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

Através da realização destes estágio, o estudante terá contacto directo com as investigação científica ao ser integrado num projecto de investigação em curso. O aluno irá adquirir conhecimentos e terá contacto com técnicas específicas da área do projecto em que realiza o seu estágio. E irá também adquirir aptidões de apresentação e explicação de resultados científicos, e competências transversais de trabalho em grupo, de comunicação escrita e oral, e aprendizagem em autonomia.

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

Through UROPs, the student will have contact with scientific research environment and gain knowledge of how research projects work. The student will develop skills in presenting and explaining research results, and transferable skills of working in teams, oral and written communication, and independent learning. Depending on the specific project chosen by the student, (s)he will acquire specific knowledge on the subject area and, possibly, also some specific technical skills in the project area.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Os conteúdos programáticos específicos dependem do projeto concreto escolhido pelo estudante no programa.

3.2.5. Syllabus:

The concrete syllabus depends on the specific project chosen by the student in the program.

3.2.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*Não aplicável.***3.2.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***Not applicable.***3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***A existência de uma oferta atualizada de participação em projetos de investigação científica permitirá de facto, aos estudantes interessados em seguir este programa, a participação em atividades de investigação.**Sendo esta oferta sempre, necessariamente, integrada em projetos de investigação em curso na faculdade, sob a coordenação de docentes ou investigadores, projetos esses que envolvem equipas de investigação, é oferecida ao estudante a oportunidade de trabalho em equipa. Do contacto com a equipa de investigação, que durante o período intercalar (entre o final da época de exames e o início do semestre seguinte) será praticamente diário, resulta necessariamente um contacto e conhecimento das práticas de investigação da equipa. Se o trabalho exigir conhecimentos e/ou aptidões específicas essas terão que ser adquiridas pelo estudante, em autonomia, embora com orientação do docente orientador.**As técnicas de comunicação são exigidas, e testadas, para a avaliação final.***3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):***The existence of an up-to-date list of UROP offers allows interested students to participate in real research activities carried out by academic staff of the Faculty.**Given that the offer must be integrated in ongoing research projects, carried out by teams of researchers, it is guaranteed that the student will work in a team, and necessarily given the opportunity to develop skills of teamwork.**From the contact with the research team, which during the intercalary period (between the end of exams and the beginning of the next semester) will be daily or close to daily, the student will get to know scientific research practices of the project. If the work plan requires specific knowledge and technical skills, these are to be acquired by the student in independent learning, with supervision.**The communication skills are required, and assessed, in the final evaluation.***3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Não aplicável.***3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***Not applicable.***3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:***Como os estudantes vão ser integrados em trabalhos de investigação muito diversos, pelo que os materiais de ensino são diferentes, adequando-se em concreto à temática e área específica de cada estágio.***Mapa III - Materiais para a Conversão e Conservação de Energia/Materials for Energy Conversion and Conservation****3.2.1. Unidade curricular:***Materiais para a Conversão e Conservação de Energia/Materials for Energy Conversion and Conservation***3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Hugo Manuel Brito Águas - T:18h;PL: 42h;OT:6h***3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Manuel João Dias Mendes - PL:42h; OT:6h**Rodrigo Ferrão de Paiva Martins - T: 10h***3.2.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Pretende-se com esta unidade curricular dar formação aos alunos sobre os materiais actualmente utilizados na conversão de energia nomeadamente: energia solar em energia eléctrica: energia solar em energia térmica; energia térmica em energia eléctrica; materiais utilizados na poupança de energia eléctrica (materiais inteligentes); materiais utilizados no armazenamento de energia incluindo, pilhas, baterias e pilhas de combustível; entre outros.**É fundamental que os alunos adquiram conhecimentos sobre o funcionamento de células solares, inorgânicas, orgânicas, dye sensitized; sobre materiais utilizados na conversão térmica em elétrica; e sobre materiais utilizados em células de combustível e materiais e dispositivos utilizados na poupança de energia. Tenham aprendido a fazer os dispositivos e as técnicas de caracterização dos mesmos.***3.2.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**

It is intended with this curricular unit to train students about the materials currently used in the conversion of energy namely electricity: solar power: solar energy into thermal energy; thermal energy into electrical energy; materials used in electric energy saving (smart materials); materials used in energy storage including, batteries and fuel cells; among others.

It is crucial that students acquire knowledge on the functioning of inorganic, organic and dye sensitized solar cells; about materials used in electrical thermal conversion; and on materials used in fuel cells; and materials and devices used in energy-saving. They should know how to make the devices and how to characterize them.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à problemática energética actual; materiais e sistemas utilizados na conversão de energia solar em energia eléctrica:- funcionamento de uma célula solar, processos de fabrico, materiais que podem ser utilizados; materiais e sistemas utilizados na conversão de energia solar em energia térmica; materiais e sistemas para a conversão de energia térmica em energia eléctrica através do efeito termoeléctrico; materiais utilizados na poupança de energia; materiais utilizados no armazenamento de energia; problemas ecológicos; pilhas de combustível.

Caracterização eléctrica de células solares; Caracterização óptica de células solares; Projecto de uma célula solar de Si amorfo; projecto de um sistema fotovoltaico; Caracterização de um dispositivo termoeléctrico e/ou pilha de combustível.

3.2.5. Syllabus:

Introduction to current energy issues; materials and systems used in the conversion of solar energy into electricity: operation of a solar cell manufacturing processes, materials that can be used; materials and systems used in the conversion of solar energy into thermal energy; materials and systems for converting thermal energy into electrical energy through the thermoelectric effect; materials used in energy saving; materials used in energy storage; ecological problems; fuel cells. Electrical characterization of solar cells; Optical characterization of solar cells; Project of an amorphous Si solar cell; photovoltaic system project; Characterization of a thermoelectric device and/or fuel cell.

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

O programa da UC começa com as noções teóricas sobre o funcionamento de células solares inorgânicas (células de silício cristalino, de silício amorfo, de compostos II-VI e III-V), as orgânicas e as dye sensitized. Em aula de problemas e de laboratório é ensinado aos alunos como determinar os parâmetros característicos de uma célula nas condições padrão e em condições reais de funcionamento, bem como obter experimentalmente a curva IV. A resposta espectral é também determinada. Para além disso aprendem ainda a produzir os diferentes tipos de células. Na última parte da UC aprendem os conceitos teóricos e como caracterizar: os dispositivos termoeléctricos, as células de combustível, e materiais eletrocromicos.

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

The program of the discipline starts with theoretical notions about the working principle of inorganic solar cells (crystalline silicon, amorphous silicon, compounds II-VI and III-V), the organic and the dye sensitized. In class and lab is taught students how to determine the characteristic parameters of a cell in standard conditions and in real conditions of operation as well as obtain experimentally the IV curve. The spectral response is also determined. In addition they learn how to produce different types of cells. In the last part of the course the students learn how to characterize: thermoelectric devices, fuel cells, and electrochromic materials.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC tem duas horas de aulas teóricas semanais e 3 horas de aulas teórico-práticas e práticas de laboratório. Nas aulas teóricas a matéria é exposta em sala de aula, com a ajuda de "powerpoint" quando necessário. Nas aulas de teórico-práticas são resolvidos exercícios em sala de aula sobre a matéria leccionada nas aulas teóricas. Nas aulas de laboratório são realizados trabalhos relacionados com a matéria teórico-prática.

Para a avaliação da unidade curricular são realizados dois testes que permitem a dispensa de exame desde que a nota média seja positiva; a frequência à unidade curricular é obtida através da realização de todos os trabalhos de laboratório e nota positiva em todos os relatórios; a Nota final tem em conta (50%) da nota média dos testes ou nota do exame e (50%) da nota dos relatórios dos trabalhos de laboratório.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The discipline has two hours of theoretical lessons a week and 3 hours of theoretical-practical lessons and laboratories.

A PowerPoint presentation is used for theoretical classes being the matter exposed in a class room.

The resolution of exercises is done during the theoretical-practical lessons in class room about the matter given during the theoretical classes.

Laboratorial classes are related to the experiences demonstration of the concepts already given both in theoretical and problem sessions

The evaluation is obtained through two tests for the students that obtained frequency by being assisting at labs and presenting the respective reports.

The final note is obtained by: 50% of the reports note+50%of the examination note or test"s average note if both are positive (9.5 over 20).

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

Os conceitos fundamentais leccionados nas aulas teóricas são aplicados em exercícios nas aulas práticas e consolidados nos trabalhos de laboratório. Deste modo os alunos ficam com conhecimentos globais sobre o modo de funcionamento, de produção e caracterização de células solares fotovoltaicas (inorgânicas e orgânicas) de dispositivos termoelétricos e ainda células de combustível. As aulas de laboratório incluem: a caracterização IV e resposta espectral de uma célula solar, a produção de células orgânicas, Si amorfo e células sensibilizadas com corante, dimensionamento de um sistema fotovoltaico, caracterização de termoelétricos e células de combustível; produção e caracterização de um dispositivo eletrocromico.

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

The fundamental concepts taught in lectures are applied in exercises and consolidated on laboratory work. In this way the students get global knowledge about the mode of operation, production and characterization of photovoltaic solar cells (organic and inorganic), of thermoelectric devices and fuel cells. The lab classes include: the characterization of the IV and spectral response of a solar cell, production of amorphous, organic and dye sensitized solar cells, sizing of a PV plant, characterization of thermoelectric and fuel cell devices; production and characterization of an electrochromic device.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Thin film solar cells-next generation photovoltaics and applications, ed. Y. Hamakava, Springer, 2004;

Practical Handbook of Photovoltaics – Fundamentals and applications, ed. T. Markvark & L. Castner; Elsevier,2003;

Solar cells and their applications, ed. L. D. Partain; John Wiley & Sons, Inc., 1995

Fuel Cells and their applications; ed. K. Kordesh & G. Simader; VCH Publishers, 1996;

Electrochemical Power sources, primary and secondary batteries, ed. M. Barak, Peter Peregrinus Ltd, 1980

Handbook of batteries and fuel cells, ed David Linden, McGraw-Hill Book Company, 1984

Acetatos da UC

Mapa III - Mecânica dos Materiais II / Mechanics of Materials II**3.2.1. Unidade curricular:**

Mecânica dos Materiais II / Mechanics of Materials II

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

Maria Teresa Varanda Cidade - TP:14h; PL:21h; OT:3h

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

João Paulo Miranda Ribeiro Borges - TP:14h; PL:21h; OT:3h

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

A Mecânica de Materiais II, tem por objectivo o estudo do comportamento mecânico de algumas importantes classes de materiais que não foram consideradas na primeira unidade, de Mecânica de Materiais I, fundamentalmente fluidos e materiais poliméricos. O estudo dos fluidos é iniciado na unidade de Física I, mas a um nível muito elementar, procura-se aqui dar ao aluno uma perspectiva mais abrangente do seu comportamento mecânico. Quanto aos materiais poliméricos, desenvolvem-se os conhecimentos já adquiridos em unidades anteriores, para estudar dois fenómenos de enorme importância prática, muito importantes nas aplicações destes materiais, que são a elasticidade e a viscoelasticidade.

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

Mechanics of Materials II objective is the study of the mechanical behavior of some important classes of materials not considered in the first unit, Mechanics of Materials I – these are essentially the fluids and the polymeric materials. The study of fluids is initiated in the unit of Physics I, at a very elementary level, and here we aim at giving the student a wider view about their mechanical behaviour. As to the polymers, the knowledge already acquired in previous units is applied and developed, in the study of two phenomena of the utmost practical importance, as is the case with elasticity and viscoelasticity.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Capítulo 1. Conceitos básicos de Análise tensorial.

Capítulo 2. Estado de tensão num corpo.

Capítulo 3. Tensores da Deformação e da Taxa de deformação. Vorticidade.

Capítulo 4. Princípios gerais: conservação da massa, do momento linear, do momento angular e da energia, segunda lei da Termodinâmica.

Cap. 5. Equações constitutivas da Elasticidade.

Cap. 6. Comportamento mecânico de polímeros e de compósitos de matriz polimérica.

Cap. 7. Viscoelasticidade: modelos viscoelásticos, curvas mestras, princípio de sobreposição tempo-temperatura, equação WLF.

3.2.5. Syllabus:

Chapter 1. Basic concepts of tensor analysis.

Chapter 2. State of tension in a body.

Chapter 3. Tensors of deformation and deformation rate. Vorticity.

Chapter 4. General principles: conservation of mass, linear momentum, angular momentum and energy, second law of thermodynamics.

Sec. 5. Constitutive equations of elasticity.

Chap. 6. Mechanical behavior of polymers and polymer matrix composites.

Chapter 7. Viscoelasticity: Viscoelastic models, master curves, principle of time-temperature superposition, WLF equation.

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

Esta é, no Mestrado, a segunda unidade curricular dedicada ao estudo da Mecânica de Materiais, principalmente dos materiais poliméricos, que exibem um comportamento mecânico muito diferente dos exibidos pelos materiais tradicionais, não poliméricos. A crescente importância dos polímeros em quase todos os ramos da Indústria é bem conhecido, e dificilmente pode ser subestimada. Hoje em dia, nenhum Mestre ou Engenheiro de Materiais pode prescindir do conhecimento das propriedades mecânicas gerais dos polímeros, algumas das quais, como a alta elasticidade, não linear, e a viscoelasticidade, não estão presentes em nenhuma outra classe de materiais, nem são estudadas em qualquer outra unidade do Curso. São essas propriedades notáveis e exclusivas dos polímeros que aqui se estudam, nesta unidade, a par de algumas leis gerais, de Física Geral, aplicadas a materiais concretos.

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

This is the second curricular unit in this study programme, devoted to the study of Mechanics of Materials, mainly of polymeric materials, that display a mechanical behaviour much different from the one displayed by traditional, non polymeric materials. The growing, overwhelming importance of polymers in almost all branches of Industry is well known today, and can hardly be underestimated. Nowadays, no Master or Engineer in Materials can ignore the general mechanical properties of polymers, some of them are not displayed by any other class of materials, as is the case with the high, non linear, elasticity and the viscoelasticity, which are not studied elsewhere in the programme. These remarkable and exclusive properties of polymers are studied here, along with some general laws of Physics, applied to individual materials.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, aulas práticas de problemas e aulas práticas de laboratório. Nas teóricas, é exposta a matéria do programa, com enfoque na compreensão dos diferentes tópicos abordados. As aulas de problemas destinam-se à prática de técnicas matemáticas utilizadas em Mecânica de Materiais, e servem de auxílio à compreensão dos fenómenos físicos envolvidos no escoamento de fluidos, sobretudo não newtonianos, na elasticidade de materiais elastómeros e na viscoelasticidade de polímeros. No Laboratório, prevê-se a realização de experiências mecânicas simples com elastómeros, materiais viscoelásticos e filmes e membranas. Na avaliação, exige-se uma participação positiva nos Laboratórios, necessária para a obtenção de frequência na unidade, bem como um resultado positivo no exame final. Em alternativa a este exame, realizam-se dois ou três testes escritos, ao longo do semestre. A parte prática dá um contributo de 25%, e a parte teórica de 75%, para a nota final na unidade.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theoretical classes, practical classes, problem-solving sessions and laboratory sessions. In the theoretical classes, the program of the unit is presented, focusing the understanding of the topics treated. In the practical classes, problems are solved, envisaging the practice with mathematical techniques, and also the understanding of physical laws and phenomena related to the flow of fluids, non linear elasticity exhibited by elastomers and viscoelasticity of polymers. In the Lab., simple experiences are carried, with elastomers, viscoelastic materials, films and membranes. The evaluation has two parts, a practical one based on the work done by the student in the Lab., and a theoretical one based on the program presented in the other two types of classes. The latter is materialized in a final exam or, as an alternative, two or three tests. The final mark is the weighted average of these two parts, their weights being 25% and 75%, respectively.

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

O ensino da unidade visa essencialmente a compreensão das bases teóricas do comportamento mecânico dos materiais que não satisfazem as propriedades típicas e usuais dos materiais tradicionais, entre os quais avultam os polímeros. Os problemas postos nas aulas práticas, juntamente com as frequentes perguntas e desafios lançados pelo professor nestas aulas, servem para consolidar esse objectivo. Fomenta-se, nestas últimas aulas, o desenvolvimento de um espírito crítico por parte dos alunos, e a discussão dos principais tópicos e ideias do programa da unidade. Pretende-se que os alunos acompanhem a exposição da matéria, e leiam textos onde essa matéria venha desenvolvida e exemplificada, para além dos que constam na bibliografia principal aconselhada. Nas aulas de Laboratório, apresentam-se experiências simples com ensaios mecânicos em polímeros, nomeadamente os elastómeros.

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

The teaching in this unit aims essentially at the understanding by the student of the theoretical bases of the mechanical behaviour of some materials, which do not display the usual properties of the traditional materials, and the polymers are the most important of them. The problems presented in the practical classes, along with the frequent questions and challenges posed by the professor, contribute to achieve this goal. In these classes, it is promoted the development of a critical mind by the students, and the discussion of the main ideas and laws present in the program of the unit. It is encouraged a continual study of the topics in the program, and the consultation of texts and books where these topics are treated, aside from those listed in the bibliography. In the Laboratory, simple experiences are carried, with mechanical tests on polymers, namely elastomers.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

W. Lai, David Rubin, Erhard Krempf, "Introduction to Continuum Mechanics", Butterworth Weinemann for Elsevier, USA, 1999.

I.M.Ward, J.Sweeney, "An introduction to the Mechanical Properties of Solid Materials", John Wiley and Sons Ltd, 2004.~

R. C. Arridge, "Mechanics of Polymers", Clarendon Press, Oxford, 1975

N.Phan-Thien, "Understanding Viscoelasticity", Springer-Verlag, Berlin, 2002

Mapa III - Microelectrónica I / Microelectronics I**3.2.1. Unidade curricular:**

Microelectrónica I / Microelectronics I

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

Elvira Maria Correia Fortunato - TP:28h

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

Carlos Alberto Nunes de Carvalho - PL:56h;OT:6h

Guilherme António Rodrigues Lavareda - PL:56h;OT:6h

Joana Maria Doria Vaz Pinto Morais Sarmiento -PL:56h;OT:6h

Luís Miguel Nunes Pereira - PL:56h;OT:6h

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

- Saber executar o fabrico de um dispositivo.

- Aplicar diferentes técnicas de caracterização aos diferentes tipos de materiais utilizados em microelectrónica.

- Caracterizar os dispositivos produzidos.

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

- Practical knowledge of how to produce an electronic device.

- Application of different characterization techniques to different microelectronics materials.

- Characterization of the produced devices.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

1- Perspectiva sobre os processos de microelectrónica.

2- Litografia.

3- Crescimento de monocristais.

4- *Oxidação térmica.*

5- *Difusão térmica.*

6- *Implantação iónica.*

7- *Deposição de filmes finos.*

8- *Contactos, interligações e encapsulamento.*

9- *MEMS.*

3.2.5. Syllabus:

1- *Overview of the most used microelectronics fabrication processes.*

2- *Lithography.*

3- *Mono-crystal growth.*

4- *Thermal oxidation.*

5- *Thermal diffusion.*

6- *Ionic implantation.*

7- *Thin-film deposition.*

8- *Contacts, interconnections and encapsulation.*

9- *MEMS.*

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

Todos os capítulos do programa estão relacionados com primeiro ponto dos objectivos.

Os capítulos 3, 4, 5, 6, 7 e 8 permitem atingir o segundo ponto dos objectivos.

Os capítulos 4, 5, 6, 7 satisfazem o terceiro ponto dos objectivos.

Todos os capítulos em conjunto com os trabalhos de laboratório estão directamente relacionados com o quarto ponto dos objectivos.

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

All chapters of syllabus are related to the 1st objective.

Chapters 3, 4, 5, 6, 7 and 8 allow attaining the 2nd objective.

Chapters 4, 5, 6, 7 fit the 3th objective.

All chapters' theory and the practical laboratory works are directly related to the 4th objective.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC é organizada em uma componente teórica de 2 horas semanais e uma componente prática de 4 horas semanais. A componente prática inclui a resolução de exercícios de aplicação e a execução de 5 trabalhos laboratoriais (TPs) consecutivos, conducentes ao fabrico de um díodo de junção pn.

O conjunto destes trabalhos dará origem a um relatório único ao qual, após discussão, será atribuída uma classificação.

As aulas práticas necessitam de uma duração de 4 horas, uma vez que os processos térmicos evoluem em função do tempo. A execução das etapas de litografia, sendo efectuadas sequencialmente, também necessitam de uma duração longa.

Avaliação:

Testes:Parte teórica-50%;Parte prática-50%

Dispensa de Exame: Nota de teste não inferior a 8 (7,5);Média testes não inferior a 10 (9,5).

Frequência: Nota = ou > 10 valores no relatório final.

Nota Final: 50% média dos Testes + 50% nota TPs ou 50% nota de Exame* + 50% nota TPs*

() - Se for inferior a 9,5 valores então a NF não entra em conta com TPs.*

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The course is organized in one theoretical (2 hours per week) and one practical (4 hours per week) component.

The practical component includes the resolution of practical exercises and the execution of 5 laboratory consecutive sessions, leading to the complete production of a pn junction diode.

All lab sessions will give rise to a unique report to which, after discussion, a classification will be attributed. Practical classes need 4 hour duration due to thermal processes. Also, lithography steps, being done sequentially, need a long duration.

Evaluation:

Tests: Theoretical part-50%; Practical part-50%

Exam Exemption: Test score not less than 8 (7.5); Average test not less than 10 (9.5).

Frequency: Note = or > 10 values in the final report.

*Final Grade: 50% of Tests * + 50% of TPs or 50% of Exam * + 50% of TPs*

() - If it is less than 9,5 values then the NF does not take into account with TPs*

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

As aulas teóricas darão o conhecimento básico necessário para a resolução dos exercícios feitos nas aulas práticas. Ambas, permitirão aos alunos a execução dos trabalhos experimentais em laboratório.

Esta unidade curricular, sendo essencialmente tecnológica, valoriza muito a componente prática laboratorial.

Os 5 trabalhos experimentais, conduzem ao fabrico de um diodo de junção pn, sendo:

TP#1-Oxidação térmica húmida de silício;

TP#2-Difusão térmica de fósforo;

TP#3-Re-oxidação/penetração;

TP#4-Deposição de Al por evaporação térmica;

TP#5-Recozimento dos contactos e caracterização eléctrica dos díodos.

Essa valorização está expressa na carga horária de aulas praticas bem como no peso que a componente laboratorial tem na classificação final.

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

Theoretical classes will give the background knowledge necessary to perform the exercises made in the practical classes. Both, theoretical and exercise classes will permit students to perform the experimental work in the Lab.

This curricular unit, being essentially technological, highlights its laboratory component.

The 5 experimental works, permitting to fabricate a pn junction diode, are:

TP#1-Thermal wet oxidation of a p-type silicon wafer. Lithography.

TP#2-Thermal diffusion of phosphorus in a p-type silicon wafer.

TP#3-Re-oxidation/drive-in. Lithography.

TP#4-Al thin-film deposition by thermal evaporation. Lithography.

TP#5-Contact annealing and diode electrical characterization.

The importance of the practical component is expressed through the long practical class duration, as well as by the weight that this component has in the final classification.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

- R. Jaeger "Introduction to Microelectronic Fabrication", Addison Wesley Publishing Company (1993)

- Elementos fornecidos nas aulas.

Mapa III - Tecnologias de Cerâmicos e Vidros / Ceramic and Glass

3.2.1. Unidade curricular:

Tecnologias de Cerâmicos e Vidros / Ceramic and Glass

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

Maria Margarida Rolim Augusto Lima - TP:28h; PL:42h; OT:6h

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

n/a

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

Conhecer os aspectos relevantes relacionados com a tecnologia de pós, etapas principais da produção de cerâmicos, com especial ênfase dos diferentes tipos de cerâmicos tradicionais. Conhecer as principais etapas do fabrico de vidro. Conseguir fazer a caracterização granulométrica de um pó por diferentes métodos, processar um cerâmico desde a etapa de conformação até à sinterização, com a correspondente caracterização a nível de porosidade e microestrutura. Conseguir formular a composição de um vidro e avaliar as condições de fusão e de recozimento. Correlacionar e analisar dados com espírito crítico. Estruturar e elaborar documentação técnico/científica relativa a actividades desempenhadas e realizar a sua apresentação escrita e oral de forma eficaz.

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

To know the relevant aspects related with powder technology, and related with the production of ceramics, particularly of traditional ceramics. To know the main steps of glass production. To learn the different methodologies for powder characterization, and for ceramic processing since the forming step up to the sintering process, and to know the methodologies for the characterization of ceramics in terms of porosity and density and microstructure. To know how to formulate the compositions of a glass, and to evaluate the conditions for melting and annealing of the glass. To obtain the capacity of making correlations between scientific knowledge, to analyze data with critical sense and to relate basic scientific knowledge with specific applied technological applications

3.2.5. Conteúdos programáticos:

1- Preparação e caracterização dos materiais cerâmicos. Minerais e rochas industriais. Extracção mineral e processamento de pós. Caracterização de pós. 2- Tecnologia vidreira. Composições e fornadas. Fusão e conformação. Recozimento. Reciclagem de vidros 3-Tecnologia cerâmica. Preparação de pastas e grânulos. Processos de conformação. Secagem. Cozedura e sinterização. Vidrados e acabamentos. 4- Tecnologia cimenteira. Produção de cimento. Propriedades de cimentos e betões. 5- Reciclagem de resíduos sólidos por tecnologia cerâmica.

3.2.5. Syllabus:

1-Powder technology- Powder processing and characterization. 2-Glass technology – Batch formulation and glass production. Raw materials; typical compositions for commercial glasses. Kilns for glass industry (pot furnace and tank furnace). Glass melting. Glass fining. Glass forming methods. Thermal treatment of glass (annealing and tempering). 3-Ceramic technology – Preparation of ceramic compositions; powder consolidation and sintering. Raw materials, composition of ceramic formulations. Powder forming processes: Pressing; Slip casting; Plastic methods. Drying. Sintering. Microstructural development through sintering: grain growth; influence of the grain size on the ceramics properties. Kilns and furnaces. 4- Cement Technology. Production of cements. Properties of cements and concretes 5- Recycling of inorganic solid wastes by ceramic technology.

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

Nesta UC são dados a conhecer os processos tecnológicos de produção de materiais cerâmicos e vidros. É feita a caracterização das matérias-primas, particularmente as utilizadas na produção industrial de cerâmicos tradicionais e de vidros comerciais. São identificados, descritos e classificados os métodos de fabrico de cerâmicos e vidros. É feita uma análise das principais questões ambientais relacionadas com o processamento de cerâmicos e vidros, bem como de cimentos e betões. São dados ainda conhecimentos sobre a aplicação das tecnologias de cerâmicos e vidros na reciclagem de resíduos sólidos. Embora não tenha requisitos prévios, aconselham-se os alunos a frequentar a UC só depois de terem frequentado e tido aproveitamento na UC de Materiais Cerâmicos e Vidros.

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

In this course the topics are related with the technological processes for production of ceramics and glasses. The characterization of the raw materials, with particular emphasis on those used in the industrial production of traditional ceramics and commercial glasses will be studied. Several methods used in the processing of ceramics and glasses will be identified, classified and specified. Several environmental issues related with ceramics and glasses production will be analyzed, together with the case for cement and concrete production. Topics on the application of ceramic technology to the recycling of inorganic solid wastes will be studied. It is advisable that the students attend this course only after attending and obtaining a positive mark in the previous courses on Ceramic and Glass Materials.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas práticas são dadas em laboratório, utilizando as facilidades do Laboratório de Cerâmicos e Vidros do DCM. - Serão realizadas visitas de estudo a unidades industriais de cerâmica e vidro Frequência- obtida pela realização dos trabalhos de laboratório e sua discussão oral e ainda pela realização de um trabalho monográfico individual escrito. Ao conjunto destes trabalhos é atribuída uma classificação.

Frequência - Obtida pela realização dos trabalhos de laboratório.

Método de avaliação- Pela realização de 2 testes (T1 e T2) ou por exame final.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Practical classes will be carried out in the laboratory, using the facilities existing in the Lab of Ceramics and Glasses at DMS. -Study visits to ceramic and glass industrial units. -Ranking is based on: -"frequency" by the students that attend the practical sessions and have the practical reports approved (the reports are subject to an oral discussion), and that present a monographic written report. Such reports will be classified with a global mark for the frequency,

Frequency- Gained by performing the lab essays.

Evaluation Methods -By performing 2 mid-term tests (T1 and T2) or by final exam.

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

As aulas teóricas contêm sempre que possível a ilustração de tópicos da matéria leccionada com animações ou filmes que permitam melhor compreender alguns dos tópicos leccionados. Esta estratégia visa ilustrar alguns dos assuntos apresentados, permitindo uma melhor compreensão dos fenómenos físicos/químicos apresentados. As aulas práticas estão previstas para funcionar em turnos de 16 alunos divididos em grupos de trabalho de 3 alunos de modo a facilitar não só o acompanhamento dos alunos nas diferentes etapas dos trabalhos nos espaços laboratoriais disponíveis, mas também promover entre os alunos o espírito de trabalho de equipa. A metodologia de ensino adoptada compreende também uma forte componente de referência a assuntos de outras unidades curriculares. (i) tanto enquanto assuntos de base para a compreensão dos assuntos tratados no âmbito desta unidade curricular, como é o caso de unidades curriculares que a precedem Materiais Cerâmicos e Vidros e Metalurgia Física e Metalografia. (ii) como relativamente a UC que se seguem (Cerâmicos Técnicos e Cimentos e Compósitos de Matriz Mineral) onde alguns dos tópicos aqui apresentados serão desenvolvidos com diferentes perspectivas. Esta estratégia visa incutir nos alunos uma noção de continuidade de conhecimentos e uma percepção de transversalidade muito importante na área da Engenharia dos Materiais.

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

In theoretical classes, animations and films will be used whenever possible, in order to allow a better demonstration of the presented topics. This strategy will be used to illustrate the different subjects, allowing a better understanding of the physical /chemical phenomena. In practical classes, there will be 16 students, who are divided in working groups with 3 students each group in order to facilitate the support to the students in the different steps of the experimental work that will be carried out in the available laboratorial rooms and also to promote the working team among the students. The teaching methodology involves also a strong relationship with other subjects that are taught in other curricular units. (i)Basic subjects for the comprehension of the subjects dealt in the scope of this curricular unit, for example previous curricular units such as Ceramic and Glass Materials and Physical Metallurgy and Metallography. (ii) subjects related with subsequent courses (Advanced Ceramics and Cements and Mineral Matrix Composites), where some topics presented in this unit will be developed under different perspectives. By this way, it is aimed to give to the students an idea of the continuity of knowledge and transversal perspective that are intrinsic of the area of Materials Engineering.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

-"Ceramic Processing", R. A. Terpstra, P. P. A. C. Pex, A. H. de Vries, Ceramic Processing, 1995

-"Processing I, Glass Science and and Technology, D. R. Uhlmann and N. Kriedl, Processing I, Glass Science and Technology, 1984

-"Modern Ceramics Engineering, Properties, Processing and Use in Design", D. W. Richerson, 2nd. Ed., Marcell Dekker Inc. , 1992

-"The Technology of Glass and Ceramics" an Introduction , J. Hlavac, Elsevier Science Publishers, 1983

-"Ceramic Processing and Sintering", M. N. Rahaman, Marcell Dekker Inc. , 1995

-"Introdução à Ciência e Tecnologia do Vidro", M. Helena F. V. Fernandes, Universidade Aberta, 1999

-"Tecnologia do Processamento Cerâmico", A. Tomás da Fonseca, Universidade Aberta, 2000

-"Argilas- O que são e para que servem", Celso F. Gomes, Fundação Calouste Gulbenkian,

-"Minerais Industriais", Celso S. F. Gomes, Instituto de Investigação Científica, 1990

-"Lea`s Chemistry of cement and concrete", Peter C. Hewlett, Butterworth Heinemann, 2001.

Mapa III - Tratamentos Térmicos e Mecânicos / Heat Treatment

3.2.1. Unidade curricular:

Tratamentos Térmicos e Mecânicos / Heat Treatment

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

Francisco Manuel Braz Fernandes - T:28h; PL:42h; OT:6h

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

n/a

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

O programa proposto tem por objectivo fundamental proporcionar a cobertura dos aspectos tecnológicos mais relevantes no domínio dos tratamentos térmicos e dar uma visão adequada da importância das alterações estruturais induzidas tendo em vista o comportamento esperado por parte do material.

A orientação dada à UC visará sobretudo:

- o domínio das técnicas mais adequadas às diferentes alterações estruturais pretendidas nos diversos materiais,*
- a compreensão da influência da estrutura final do material sobre o seu comportamento em serviço, em particular no que respeita ao comportamento mecânico.*

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

The main objective is to cover the more relevant technological features in the field of the heat treatment, providing an adequate comprehension of the structural changes that are induced and their influence on the mechanical behavior.

It is aimed to provide:

- mastering of the more adequate techniques for the intended structural changes,*
- comprehension of the influence of the final structure of the material on its in service behavior, namely for its mechanical behavior.*

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Ligas ferrosas.

Aços.

Diagramas TTT. Temperabilidade. Tratamento térmicos. Recozimentos. Têmpera. Revenido. Tensões residuais. Tratamentos mecânicos. Tratamentos termomecânicos. Tratamentos termoquímicos.

Ferros fundidos.

Estabilização. Maleabilização. Recozimentos. Têmpera isotérmica.

Ligas leves.

Ligas de Alumínio.

Endurecimento por precipitação. Classificação segundo o tipo de tratamento e a composição química.

Ligas de Ti.

Efeito dos elementos de liga. Recozimentos. Endurecimento por precipitação.

Ligas de Cobre.

Bronzes. Latões. Recozimentos. Ligas endurecíveis por precipitação. Outros tratamentos.

Ligas com memória de forma

Superelasticidade. Efeito de memória de forma. Tratamentos térmicos e termomecânicos.

Superligas.

Superligas de base Níquel. Desajustamento reticular g/g'. Superligas de base Cobalto.

Tratamentos superficiais por feixes de alta energia.

3.2.5. Syllabus:

Ferrous alloys. Steels. TTT diagrams. Hardenability. Heat treatments: annealing; quenching; tempering. Residual stresses. Thermomechanical treatments. Thermochemical treatments. Classes of cast iron. Stabilizing. Annealing. Isothermal quenching.

Light alloys. Al alloys. Precipitation hardening. Alloy classifications. Ti alloys. Alloying elements. Annealing. Precipitation hardening.

Cu alloys. Bronzes. Brasses. Annealing. Precipitation hardening. Other treatments.

Shape memory alloys. Shape memory effect. Superelasticity. Specific treatments.

Super-alloys. Ni superalloys. misfit. Co super-alloys.

Surface treatments using high energy beams.

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

*A UC de Tratamentos Térmicos e Mecânicos pretende proporcionar aos alunos uma cabal compreensão da relação: alterações estruturais introduzidas => propriedades resultantes => aplicações possíveis
É dada especial atenção ao modo como as diferentes formas de processamento e/ou as variações de parâmetros operacionais afectam a microestrutura.*

Inicia-se com a abordagem das ligas ferrosas, não só pela sua importância tecnológica, mas também pelo interesse pedagógico das abordagens de questões de processamento nesta classe de materiais com extrapolação para outras ligas metálicas e até mesmo outras classes de materiais.

As ligas com memória de forma surgem no programa desta UC não só pelo seu interesse tecnológico como materiais funcionais avançados, mas sobretudo pelo facto de as singularidades das suas transformações estruturais trazerem implicações para os tratamentos aplicados que são interessantes de analisar no contexto desta UC.

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

The discipline of Thermal and Mechanical Treatments aims to provide students with a full understanding of the relationship:

Structural changes introduced => resulting properties => possible applications

Particular attention is paid to the way in which the different forms of processing and / or variations in operational parameters affect the microstructure.

It begins with the approach of ferrous alloys, not only for its technological importance, but also for the pedagogical interest of the approaches of processing questions in this class of materials with extrapolation for other metallic alloys and even other classes of materials.

The shape memory alloys appear in the program of this discipline not only because of their technological interest as advanced functional materials but also because the singularities of their structural transformations have implications for applied treatments that are interesting to analyze in the context of this discipline.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Duração das aulas

As aulas teóricas são agrupadas em 2 blocos com uma duração total de cerca de 1h50 min.

As aulas práticas funcionarão por sessões de 3h, uma vez por semana, com um turno de 16 alunos.

Modo de funcionamento das aulas teóricas

As aulas teóricas consistirão, numa exposição oral eventualmente complementada por demonstrações de pequenas experiências ou por simulações em computador.

Modo de funcionamento das aulas práticas: funcionam com turnos de 16 alunos, sendo o turno decomposto em grupos de trabalho constituídos idealmente por três alunos.

Os trabalhos práticos de carácter laboratorial compreendem:

- realização de tratamentos térmicos e mecânicos,*
 - análise e interpretação de microestruturas,*
 - caracterização de propriedades mecânicas,*
 - análise de transformações de fases,*
 - caracterização estrutural (SEM, DRX),*
 - realização de protótipos de aplicações de ligas metálicas.*
- Classificação final:média ponderada dos trabalhos práticos, e*
- dos testes ou do exame final.*

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Duration of the sessions:

The theoretical sessions are grouped in blocks of two, with a total duration of 1 h 50 min.

The practical sessions are 3 h duration, once a week for each 16 students shift.

Theoretical lectures will be made of an oral explanation, complemented by short demonstration experiments or computer simulations.

Practical sessions will be made up of 16 students shifts. Within each shift , working groups of 3 students will be constituted.

The 14 practical sessions will be devoted to the following topics:

- performance of thermal and mechanical treatments,*
- analysis and interpretation of the results,*
- mechanical properties evaluation,*
- analysis of the phase transformations,*
- structural characterization (SEM, XRD),*
- construction of prototypes of applications of metallic alloys.*

The final ranking will result from the weighted average and

- the quizzes or the final examination.*

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

As aulas teóricas contêm sempre que possível a ilustração de tópicos da material leccionada com animações / filmes ou com pequenas experiências que permitam melhor ilustrar alguns dos tópicos leccionados. Esta estratégia visa confrontar os

alunos com alguns dos fenómenos envolvidos nas diferentes classes de materiais metálicos abordados, conferindo-

lhes uma

maior sensibilidade física para os assuntos apresentados.

As aulas práticas estão previstas para funcionar em turnos de 16 alunos divididos em grupos de trabalho de 3 alunos de modo a facilitar não só o acompanhamento dos alunos nas diferentes etapas dos trabalhos nos espaços laboratoriais disponíveis, mas também promover entre os alunos o espírito de trabalho de equipa.

A metodologia de ensino adoptada compreende também uma forte componente de referência a assuntos de outras unidades curriculares

(i) tanto enquanto assuntos de base para a compreensão dos assuntos tratados no âmbito desta unidade curricular, como é o caso de unidades curriculares UC que se seguem (Soldadura, Biomateriais, Materiais Compósitos) onde alguns dos tópicos aqui apresentados serão desenvolvidos com diferentes perspectivas.

Esta estratégia visa inculcar nos alunos uma noção de continuidade de conhecimentos e uma percepção de transversalidade

tão importante na área da Engenharia dos Materiais.

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

Theoretical sessions include presentation of theoretical background necessary for understanding the content, making use of

video / animation movies. This strategy is aimed to illustrate to the students some of the phenomena involved in the different

processing conditions of the metallic alloys that are covered, providing a greater physical meaning.

Practical sessions aim to perform laboratory experiments, so that the students are organized in teams of 3, aiming to improve

soft skills as team work and time management.

The teaching methodology stresses and reinforces previous knowledge acquired in disciplines such as Physical Metallurgy

and Metallography, Mechanics of Materials, as well as references to subjects that will be dealt with greater depth later in

subjects as Biomaterials or Composite Materials. This is intended to establish continuity and transversely fundamental knowledge in materials engineering.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Textos de apoio à UC de Tratamentos Térmicos e Mecânicos, de F. M. Braz Fernandes.

Principles of the Heat Treatment of Plain Carbon and Low Alloy Steels, C. R. Brooks, ASM International, Ohio, 1996.

Steels. Microstructure and Properties, R. W. K. Honeycombe, Edward Arnold, London, 1981. Esta obra foi traduzida para português por M. A. Fortes e A. Ferro e publicada pela Gulbenkian.

Curso de Tratamentos Térmicos dos Aços (2 volumes), Editores: A. V. de Seabra, A. P. Loureiro; Ordem dos Engenheiros, Lisboa, 1981.

Principles of Heat Treatment, M. A. Grossman, 3.ª edição, ASM, Cleveland, 1962.

Heat Treatment, Structure and Properties of Nonferrous Alloys, C. R. Brooks, ASM, Ohio, 1984.

Techniques de l'Ingénieur.

Mapa III - Biomateriais / Biomaterials

3.2.1. Unidade curricular:

Biomateriais / Biomaterials

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

João Paulo Miranda Ribeiro Borges - T:17h; PL:42h; OT:6h

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

Maria do Carmo Henriques Lança - PL:42h; OT:6h

Paula Isabel Pereira Soares- T:11h; OT:6h

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

- Adquirir competências e conhecimentos profundos na área dos Biomateriais, nomeadamente, a sua classificação e composição, processos de fabrico e aplicações.

- Conhecer e saber prevenir os processos de corrosão de biomateriais em ambiente biológico.

- Estudar resposta e interação dos dispositivos médicos/biomateriais com os tecidos envolventes.

- Conhecer aspectos ligados à legislação, regulamentos e normas em vigor e ensaios clínicos para a introdução de novos produtos biomédicos.

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

- *Acquire deep knowledge in the area of biomaterials with detailed understanding of the composition and properties of the major classes of biomaterial used in medical devices, manufacture process and applications.*

- *To study the interactions with implanted biomaterials and issues associated with the use of surface modification methods to enhance the biocompatibility of materials.*

- *To know and prevent the corrosion processes of biomaterials in biological environment*

- *Acquire knowledge on Regulatory and standards associated with biomedical industry.*

3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução: aspectos económicos, sociais e éticos na investigação em Biomateriais*

2. *Biomateriais para dispositivos médicos*

3. *Regulamentação*

4. *Interações tecido-biomaterial*

5. *Corrosão e degradação de biomateriais em ambiente biológico*

6. *Biopolímeros*

7. *Materiais biomiméticos*

8. *Implantes médicos (metálicos, cerâmicos e poliméricos)*

9. *Engenharia de Tecidos – o desafio de imitar a natureza.*

3.2.5. Syllabus:

1. *Economical, Ethic and Social issues in Biomaterials Science*

2. *Biomaterials for Medical devices*

3. *Regulatory considerations*

4. *Tissue response to biomaterials*

5. *Biomaterials corrosion and degradation in human environment*

6. *Biopolymers*

7. *Biomimetic and intelligent materials*

8. *Medical implants (metallic, ceramic and polymeric)*

9. *Tissue Engineering – The challenge of imitating nature*

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

O conteúdo programático apresentado cobre uma gama suficientemente alargada de materiais biocompatíveis (biomateriais) de modo a ilustrar os aspectos relacionados com a aplicação destes em ambiente biológico e a possibilidade de criar matrizes para regeneração de tecidos (Engenharia de Tecidos). É dado enfoque no trinómio composição-propriedades-processamento dos diferentes tipos de materiais de forma a fornecer aos alunos ferramentas para a compreensão da interação dos diferentes materiais com tecidos biológicos e para o desenvolvimento de novos biomateriais funcionais (materiais inteligentes).

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

The syllabus covers a sufficiently wide range of biocompatible materials (biomaterials) to illustrate aspects of their application in biological environment and the ability to create matrices for tissue regeneration (tissue engineering). The focus is on the trinomial composition-processing-properties of different materials in order to provide students with tools for understanding the interaction of different materials with biological tissues and the development of new functional biomaterials (smart materials).

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Consideram-se dois tipos de aulas: teórico/práticas e de laboratório. As aulas teóricas serão dadas com recurso a “data show” e os estudantes têm acesso a cópia das mesmas na página da UC na plataforma Moodle. Será igualmente

efectuado estudo de casos, recorrendo à análise de artigos científicos. Os trabalhos de laboratório serão realizados pelos próprios estudantes, sob orientação do docente e focam os diferentes tipos de materiais (metais, cerâmicos, polímeros e compósitos) e /ou aplicações (p.ex., aplicações farmacêuticas – libertação de fármacos).

Avaliação: componente teórica (50 %) e uma componente prática (50 %), distribuídas por 4 elementos:

2 mini-testes teóricos (50 %);

1 Relatório da atividade L1 (20 %);

Avaliação do acompanhamento/preparação das aulas:

Questionários sobre atividades práticas L2 e L3 (15 %)

Apresentação oral de resultados de um trabalho prático a determinar, de entre L2 ou L3 (15 %).

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Two types of lessons will be considered: Lectures (theory / practice) and laboratory. The lectures will be given using powerpoint slides and students have access to copies of them on the course page in Moodle. Different case studies based on scientific articles will also be analysed in the lectures.

The laboratory work will be performed by the students under the guidance of the teacher and focus on the different types of materials (metals, ceramics, polymers and composites) and / or applications (eg pharmaceutical applications - drug delivery).

Evaluation: theoretical component (50 %) and a practical component (50 %), distributed by 4 elements:

2 theoretical mini-tests (50%);

1 report on the practical activity L1 (20 %);

Evaluation of Lab class development:

Quiz-tests on practical activities L2 and L3 (15 %)

Oral presentation of the results of one lab activity - to be chosen from L2 or L3 (15 %).

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

O ensino tem um carácter teórico/prático e experimental que permitirá aos alunos adquirir e aplicar os conhecimentos no desenvolvimento de novos materiais para aplicações médicas (biomateriais). Nas aulas teórico/práticas a matéria é exposta e são estudados casos (análise de artigos científicos) o que permitirá a consolidação dos conhecimentos que posteriormente serão postos em prática nas aulas de laboratório. Desta forma, aulas teórico/práticas e de laboratório complementam-se de forma a fornecer uma aprendizagem integrada. Os trabalhos de laboratório assumem um peso importante na avaliação da unidade curricular já que é através destes que os alunos adquirem competências em termos experimentais que lhes permitirão aplicar técnicas laboratoriais diversas no desenvolvimento de novos biomateriais.

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

Teaching has theoretical and experimental components that will allow students to acquire and apply knowledge in developing new materials for medical applications (biomaterials). In lectures the different materials will be studied and case studies will be analyzed (scientific papers) which will allow the consolidation of knowledge that will later be put into practice in labs. Thus, lectures and laboratory classes complement each other in order to provide an integrated learning. Lab works assume an important role in the evaluation of the curricular unit as it is through these that students acquire skills in experimental terms that allow them to implement different laboratory techniques in the development of new biomaterials.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Buddy D. Ratner et. al (ed), Biomaterials Science - An introduction to Materials in Medicine, Academic Press, New York, 2013 (3ª Ed.)

Rolando Barbucci (Ed.), Integrated Biomaterials Science, Kluwer Academic Pub., New York, 2002.

Apontamentos do Professor.

Artigos de Revistas Científicas com relevância para as matérias leccionadas.

Mapa III - Reologia dos Materiais / Materials Rheology

3.2.1. Unidade curricular:

Reologia dos Materiais / Materials Rheology

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

Maria Teresa Varanda Cidade - T:28h; PL:42h; OT:6h

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

n/a

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

No final desta unidade curricular o estudante deverá ter adquirido conhecimentos, aptidões e competências que permitam: reconhecer a importância da viscoelasticidade e de que modo ela afeta a deformação dos fluidos quando sujeitos a tensões de corte e extensionais; saber quais os parâmetros que afetam as funções reológicas dos fluidos, em particular dos polímeros; compreender o comportamento reológico de materiais e produtos tais como: sistemas multifásicos (suspensões, emulsões, misturas poliméricas), cosméticos, alimentos, tintas, etc; medir propriedades

reológicas de diferentes tipos de fluidos, em particular dos polímeros, utilizando os equipamentos apropriados; calcular funções reológicas medidas em diferentes geometrias; aplicar o conhecimento reológico do polímero às suas condições de processamento; ajustar os resultados das medidas a equações/modelos apropriadas e extrair daí informação relevante.

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

At the end of this course the student should have acquired knowledge, skills and competence to: recognize the importance of viscoelasticity and how it affects the deformation of the fluid when subjected to shear and extensional stresses; know which parameters affect the rheological functions of the fluids, in particular polymers; understand the rheological behavior of materials and products such as multiphase systems (suspensions, emulsions, polymer blends), cosmetics, food, paints, etc.; measuring rheological properties of different types of fluids, in particular polymers, using appropriate equipment; calculating rheological functions measured with different geometries; apply the knowledge of the rheological behavior to polymer processing conditions and adjust the results of experimental data to equations / models appropriate and from there to extract relevant information.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

O conceito de reologia e a importância do seu estudo. Fundamentos de reologia. Viscoelasticidade, sólidos e líquidos viscoelásticos, nº de Deborah..Classificação dos fluidos: fluidos newtonianos e fluidos não newtonianos

Funções reológicas de fluidos não newtonianos: viscosidade, diferenças de tensões normais, viscosidade complexa, módulo dinâmico e módulo dissipativo. Viscosidade extensional, relações entre funções reológicas em corte e extensionais.

Reologia de polímeros e soluções poliméricas: fatores que afetam as propriedades reológicas de polímeros: taxa de corte, temperatura, pressão, massa molecular média e distribuição de massas moleculares médias, concentração, estrutura molecular, aditivos.

Reologia de: polímeros líquido-cristalinos; sistemas poliméricos multifásicos: suspensões, emulsões, polímeros reforçados com fibra, misturas de polímeros, copolímeros de blocos; produtos alimentares; produtos farmacêuticos e cosméticos; tintas; materiais de construção.

3.2.5. Syllabus:

The concept of rheology and the importance of its study. Fundamentals of rheology. Viscoelasticity, viscoelastic solids and liquids, Deborah number. Classification of fluids: Newtonian and non-newtonian fluids

Rheological functions of non-newtonian fluids: viscosity, normal stress differences, complex viscosity, dynamic, elastic and dissipative modulus. Extensional viscosity, relationships between shear and extensional rheological functions.

Rheology of polymers and polymer solutions: factors affecting the rheological properties of polymers: shear rate, temperature, pressure, weight average molecular weight and molecular weight distribution, concentration, molecular structure, additives.

Rheology of liquid crystalline polymers; multiphase polymer systems: suspensions, emulsions, fiber reinforced polymers, polymer blends, block copolymers, food products, pharmaceuticals and cosmetics, paints, construction materials.

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

As aulas teóricas fornecem aos alunos conhecimentos sobre cada um dos temas referidos como objetivos de aprendizagem; no capítulo 1 dão-se os fundamentos da reologia, no capítulo 2 fala-se das funções reológicas de fluidos não newtonianos, tais como viscosidade, diferenças de tensões normais, viscosidade complexa, módulos complexo, elástico e dissipativo, viscosidade extensional. No capítulo 4 são transmitidos conhecimentos que permitem aos alunos saber que parâmetros influenciam as propriedades reológicas dos polímeros, parâmetros estes que influenciam, de modo similar, outro tipo de materiais/produtos, sendo que os capítulos seguintes são dedicados precisamente à reologia de materiais e produtos diversos.

O capítulo 3, que tem a ver com medidas experimentais, tem aplicação direta nas aulas de laboratório, sendo que o tratamento dos resultados obtidos, juntamente com as aulas de problemas, permitem atingir os últimos objetivos referidos.

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

The lectures provide students with knowledge about each of the topics referred to as learning objectives; Chapter 1 deals with the fundamentals of rheology, chapter 2 with the functions of non-newtonian fluids, such as viscosity, normal stress differences, complex viscosity, complex, elastic and dissipative modulus, extensional viscosity. In chapter 4 knowledge that allow students to learn which parameters influence the rheological properties of polymers is transmitted, parameters that affect, similarly, other materials / products, being the following sections devoted precisely to the rheology of several materials and products.

Chapter 3, which has to do with experimental measurements, has direct application in laboratory classes, and the treatment of the experimental data, along with the resolution of several problems in the class, help to achieve the remaining objectives.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Relativamente aos conteúdos teóricos, a exposição da matéria será feita por recurso a datashow. Os slides serão disponibilizadas aos alunos, na página da disciplina.

Relativamente a problemas, os alunos serão convidados a resolver alguns deles previamente, servindo as aulas, nestes casos, para correção e esclarecimentos de dúvidas. No final das aulas de problemas, todos os alunos, independentemente de terem feito, ou não, a resolução prévia dos exercícios propostos, ficarão com a resolução, a qual será feita no quadro, sempre que possível pelos próprios alunos.

Relativamente a conteúdos práticos, serão feitos 5 trabalhos de laboratório, em que os alunos terão oportunidade de trabalhar com um medidor de índice de fluidez, com um viscosímetro capilar tipo Ubbelohde e com um reómetro rotacional. A análise dos resultados obtido nas aulas de laboratório servirão ainda para consolidar conhecimentos teóricos adquiridos.

Avaliação: 2 testes; 5 questionários. Nota final: 60% testes e 40% questionários

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

With regard to theoretical content, the exposition will be made resorting to a data show. The slides will be made available to students on the course page.

For problems, students will be asked to solve some of them previously serving classes in these cases to correct and clarify doubts. At the end of the classes of problems, all students, whether they have done, or not, the prior resolution of the proposed exercises, will be able to know the resolution, which will be performed on the board, by the students themselves, whenever possible.

For practical content, five laboratory work will be performed, in which students have the opportunity to work with a melt flow rate meter, with a capillary viscometer of the Ubbelohde type and a rotational rheometer. The results obtained in laboratory classes also serve to consolidate theoretical knowledge.

Evaluation: 2 Tests; 5 questionnaires. Final Grade: 60% tests and 40% questionnaires.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, sendo complementadas com as aulas de resolução de problemas e com as aulas de laboratório, para além do horários de atendimento, caso seja necessário. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exame) e numa prova oral, caso seja necessária. As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas em todas as formas de horas de contacto: nas aulas teórico-práticas, através da análise e discussão de problemas; nas aulas de laboratórios através da medida e análise dos resultados obtidos. A avaliação destas competências é assegurada em provas escritas (questionários/testes/exame). Os questionários versam as aulas de laboratório e são realizados uma a duas semanas após a realização do respetivo trabalho. A frequência pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.

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

The theoretical components necessary to achieve the learning objectives are taught in theoretical classes and complemented with problem solving and laboratory classes, and in extra office hours, if necessary. The acquisition of knowledge is assessed in written evaluations (test / exam) and in oral evaluation, if needed. The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in all forms of contact hours: in theoretical practical classes, through analysis and discussion of problems and in laboratory classes by measuring and analyzing the results. The assessment of these skills is provided in written tests (quizzes / tests / exam). Questionnaires related to the laboratory classes are conducted one to two weeks after the completion of the respective work. The frequency pretends to ensure that students follow the matter.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

H.A. Barnes, J.F. Hutton and K. Walters, "An Introduction to Rheology", Elsevier Publishers, 1989.

R.B. Bird, R.C. Armstrong and O. Hassager, "Dynamics of Polymeric Liquids: Volume II, Fluid Mechanics", John Wiley & Sons Inc., 1977.

L.E. Nielsen, "Polymer Rheology", Marcel Dekker, Inc., 1977.

"Reologia e suas Aplicações Industriais", A. Gomes de Castro, J.A. Covas e A. Correia Diogo (Eds), Ciência e Técnica (Instituto Piaget), 2001.

"NL Rheology Handbook", NL Industries, Inc..

"Paints, Coatings and Solvents", D. Stoye and W. Freitag (Eds), Wiley – VCH, 2001.

"Introduction to Paint Chemistry and principles of paint technology", J. Bentley and G.P. Turner, Chapman & Hall, 2000.

"Reologia de Polímeros – Texto de Apoio", M.T.Cidade, 2005.

Mapa III - Cerâmicos Técnicos / Advanced Ceramics**3.2.1. Unidade curricular:**

*Cerâmicos Técnicos / Advanced Ceramics***3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Regina da Conceição Corredeira Monteiro - TP:56h***3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***n/a***3.2.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Conhecer os métodos de processamento, as propriedades e as aplicações de cerâmicos avançados. Conhecer as características específicas de vários tipos de cerâmicos funcionais e de cerâmicos estruturais e aprender a seleccionar estes materiais para diferentes aplicações tecnológicas.***3.2.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired: To know different methods to synthesize ceramic powders. To know different processing methods of advanced ceramics with relevant functional and structural properties. To know the specific characteristics of several types of functional and structural ceramics. To make the selection of a ceramic material in function of its specific applications.***3.2.5. Conteúdos programáticos:***Métodos de fabrico de cerâmicos técnicos - Processos de síntese de pós: por reacções no estado sólido, a partir de soluções líquidas, com presença de fase gasosa. Métodos de consolidação e densificação de pós: prensagem isostática, processamento de cintas, injeção em moldes, prensagem a quente, prensagem isostática a quente, acabamento final, controlo da qualidade. Processamento de vitro-cerâmicos. Caracterização de cerâmicos técnicos (análise microestrutural; relações estrutura-propriedades; análise de superfícies). Propriedades, aplicações e avaliação de cerâmicos funcionais e cerâmicos estruturais Aplicações concretas de cerâmicos especiais de alta tecnologia.***3.2.5. Syllabus:***Non-conventional methods for advanced ceramic processing. Powder synthesis processes: by solidstate reaction; by solution route; by gaseous phase route and physical vapor deposition . Methods for powder consolidation and densification of advanced ceramics: isostatic pressing, doctor blade, injection moulding, hot pressing, hot isostatic pressing .Processing of glass-ceramics. Characterization of advanced ceramics. Design, properties and applications of advanced ceramics: Functional ceramics .Structural ceramics .High technology applications of advanced ceramics***3.2.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Nesta unidade curricular são leccionados tópicos relacionados com os métodos de processamento, propriedades e aplicações de cerâmicos técnicos. Serão estudadas as características de vários tipos de cerâmicos funcionais e de cerâmicos estruturais e a selecção destes materiais para diferentes aplicações tecnológicas. Embora não tenha requisitos prévios, aconselham-se os alunos a frequentar a UC só depois de terem frequentado e tido aproveitamento nas UC de Materiais Cerâmicos e Vidros e Tecnologias de Cerâmicos e Vidros.***3.2.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***In this course the topics are related with the processing methods, properties and applications of advanced ceramics. Characteristics of several types of functional ceramics and of structural ceramics, and selection of these materials for different technological applications will be studied. It is advisable that the students attend this course only after attending and obtaining a positive mark in the previous courses on Ceramic and Glass Materials and on Technologies of Ceramics and Glasses.***3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Embora sem requisitos prévios, os alunos devem ter conhecimentos em química e física do estado sólido ou ter frequentado as UC anteriores da área de materiais cerâmicos e vidros (MCV eTCV). -Aulas práticas em laboratório, utilizando o Laboratório de Cerâmicos e Vidros do DCM, e podem incluir uma parte teórico-prática. -Visitas de estudo a unidades industriais de cerâmica. Frequência à UC - Realização dos trabalhos práticos de laboratório e pela realização de um trabalho monográfico individual, apresentado oralmente.**A avaliação é composta por 3 momentos de avaliação : Teste1 (40%) + Teste2 (40%) + Relatório com apresentação de dados e discussão (20%).**Sendo a nota final $N = 0.4T1+0.4T2+0.2RD$* *É necessário realizar 2/3 dos trabalhos práticos**Dispensa de exame: N maior ou igual a 10***3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):***Advised that the students attended and obtained a positive mark in the previous courses on Ceramic and Glass Materials and Technologies of Ceramics and Glasses. -Practical classes in the laboratory of Ceramics and Glasses at the Materials Science Department (may include problem solving and case studies). Study visits to industrial ceramic units. Frequency: Lab essays and their discussion; individual programming project, which must be presented as an*

oral communication.

The evaluation consists of 3 evaluation moments: Test1 (40%) + Test2 (40%) + Report with presentation of data and discussion (20%).

Being the final grade $N = 0.4T1 + 0.4T2 + 0.2RD$

It is necessary to carry out 2/3 of the practical work

Exam exemption: N greater than or equal to 10

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

As aulas teóricas contêm sempre que possível a ilustração de tópicos da matéria leccionada com animações ou filmes que permitam melhor compreender alguns dos tópicos leccionados. Esta estratégia visa ilustrar alguns dos assuntos apresentados, permitindo uma melhor compreensão dos fenómenos físicos/químicos apresentados. As aulas práticas estão previstas para funcionar em turnos não superiores a 16 alunos, que serão divididos em grupos de trabalho de 3 alunos de modo a facilitar não só o acompanhamento dos alunos nas diferentes etapas dos trabalhos nos espaços laboratoriais disponíveis, mas também promover entre os alunos o espírito de trabalho de equipa. A metodologia de ensino adoptada compreende também uma forte componente de referência a assuntos de outras unidades curriculares (i) tanto enquanto assuntos de base para a compreensão dos assuntos tratados no âmbito desta unidade curricular, como é o caso de unidades curriculares que a precedem, Materiais Cerâmicos e Vidros e Tecnologias de Cerâmicos e Vidros. (ii) como relativamente a UC que se seguem (Nanomateriais e Nanotecnologias) onde alguns dos tópicos aqui apresentados serão desenvolvidos com diferentes perspectivas. Esta estratégia visa incutir nos alunos uma noção de continuidade de conhecimentos e uma percepção de transversalidade muito importante na área da Engenharia dos Materiais.

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

In theoretical classes, animations and films will be used whenever possible, in order to allow a better demonstration of the presented topics. This strategy will be used to illustrate the different subjects, allowing a better understanding of the physical /chemical phenomena. In practical classes, where should be a number of students not higher than 16, the students are divided in working groups with 3 students each group in order to facilitate the support to the students in the different steps of the experimental work, that will be carried out in the available laboratorial rooms, and also to promote the working team among the students. The teaching methodology involves also a strong relationship with other subjects that are taught in other curricular units. (i)Basic subjects for the comprehension of the subjects dealt in the scope of this curricular unit, for example previous curricular units such as Ceramic and Glass Materials and Technologies of Ceramics and Glasses. (ii) subjects related with subsequent courses (Nanomaterials and Nanotechnologies), where some topics presented in this unit will be developed under different perspectives. By this way, it is aimed to give to the students an idea of the continuity of knowledge and transversal perspective that are intrinsic of the area of Materials Engineering.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

- "Concise Encyclopedia of Advanced Ceramic Materials ", R. J. Brook (ed.), 1991

- "Introduction to Fine Ceramics, Applications in Engineering", N. Ichinose, John Wiley & Sons, 1987

- "Ceramic Processing and Sintering", M. N. Rahaman, Marcell Dekker Inc. , 1995

- "Materials Science and Technology, A Comprehensive Treatment" ,Ed. R. W. Cahn, P. Haasen, E. J. Kramer, vol.17 A, 17 B"Processing of Ceramics" vol. ed. R. J. Brook

- "Electroceramics", A. J. Moulson, J. M. Herbert, Chapman and Hall, 1989

- "Ceramic Materials for Electronics, Processing, Properties and Applications" 2nd ed. Revised and Expanded, Ed. R. C. Buchanan, Marcell Dekker Inc., 1991

- "Dielectric Ceramics : Processing, Properties and Applications" Ceramics Transactions, vol. 32, K. M. Nair, J. P. Guhsa, A. Okamoto, 1993

- "Ceramic Matrix Composites", K. K. Chawla, Chapman and Hall, 1993

- "Glass-Ceramic Materials" Z. Strnad, Elsevier, 1986

Mapa III - Empreendedorismo / Entrepreneurship

3.2.1. Unidade curricular:

Empreendedorismo / Entrepreneurship

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

Virgílio António da Cruz Machado - TP:40h

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

n/a

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

O curso pretende motivar os alunos para o empreendedorismo e para a necessidade da inovação tecnológica. O programa cobre vários tópicos que são importantes para a adoção de uma cultura aberta aos riscos suscitados em processos de criação de novos produtos ou atividades que exigem características empreendedoras.

No final desta unidade curricular, os alunos deverão ter desenvolvido um espírito empreendedor, uma atitude de trabalho em equipa e estar aptos a:

- 1) Identificar ideias e oportunidades para empreenderem novos projetos;*
- 2) Conhecer os aspetos técnicos e organizacionais inerentes ao lançamento dos projetos empreendedores;*
- 3) Compreender os desafios de implementação dos projetos (ex: mercado, financiamento, gestão da equipa) e encontrar os meios para os ultrapassar;*
- 4) Expor a sua ideia e convencer os stakeholders.*

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

This course is intended to motivate students for entrepreneurship and the need for technological innovation.

It covers a list of topics and tools that are important for new venture creation as well as for the development of creative initiatives within existing enterprises. Students are expected to develop an entrepreneurship culture, including the following skills:

- 1) To identify ideas and opportunities to launch new projects;*
- 2) To get knowledge on how to deal with technical and organizational issues required to launch entrepreneurial projects;*
- 3) To understand the project implementation challenges, namely venture capital and teamwork management, and find the right tools to implement it;*
- 4) To show and explain ideas and to convince stakeholders.*

3.2.5. Conteúdos programáticos:

O empreendedorismo como estratégia de desenvolvimento pessoal e organizacional. Processos de criação de ideias.

A proteção da propriedade intelectual: patentes e formalismos técnicos. A gestão de um projeto de empreendedorismo: planeamento; comunicação e motivação; liderança e gestão de equipas Marketing e inovação para o desenvolvimento de

novos produtos e negócios. O plano de negócios e o estudo técnico financeiro.

Financiamento e Sistemas de Incentivos: formalidades e formalismos. A gestão do crescimento e o intra empreendedorismo.

3.2.5. Syllabus:

Strategy for entrepreneurship. Ideation and processes for the creation of new ideas. Industrial property rights and protection: patents and technical formalities. Managing an entrepreneurial project: planning; communication and motivation; leadership and team work. Marketing and innovation for the development of new products and businesses. Business plan and entrepreneurial finance.

System of Incentives for young entrepreneurs. Managing growth and intrapreneurship.

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

O conteúdo programático foi desenhado para incentivar o aluno ao empreendedorismo e à perceção e análise da envolvente em busca de oportunidades de negócio, de forma a que consiga aplicar os conhecimentos adquiridos:

- 1) na transformação de conhecimento científico em ideias de negócio;*
- 2) na criação, seleção e desenvolvimento de uma ideia para um novo produto ou serviço;*
- 3) na elaboração de um plano de negócio e de um plano de marketing;*
- 4) na exposição das suas ideias em curto tempo e em ambientes stressantes.*

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

The syllabus was designed to encourage the student for entrepreneurship and for the perception and analysis of new business opportunities; with this program, the student may apply the knowledge provided:

- 1) to transform scientific knowledge in business ideas;*
- 2) to create, select and develop an idea for a new product or service;*
- 3) to draw a business plan and a marketing plan*
- 4) to better explain and present its ideas in a short time and stressed environments.*

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Este curso será ministrado a alunos dos 4º ou 5º anos dos programas de Mestrado integrado e de 2º ciclo. O programa é dimensionado para decorrer entre o 1º e o 2º semestre, num período de 5 semanas, envolvendo um total de 45 horas presenciais (TP), organizadas em 15 sessões de 3 horas e exigindo um esforço global de 3 ECTS.

As aulas presenciais baseiam-se na exposição dos conteúdos do programa. Os estudantes serão solicitados a aplicar as

competências adquiridas através da criação e desenvolvimento de uma ideia (produto ou negócio).

As aulas integrarão alunos provenientes de diversos cursos com vista a promover a integração de conhecimento derivado de várias áreas científicas e envolverão professores e "mentores" com background diverso em engenharia, ciência, gestão e negócios.

A avaliação compreende a apresentação e defesa da ideia num elevator pitch e do respetivo relatório (realizado em grupo de 4-5 elementos). A apresentação contribuirá com 60% e o relatório com 40% para a nota final.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

This course is directed to students from the 4th and 5th years of the "Mestrado Integrado" (Integrated Master) and students from the 2nd cycle (Master). The program was designed for a duration of 5 weeks, with a total of 45 hours in class (15 sessions of 3 hours each) - 3 ECTS. Classes are based in an exposition methodology. Students will be asked to apply their skills in the creation and development of an idea, regarding a new product or a new business. Classes integrate students from different study programs to promote the integration of knowledge derived from various scientific areas and involve academic staff and "mentors" with diverse background in engineering, science, management and business. Students evaluation is based on the development and presentation of an idea/project in an elevator pitch, and its report. The work should be developed in teams of 4-5 members. The presentation should account for 60% of the final mark and the report 40%.

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

Considerando o tempo disponível (5 semanas), a metodologia de ensino preconiza que em cada semana sejam discutidos e trabalhados (em grupo) os temas apresentados, os quais tinham sido definidos nos objetivos de aprendizagem. Na 1ª semana os temas a abordar estão relacionados com os aspetos estratégicos do empreendedorismo, a geração de ideias, a liderança e a gestão de equipas; como resultado os alunos deverão constituir e organizar as suas equipas para poderem definir o problema que se pretende resolver. Na 2ª semana, os temas apresentados permitirão que o aluno possa evoluir no seu projeto acrescentando opções de soluções ao problema identificado na semana anterior e proceder à seleção de uma delas. Na 3ª semana, a abordagem ao mercado e às condições de comercialização viabilizarão a concretização do plano de marketing. Na 4ª semana, abordar-se-ão os aspetos relacionados com a viabilidade financeira do projeto, possibilitando a realização do respetivo plano de negócio e do seu financiamento. Na última semana, abordar-se-á o processo de exposição da ideia aos potenciais interessados, tendo os alunos que realizar a apresentação e defesa do seu projeto num elevator pitch, perante um júri.

Neste sentido, a metodologia privilegia:

- 1) a apresentação de casos práticos e de sucesso;*
- 2) a promoção de competências nos domínios comportamentais, nomeadamente, no que respeita ao desenvolvimento do sentido crítico, à defesa de ideias e argumentos baseados em dados técnico-científicos, à tolerância e capacidade de gestão de conflitos em situações adversas e stressantes.*
- 3) a participação dos alunos nos trabalhos colocados ao longo da unidade curricular e a sua apresentação.*

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

Considering the available time (5 weeks), the teaching methodology praises that, in each week, the subjects presented and defined in the learning objectives are discussed and worked (in groups).

In the first week, the subjects introduced to students are related with entrepreneurial strategic issues, generation of ideas, leadership and work team management; as a result, the students will have to organize their teams to be able to define the problem. In the 2nd week, the subjects presented will allow the student to pursuit its project; they have to consider different options for the problem identified in the previous week. In the 3rd week, the market related issues are approached, and the students are asked to build a marketing plan. In the 4th week, financial issues are addressed, making it possible to accomplish a business plan. In the last week, the process of how to expose the idea to potential stakeholders is addressed; the students are required to present and argue their project in an elevator pitch.

This methodology gives priority to:

- 1) the presentation of practical and successful cases;*
- 2) the promotion of soft skills, namely, in what concerns to the development of critical thinking, the defense of ideas and arguments based on technical-scientific data, to the tolerance and capacity of dealing with conflicts in adverse and stressful situations.*
- 3) the participation of the students in practical works and assessments and their presentation.*

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Books

Burns, P. (2010). Entrepreneurship and Small Business: Start-up, Growth and Maturity, Palgrave Macmillan, 3rd Ed.
Kotler, P. (2011). Marketing Management, Prentice-Hall
Shriberg, A. & Shriberg (2010). Practicing Leadership: Principles and Applications, John Wiley & Sons, 4th Ed.
Spinelli, S. & Rob Adams (2012). New Venture Creation: Entrepreneurship for the 21st Century. McGraw-Hill, 9th Ed.
Byers, Thomas H., Dorf R. C., Nelson, A. (2010). Technology Ventures: From Idea to Enterprise, 3rd Ed., McGraw-Hill
Hirich, R. D. (2009). International Entrepreneurship: Starting, Developing, and Managing a Global Venture, Sage Publications, Inc
Hirich, R.D., Peters, M. P., Shepherd, D.A. Entrepreneurship, 7th Ed., McGraw-Hill, 2007

Journals
Entrepreneurship Theory and Practice
Journal of Entrepreneurship
International Entrepreneurship and Management Journal
International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research
Entrepreneurship & Regional Development
Journal of Business Venturing

Mapa III - Tecnologias de Enformação de Materiais Metálicos / Metallic Materials Shaping Technologies

3.2.1. Unidade curricular:

Tecnologias de Enformação de Materiais Metálicos / Metallic Materials Shaping Technologies

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

Alexandre José da Costa Velhinho - TP:28h; PL:42h;OT:6h

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

n/a

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

O objectivo principal desta unidade curricular é o de dotar o aluno de sólidos conhecimentos sobre tecnologias e processos de enformação de materiais metálicos, bem como a sua articulação no panorama geral das tecnologias de processamento.

Tendo em consideração as relações estrutura-propriedades intrínsecas do material a processar, o estudante deverá ser capaz de identificar as vantagens e limitações dos diferentes processos, entender o funcionamento da maquinaria utilizada na implementação, e conhecer a importância dos parâmetros de processo. Tal deverá habilitá-lo a seleccionar adequadamente as tecnologias a utilizar de acordo com o componente a fabricar, planificando as etapas de processamento de um dado material, em função quer das suas características quer da aplicação visada, bem como a, perante um problema concreto de fabrico, avaliar as possíveis causas de erro e ser capaz de as corrigir.

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

The curricular unit's main objective is to confer to the student a solid knowledge about the metallic materials shaping technologies and processes, as well as their positioning in the general scheme of processing technologies.

Taking into account the structure-properties relationships governing material's behaviour, the student should be able to identify the relative advantages and limitations of the processes, to understand the functioning of the machinery used to implement those processes, and to understand the influence of the various process parameters. Thus, he/she should be in a position to adequately select the best technologies to be used to produce a given part, planning the sequence of processing steps of the material as a function of its properties as well as of the intended application; also, the student should be able, when presented with a defective processing result, to evaluate the possible causes for error and to correct them.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Tecnologias de processamento e sistemas de produção.

Dimensões, tolerâncias e acabamentos superficiais.

Tecnologias de solidificação: processos de fundição.

Tecnologias de pós: metalurgia dos pós.

Tecnologias de deformação plástica: processos de laminagem, extrusão, forjagem e embutição.

Tecnologias de remoção de material: maquinaria convencional por arranque de apara; maquinaria por abrasão; maquinaria por processos não convencionais (mecânicos, eléctricos, térmicos e químicos).

Operações de acabamento e montagem.

3.2.5. Syllabus:

Processing technologies and production systems.

Dimensions, tolerances and surface finishes.

Solidification technologies: casting processes.

Powder technologies: powder metallurgy.

Plastic deformation technologies: rolling, extrusion, forging and stamping.

Material removal technologies: conventional machining; abrasive machining; non-conventional machining (mechanical, electrical, thermal and chemical material removal processes).

Finishing and assembling operations.

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

O programa cobre uma gama diversificada de tecnologias de enformação de materiais metálicos, de modo a suportar os objectivos da unidade curricular, através da compreensão dos condicionalismos colocados pelas relações entre estrutura e propriedades dos materiais metálicos nas condições de processamento inerentes aos diferentes tipos de tecnologia.

Os tópicos apresentados conferem um suporte adequado ao desempenho dos estudantes durante a realização de trabalho laboratorial, desde experiências simples fundição, de deformação plástica e de remoção de material em condições controladas até à caracterização estrutural dos materiais assim processados.

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

The syllabus covers a wide range of metallic materials shaping technologies, in order to support the main objectives of the curricular unit, by promoting a correct understanding of the constraints placed by the material's structure-properties relationships upon the processing conditions prevailing in each type of process.

The topics presented support the students on performing laboratorial work going from simple shaping experiments (casting, plastic deformation or material removal under controlled conditions) to the structural characterization of the processed materials.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Consideram-se dois tipos de aulas: teóricas e de laboratório. As aulas teóricas, serão ministradas com recurso a projectador multimédia, tendo os estudantes acesso a cópia do conteúdo projectado na página da disciplina, suportada na plataforma Moodle. Os trabalhos de laboratório serão realizados pelos próprios estudantes, sob orientação do docente e focam os diferentes tópicos do programa.

O ensino poderá ser complementado por visitas de estudo a unidades industriais de processamento de materiais metálicos, igualmente sujeitas à apresentação de relatório.

A avaliação será constituída por 2 testes, complementados por um trabalho de grupo e por um trabalho individual.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Two types of lessons will be considered: Lectures and laboratory. Lectures will be given using PowerPoint slides, students having access to copies on the course page in the Moodle platform. The laboratory work will be performed by the students under the guidance of the teacher and focus on the different topics of the syllabus.

A series of visits to industrial plants dedicated to metallic materials processing may complement the unit.

Evaluation consists of two written tests, complemented by the execution and analysis of a collective assignment and an individual assignment.

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

O ensino tem um carácter teórico e experimental que permitirá aos alunos adquirir e aplicar os conhecimentos na determinação das vias de processamento adequadas à obtenção de componentes metálicos. Nas aulas teóricas a matéria é exposta, o que permitirá a consolidação dos conhecimentos que posteriormente serão postos em prática nas aulas de laboratório. Desta forma, aulas teóricas e de laboratório complementam-se de forma a fornecer uma aprendizagem integrada. Os trabalhos de laboratório assumem um peso importante na avaliação da unidade curricular já que é através destes que os alunos adquirem competências em termos experimentais que lhes permitirão dominar as possibilidades das diferentes vias tecnológicas de enformação, bem como os efeitos do processamento sobre a estrutura e o desempenho final dos componentes. A realização de visitas de estudo permitirá ainda aos alunos a necessária transposição de conceitos para o ambiente industrial.

No decurso do semestre, proceder-se-á a um apelo constante a conhecimentos adquiridos anteriormente (Metalurgia Física e Metalografia, Mecânica de Materiais I), procurando ainda estabelecer as bases para assuntos relacionados a tratar em unidades curriculares posteriores (Tratamentos Térmicos e Mecânicos, Compósitos – Materiais e Aplicações, Seleção de Materiais).

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

Teaching has theoretical and experimental components that will allow students to acquire and apply knowledge to determine the possible processing routes to produce a metallic part. In lectures, the subjects will be presented and explained, which will allow the consolidation of knowledge that will later be put into practice in labs. Thus, lectures and laboratory classes complement each other in order to provide an integrated learning. Lab works assume an important role in the evaluation of the curricular unit as it is through these that students acquire skills that will allow them to master the different technological routes for metal shaping, as well as the effects of processing on the final part's

structure and performance. Study visits are designed to facilitate the transposition of acquired knowledge to an industrial environment.

Throughout the semester, a constant demand will be placed on knowledge previously acquired (Physical Metallurgy and Metallography, Mechanics of Materials I), and special care will be taken in order to establish firm bridges to subsequent curricular units (Thermal Treatments and Mechanical Treatments, Composites – Materials and Applications, Materials Selection).

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Mikell P. Groover, “Fundamentals of Modern Manufacturing – Materials, Processes and Systems”, 3rd edition, ed. John Wiley & Sons, Inc., (2006), 1022 pp. [ISBN-13 978-0-471-74485-6 / ISBN-10 0-471-74485-9]
J.T. Black, Ronald A. Kohser, “DeGarmo’s Materials & Processes in Manufacturing”, 10th edition, ed. John Wiley & Sons, Inc., (2008), 1036 pp. [ISBN 978-0470-05512-0]
J. Rodrigues, P. Martins, “Tecnologia Mecânica: Tecnologia da Deformação Plástica – Aplicações Industriais” Vol. II, 1ª edição, ed. Escolar Editora (2005) [ISBN 972-592-185-2]
J.M.G. Ferreira, “Tecnologia da Fundição”, 2ª edição, ed. Fundação Calouste Gulbenkian (2007) [ISBN 972-1-0837-2]
J.M.G. Ferreira, “Tecnologia da Pulverometalurgia”, 1ª edição, ed. Fundação Calouste Gulbenkian (2002) [ISBN 972-31-0974-3]

Mapa III - Degradação e Protecção de Superfícies / Surface Degradation and Protection

3.2.1. Unidade curricular:

Degradação e Protecção de Superfícies / Surface Degradation and Protection

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

Rui Jorge Cordeiro Silva - T:24h; PL:28h; OT:6h

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

Maria Teresa Varanda Cidade - T:4h; PL:14h; OT:6h

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

Capacidade de interpretação dos modos de corrosão e das metodologias de protecção em materiais metálicos.

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

Interpretation of corrosion modes and corrosion protection methods in metallic materials.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

- *Introdução à corrosão seca e à corrosão húmida. Humidade relativa. Classificação de atmosferas.*
- *Corrosão seca: princípios termodinâmicos (diagramas de Ellingham) e cinéticos (mecanismos de corrosão). Classificação do tipo de óxidos.*
- *Corrosão húmida: princípios electroquímicos e termodinâmicos (diagramas de Pourbaix). Aspectos cinéticos: curvas de polarização. Modos de corrosão húmida: classificação e identificação, mecanismos e respectivos modos de protecção. Outros modos de corrosão. Corrosão em materiais não metálicos.*
- *Introdução aos revestimentos metálicos. O efeito barreira e a protecção catódica.*
- *Composição, fabrico e caracterização de tintas e vernizes: Componentes de uma tinta/verniz. Constituição de um esquema de pintura e a finalidade de cada um dos seus constituintes: selecção de sistemas de pintura. Formulação e fabrico de tintas. Aplicação de tintas: Ensaios. Factores que afectam o desempenho (performance) da tinta aplicada.*

3.2.5. Syllabus:

Introduction to metallic corrosion forms. Dry and wet corrosion. Relative humidity. Classification of atmospheres.

- *Dry corrosion. Thermodynamic principles. Use of Ellingham diagrams. Corrosion Kinetics: corrosion mechanisms and oxide film growth processes. Oxide types.*
- *Wet corrosion. Electrochemical aspects. Thermodynamic aspects: Pourbaix diagrams. Corrosion kinetics. Wet corrosion forms: classification, recognizing, chemical mechanism and modes of prevention.*
- *Other forms of corrosion in metallic and non-metallic materials.*
- *Introduction to metallic coatings. Barrier effect and cathodic protection of a coating.*
- *Composition, manufacture and characterization of paints and varnishes: Paint/varnish constituents. Establishment of a paint scheme and purpose of each of its components: selection of paint systems. Formulation and manufacture of paints. Paint application: Essays in applied paint. Factors affecting the performance of applied paint.*

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

A compreensão dos principais mecanismos de degradação, especialmente em materiais metálicos, para cada forma de corrosão, a uma escala atómica e macroscópica, o uso de ferramentas termodinâmicas específicas (diagramas de Ellingham e diagramas de Pourbaix, válidos para a corrosão seca e aquosa, respectivamente), o uso de medidas

cinéticas (ensaios electroquímicos e outros testes de corrosão) e a compreensão dos métodos específicos de protecção para cada forma de corrosão, são os principais temas nesta unidade curricular. Estes conhecimentos permitem a identificação ou a previsão do modo de corrosão, a avaliação da velocidade de corrosão e ajudam à escolha da metodologia de protecção apropriada a cada situação, satisfazendo os objectivos propostos para a unidade.

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

The understanding of degradation mechanisms of metallic materials for each corrosion form, at an atomic and macroscopic level, the use of specific thermodynamic tools (Ellingham diagrams and Pourbaix diagrams, respectively, for dry and wet corrosion modes), the use of experimental kinematics measures (polarization curves and other corrosion rate tests) and the comprehension of the specific protection methodologies for each corrosion form, are the main subjects of this syllabus curricular unit. This knowledge's allows the identification or prevision of corrosion forms, evaluation of corrosion rates and assist the selection of an appropriate protection methodology, fulfilling the unit objectives.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os métodos de ensino incluem aulas teóricas com recurso a tecnologias multimédia, resolução de exercícios em aulas teórico-práticas, aulas laboratoriais, visitas a empresas e suporte e-learning na plataforma Moodle da escola.

A avaliação é feita por dois testes escritos e por trabalhos práticos com apresentação final de relatórios. A frequência é obtida por avaliação positiva nos trabalhos práticos realizados.

Dispensam de exame os alunos cuja com nota média dos dois testes seja maior ou igual a 9,5, não podendo ter nota inferior a 7,0 valores em qualquer dos testes.

A nota final da UC contabiliza 25% da nota nos relatórios dos trabalhos práticos + 75% da nota de exame ou dos testes. Para serem contabilizadas, a nota em exame final ou a média nos testes deverá ser igual ou superior a 9,5 em de 20 valores

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

1) Theoretical lectures – once a week, two hour each.

2) Exercises resolution – 8 sessions, three hours each.

3) Laboratory sessions – 5 sessions, three hours each.

Teaching methods include lectures with multimedia technology, in-class resolution of exercises, lab sessions based, e-learning based on a web site on a Moodle platform.

Assessment:

Theoretical part (including problems): two tests and/or exam.

Experimental part: experimental reports and discussion.

Final grade: 75% theoretical grade + 25% experimental grade.

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

Os mecanismos de degradação de materiais metálicos para cada forma de corrosão e o respectivos modos de protecção do material são introduzidos nas aulas teóricas. Ferramentas úteis (diagramas de Ellingham e diagramas de Pourbaix, para a corrosão seca ou húmida, respectivamente) para a previsão e identificação das condições à corrosão, bem como a compreensão das metodologias de protecção (qualitativa e quantitativamente) são explorados em aulas teórico-práticas de problemas. A observação e identificação da forma de corrosão em casos de corrosão documentados recorrendo à projecção de uma colecção de imagens por suporte a tecnologias digitais nas aula teóricas. Demonstrações experimentais de corrosão e medições de velocidades de corrosão são realizadas nas aulas laboratoriais. Visitas de estudo a industrias locais dedicadas à produção, aplicação de revestimentos ou de modificação de superfícies, são um complemento às aulas.

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

The degradation mechanisms of metallic materials for each corrosion form and its corrosion protection modes are explained in theoretical lectures. Practical tools (Ellingham diagrams and Pourbaix diagrams, respectively, for dry and wet corrosion modes) for prevision and recognizing of corrosion conditions, as well comprehension of protection methodologies are explored (qualitatively and quantitatively) in problems sessions. Observation and identification of corrosion forms for a collection of corrosion images are done with multimedia support technology during lectures. Experimental corrosion demonstrations and corrosion rate evaluations are done in laboratory sessions. Student visits to local coating or superficial modification industries are complementary to this unit

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

"Notas para apoio à UC de Degradação de Materiais Metálicos"; Rui Silva, FCT-UNL, 2006.

"Corrosion Engineering", Mars G. Fontana, McGraw-Hill (NY),

"Principles and Prevention of Corrosion", Denny A. Jones, Prentice Hall (USA) .

"Tintas, Vernizes e Revestimentos por Pintura para a Construção Civil", M.I.E. Marques e M.P. Rodrigues, LNEC, Lisboa, 2000.

"Paints, Coatings and Solvents", D. Stoye e W. Freitag (Eds), Wiley-VCH, 1998.

"Introduction to Paint Chemistry and Principals of Paint Technology", J. Bentley e G.P.A. Turner, Chapman & Hall, 4th Ed.

3.2.1. Unidade curricular:

Modelação Computacional de Materiais / Computational Modelling of Materials

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

Maria do Carmo Henriques Lança - TP:35h;OT:3h

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

Guilherme António Rodrigues Lavareda - TP:35h;OT:3h

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam explorar de forma rápida e eficiente modelos de comportamento de sistemas, ou evolução de processos, com que devam lidar na vida académica ou na futura actividade profissional.

A frequente complexidade dos modelos (dificultando soluções analíticas), a necessidade de considerar os efeitos de inúmeras variações dos parâmetros, e a rapidez (eficiência) com que os resultados são geralmente requeridos na prática, torna indispensável o recurso a métodos computacionais. Felizmente, esta tarefa encontra-se hoje muito facilitada pelo crescente poder dos recursos informáticos correntes (PC's) e por isso cursos desta natureza são actualmente leccionados em todas as escolas de engenharia de referência.

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

At the end of this course the student should have the knowledge and developed skills to model quickly and efficiently a given system behavior, or evolution process and deal with it in professional life or in future academic work.

The frequent complexity of the models (difficulting analytical solutions), the need to consider the effects of several parameter variations, and speed (efficiency) with which the results are usually required in practice, makes the use of computational methods an essential aspect. Fortunately, this task is now greatly facilitated by the improvement of current computing resources (PC's) and such courses are currently taught in all schools of reference for engineering.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução ao "Matlab®"*
 - 2. Introdução à programação em Matlab*
 - 3. Introdução à computação científica*
 - 4. Computação científica na modelação de materiais*
 - 5. Técnicas correntes de simulação*
 - 6. Estudos de casos*
- Aplicações concretas em ciência e engenharia de materiais.*

3.2.5. Syllabus:

- 1. Introduction to "Matlab®"*
 - 2. Introduction to Matlab programming*
 - 3. Introduction to scientific computation*
 - 4. Scientific computation for material modeling*
 - 5. Current techniques for simulation*
 - 6. Case studies*
- Specific applications in the area of materials science and engineering.*

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

Os métodos numéricos e as técnicas de programação (algoritmos, linguagem de programação) necessárias à modelação computacional de materiais são introduzidos e explorados com base no programa Matlab® e aplicados a casos introdutórios simples de ciência e engenharia de materiais (casos de estudo), tal como definido nos objectivos da unidade.

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

The numerical methods and programming techniques (algorithms, programming language) necessary for the computational modeling of materials are introduced and explored under the program Matlab® and applied to simple introductory case-studies of materials science and engineering, such as defined in the objectives of the unit.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC é estruturada em duas partes. A primeira envolve a introdução ao MatLab e à programação e ainda pequenos exercícios genéricos de treino (pontos 1, 2 e 3 do programa). A segunda consiste na aplicação do MatLab à simulação computacional de materiais, com ênfase nos métodos numéricos e nas técnicas de simulação. A avaliação consiste em três mini-testes de avaliação sumativa e um teste final, complementada por um trabalho final de projecto e sua discussão.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The course is structured in two parts. The first part involves the introduction to MatLab software and programming techniques and also solving small generic training exercises (points 1, 2 and 3 of the program). The second part (points 4, 5 and 6 of the program) is the application of MatLab to computer simulation of materials, with emphasis on numerical methods and simulation techniques. The course assessment consists of three mini-tests and a final test, complemented by a final project and its discussion.

3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Modelos físicos são traduzidos em algoritmos nas aulas teóricas, onde alguns casos de estudo são estudados usando a linguagem de programação do Matlab. Nas aulas práticas são introduzidas as ferramentas básicas de funcionamento do programa Matlab e os algoritmos dos casos de estudos são explorados e desenvolvidos em maior detalhe, de forma a que os alunos adquiram as metodologias de raciocínio de desenvolvimento e aplicação de análise numérica (algoritmos) e sua implementação numa linguagem de programação de alto nível.

3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Physical models are transposed into algorithms in the lectures, some case-studies are analysed using the programming language of Matlab. In the practical classes the basic tools are introduced for programming in Matlab and the algorithms of the case-studies are explored and developed with greater detail so that students acquire the methods of reasoning, development and application of numerical analysis (algorithms) and its implementation in a high level programming language.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

- Steven C. Chapra, *Applied numerical methods with MATLAB for engineers and scientists*, 2ª ed., Mc-Graw Hill, New York, 2008
- Desmond J. Higham & Nicholas J. Higham, *Matlab guide*, 2ª ed., SIAM, Philadelphia, 2005
- Steven C. Chapra & Raymond P. Canale, *Numerical methods for engineers*, 2ª ed., Mc-Graw Hill, New York, 1988 (edição mais recente 7ª ed)
- John H. Mathews & Kurtis D. Fink, *Numerical methods : using MATLAB*, 4ª ed., Pearson, New Jersey, 2004
- Cleve B. Moler, *Numerical computing with MATLAB*, 1ª ed, The MathWorks, Inc, SIAM, Philadelphia, 2004
- Curtis F. Gerald & Patrick O. Wheathley, *Applied numerical analysis*, 7ª ed., Addison Wesley. Boston, 2004

Artigos de Revistas Científicas com relevância para as matérias leccionadas.

Mapa III - Planeamento e Controlo da Qualidade / Quality Planning and Control

3.2.1. Unidade curricular:

Planeamento e Controlo da Qualidade / Quality Planning and Control

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

José Fernando Gomes Requeijo - T:28h;PL:42h;OT: 6h

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

n/a

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

Pretende-se que os estudantes adquiram competências e capacidades que lhes permitam:

-Compreender o papel do Desenho de Experiências (DoE), Métodos de Taguchi e Controlo Estatístico de Processos (SPC) na melhoria da qualidade

-Reconhecer onde se deve utilizar a metodologia do DoE

-Aplicar os Métodos de Taguchi e comparar com o DoE

-Reconhecer a importância do SPC na melhoria dos processos

-Aplicar o SPC

-Analisar a capacidade do processo

-Implementar a metodologia 6-Sigma e integrar o DoE e o SPC na aplicação dessa metodologia

Paralelamente, os alunos devem desenvolver algumas "soft skills", como a capacidade de participar criativamente em

equipas de trabalho pluridisciplinares, o desenvolvimento de um espírito crítico e a facilidade de diálogo e de comunicação.

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

The main purpose of Quality Planning and Control is to provide to students the ability to:

-Understand the role of Design of Experiments, Taguchi Methods and Statistical Process Control (SPC) within a TQM environment

-Recognize when DoE should be applied

-Use the Taguchi methods and compare them to DoE

-Recognize the importance SPC might have in product and process improvement

-Apply the methodology for implementing statistical control charts

-Study the process capability

-Implement the 6-Sigma methodology and use DoE and SPC within the 6-Sigma approach.

Simultaneously, the students shall develop their skills in problem solving, team working, critical thinking and communication

3.2.5. Conteúdos programáticos:

1.Introdução

2.Estatística na Modelação da Qualidade

3.Desenho de Experiências (DoE)

-Metodologia

-Desenho com 1 e 2 factores a vários níveis

-Factorial completo

-DoE com vários factores a 2 níveis

-DoE fraccionado com factores a 2 níveis

-DoE com factores a 3 níveis

4.Métodos de Taguchi

-Função de Perda

-Índices S-N

-Experiências de confirmação

5.Controlo Estatístico do Processo

-Causas especiais e comuns de variação

-Cartas de controlo de variáveis e atributos

-Estudos da capacidade do processo

6.Metodologia 6-Sigma

3.2.5. Syllabus:

1.Introduction

2.Statistics in quality modelling

3.Design of Experiments (DoE)

-Methodology

-DoE of 1 and 2 factors with many levels

-Full Factorial Design

-Two-level Factorial Designs

-Two-level Fractional Factorial Designs

-Three-level Factorial Design

4.Taguchi Methods

-Loss Function

-Signal-to-Noise Ratio

-Confirmatory trials

5.Statistical Process Control

-Causes of variation

-Traditional Control Charts for Variables

- Control Charts for Attributes

-Process capability

5.Six-Sigma Methodology

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

No capítulo 1 abordam-se temas gerais, como a evolução do conceito da qualidade, principais referenciais, técnicas de informação e comunicação, gestão do conhecimento.

Na “Estatística na modelação da qualidade” são desenvolvidas metodologias com a aplicação de técnicas estatísticas aos problemas reais.

No Desenho de Experiências clássico/Taguchi desenvolvem-se metodologias na melhoria/optimização dos processos produtivos.

No SPC são introduzidos conceitos básicos de forma a caracterizar/monitorizar os processos.

No Seis Sigma são definidas abordagens na perspectiva do aumento da qualidade e redução de custos de processos existentes.

Procura-se fomentar algumas soft skills em contexto empresarial, como a capacidade de participar criativamente em equipas de trabalho, o desenvolvimento de um espírito crítico e a facilidade de diálogo e comunicação.

3.2.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit’s intended learning outcomes:

Chapter 1 discusses general issues on quality management: the evolution of the quality concept, standardization, models of self-evaluation of performance, information and communication technologies.

The chapter "Statistics in quality modeling" is focused on oriented methodologies towards the application of statistical techniques to real problems.

The chapter "Design of Experiments and Taguchi Methods" is focused on the application of these methodologies in the process improvement/optimization.

The basic concepts for the statistical monitoring of processes are developed in the subject SPC.

The improvement of processes regarding quality, variability and production costs is addressed in the Six Sigma

Through the teaching and learning practices, the students will also develop their skills in problem solving, team working, communication and critical thinking.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A estratégia pedagógica adoptada assenta no princípio de separação entre aulas teóricas e práticas, leccionando-se uma aula teórica (2h) e uma aula prática (3h) por semana.

As aulas teóricas decorrem com uma exposição oral da matéria, acompanhada por pequenos exemplos práticos que permitem uma melhor apreensão dos conceitos teóricos e ajudam a incentivar a participação dos alunos durante as aulas. A aprendizagem é complementada pela resolução de exercícios dentro e fora das aulas e por trabalhos laboratoriais.

A frequência é obtida através da realização, em grupo, de 1 trabalho prático laboratorial, elaboração e discussão do respectivo relatório. A aprovação e a classificação final na disciplina é feita tendo em consideração o trabalho prático e os resultados de dois testes a realizar ao longo do ano lectivo. A classificação final é obtida a partir das classificações dos 3 elementos de avaliação.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The main concepts, approaches and techniques are explained in the theoretical lectures. During the explanation of subjects the students participation is stimulated. In the problem-solving sessions, students are grouped in teams and solve exercises about the main topics. The teams also solve a few exercises as homework. In the laboratory sessions, the teams perform two small projects, the first one on Design of Experiments and the second on SPC.

Student assessment:

-To be admitted in the final exam, the student must participate in teamwork activities (one lab group project).

-The final grade takes into consideration the following components: (1) one lab group project, (2) two assessment tests.

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

As aulas teóricas decorrem com uma exposição oral da matéria, acompanhada por exemplos que permitem uma melhor apreensão dos conceitos teóricos.

No que respeita às aulas práticas, têm-se adoptado práticas pedagógicas que motivem os estudantes a participar construtivamente em grupos de trabalho. Durante algumas das aulas práticas os alunos resolvem exercícios de aplicação sobre os métodos expostos durante as aulas teóricas. Para além dos exercícios resolvidos nas aulas, os alunos têm de resolver outros fora das aulas. Pretende-se, por esta via, contribuir para uma melhor aprendizagem das matérias leccionadas (saber-saber e saber-fazer), estimular o trabalho em grupo e a capacidade crítica dos estudantes e, ainda, incentivar os estudantes a estudarem a matéria de forma continuada durante o semestre.

Para além dos exercícios, os estudantes têm de realizar, em grupo e também durante as aulas, um trabalho laboratorial.

Este trabalho consiste na implementação da metodologia do Desenho de Experiências aplicada a uma catapulta, especialmente concebida para fins didácticos, que permite efectuar várias experiências até um máximo de sete factores a dois ou três níveis cada. Os alunos têm de planear a matriz de experimentação, executar várias replicações da matriz e proceder à respectiva análise de resultados, com o intuito de identificar os factores significativos e os níveis que conduzem à optimização do objectivo fixado pelos docentes.

Para analisar os resultados experimentais do trabalho realizado, os estudantes utilizam um “software” específico, como seja o “Statística”, o que permite também treiná-los na utilização desta ferramenta informática.

Este trabalho contribui em larga escala para uma melhor apreensão dos conceitos teóricos expostos nas aulas e uma aprendizagem da aplicação do DoE a situações reais, como seja aprender a planear experiências de forma científica, executá-las e analisar os resultados de forma a identificar os factores significativos e os seus melhores níveis.

Para além de uma melhor aprendizagem das matérias, resultante das metodologias de ensino adoptadas, os trabalhos em grupo têm-se revelado essenciais no desenvolvimento de competências a nível de trabalho em equipa, desenvolvimento de espírito crítico e facilidade de comunicação.

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

The main concepts, approaches and techniques are explained in the theoretical lectures (2 hours per week). The lecture starts with a brief summary of the subjects exposed in the previous lecture, followed by the explanation of subjects planned for that day, stimulating as much as possible the students participation. In the problem-solving sessions (3 hours per week), the students, which are grouped in teams, solve exercises about the main topics. The teams also have to solve a few exercises as homework. These teaching methodologies have proven to be crucial for a better learning of the topics included in the course.

In addition to the exercises, students have to develop, also in teams, one laboratory project.

This project regards the application of Design of Experiments to a catapult, designed specifically for teaching purposes, which allows to perform multiple experiments until a maximum of seven factors at two or three levels each. Students have to plan the experimental array, run multiple replications of the matrix and proceed to the analysis of results, in order to identify the significant factors and levels that lead to optimization of the objective set by the teachers.

To analyze the experimental results of the project, students use a specific software, such as “Statística”, which allows also to train them in using this tool.

This project contributes largely to a better understanding of theoretical concepts exposed in class, as well as to a better learning of the application of DoE to real situations, like the students learn planning experiences in a scientific way, run them and analyze the results to identify the significant factors and their best levels.

Additionally to better learning, the teaching methodologies adopted have proved to be essential in developing soft skills such as teamwork, critical thinking and communication skills.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

-Montgomery, D. C. (2001), Introduction to Statistical Quality Control, 4.ª ed., John Wiley & Sons, New York-

-Montgomery, D. C. (2001), Design and Analysis of Experiments, 5.ª ed., John Wiley & Sons, New York

-Peace, G. S., (1993), Taguchi Methods: A Hands-On Approach to Quality Engineering, Addison-Wesley Publishing Company, New York.

-Pereira, Z.L. e Requeijo, J.G. (2012), Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos, 2ª Edição, FFCT-UNL, Lisboa

-Pyzdek, T. (1999), Quality Engineering Handbook, Marcel Dekker, New York

-Ryan, T. P. (2000), Statistical Methods for Quality Improvement, 2.ª ed., John Wiley & Sons, New York

-Taguchi, G. (1986), Introduction to Quality Engineering, UNIPUB, White Plains, New York.

Mapa III - Tecnologias de Revestimentos e Películas Finas / Coatings and Thin Films Technologies

3.2.1. Unidade curricular:

Tecnologias de Revestimentos e Películas Finas / Coatings and Thin Films Technologies

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

Hugo Manuel Brito Águas - T:28h; PL:21h; OT:3h

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

Rita Maria Mourão Salazar Branquinho - PL:21h; OT:3h

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

Pretende-se com esta UC dar a conhecer aos alunos as tecnologias de revestimentos e películas finas mais utilizadas nos processos de revestimento quer do ponto de vista funcional quer estrutural.

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

The aim of this course is to acquaint the students with the technology of coatings and thin films commonly used in coating processes from the functional and structural point of view.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Pretende-se com esta UC dar os fundamentos teóricos e práticos das tecnologias de revestimentos e películas finas utilizadas actualmente. Será feita uma parte introdutória referente à classificação e tipo de requisitos das tecnologias ao que se seguirá as seguintes tecnologias: pulverização catódica (dc e rf); deposição química de vapores; deposição química de vapores assistida por rf; evaporação térmica e sol-gel, spray pirólise; deposição assistida por laser. Serão dados exemplos de diferentes tipos de revestimentos. O programa termina com as técnicas de caracterização mais utilizadas em termos de estrutura, composição e propriedades físicas.

3.2.5. Syllabus:

The aim of this course is to give the theoretical and practical technologies of coatings and thin films currently used. Will be given an introduction on the classification and type of technology requirements to be followed by the following technologies: sputtering (dc and rf), chemical vapor deposition, chemical vapor deposition assisted by rf; thermal evaporation and sol-gel spray pyrolysis, laser assisted deposition. Examples of different types of coatings will be given. The program concludes with the characterization techniques used for characterize structure, composition and physical properties.

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

Os fundamentos teóricos relacionados com as várias técnicas de revestimentos e produção de filmes finos serão fornecidos aos alunos. Esse conhecimento serão depois aprofundados e cimentados através das aulas de laboratórios onde os alunos realização diferentes trabalhos: O estudo do plasma; produção de filmes pelas diferentes técnicas e respectiva caracterização. É uma UC muito aplicada.

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

The theoretical foundations related to the various techniques of production coatings and thin films are provided to students. This knowledge will then be deepened and cemented through classes in laboratories where students holding different practices: A study of the plasma, production of films by different techniques and their characterization. It is a very applied discipline.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas são realizadas com recurso á apresentação em powerpoint. Os trabalhos de laboratório incluem uma componente de aplicação através de exercícios e depois o trabalho experimental. Realização de um teste escrito (50%) e realização de um relatório que inclui todos os trabalhos práticos realizados em laboratório (50%).

Número de trabalhos práticos previsíveis realizar - 4 a 5 trabalhos de laboratório. Os guiões (bem como conjunto de problemas/exercícios sobre a matéria) serão fornecidos pelo Assistente da UC.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The lectures are conducted using the powerpoint presentation. The laboratory work includes an application component through exercises and then the experimental work. Realization of a written test (50%) and complete a report that includes all the practical work in laboratory (50%).

Number of practical achieve predictable - 6-7 lab work. The scripts (and set of problems / exercises on the matter) will be provided by the professor.

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

Os fundamentos teóricos relacionados com as várias técnicas de revestimentos e produção de filmes finos serão fornecidos aos alunos. Esse conhecimento serão depois aprofundados e cimentados através das aulas de laboratórios onde os alunos realização diferentes trabalhos: O estudo do plasma; produção de filmes pelas diferentes técnicas e respectiva caracterização. É uma UC muito aplicada.

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

The theoretical foundations related to the various techniques of production coatings and thin films are provided to students. This knowledge will then be deepened and cemented through classes in laboratories where students holding different practices: A study of the plasma, production of films by different techniques and their characterization. It is a very applied discipline.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

D. Smith, Thin Film Deposition, McGraw Hill, 1995

H. Glaser, Large area glass coatings, Von Ardenne Anlagentechnik, 2000

Acetatos e guiões disponíveis no CLIP e Moodle

Mapa III - Materiais e Tecnologias de Mostradores Planos / Flat Panel Displays Materials and Technologies**3.2.1. Unidade curricular:**

Materiais e Tecnologias de Mostradores Planos / Flat Panel Displays Materials and Technologies

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

Pedro Miguel Cândido Barquinha - T:28h

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

Joana Maria Dória Vaz Pinto Morais Sarmiento - PL:42h; OT:6h

Rita Maria Mourão Salazar Branquinho - PL:42h; OT:6h

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

No final da unidade curricular pretende-se que o aluno tenha noções consolidadas sobre os materiais, estrutura, fabrico e funcionamento de diferentes tipos de mostradores planos, destacando-se os LCDs e OLEDs no mercado high-end e os electroforéticos e electrocrómicos no low-end, tecnologias dominantes no panorama actual e futuro do mercado, assim como das diferentes formas e tecnologias de endereçamento destes mostradores.

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

At the end of this course the students should have solid knowledge on the materials, structure, fabrication and operation of different flat panel displays, with special relevance on LCDs and OLEDs for the high-end market and electrophoretics and electrochromics for the low-end, which are the dominant technologies of the actual and upcoming market, as well as the different addressing schemes and technologies for this displays.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

T:

Introdução: evolução histórica, importância, aplicações e mercado, classificação e principais parâmetros de caracterização

Fundamentos de luz, óptica e percepção visual

Substratos para mostradores: propriedades, vantagens e limitações de substratos rígidos e flexíveis. A problemática do índio em mostradores.

LCDs: introdução aos cristais líquidos, polarização e birrefringência, célula TN, tipos de endereçamento.

AMLCDs: requisitos, comparação entre diferentes tecnologias de TFTs. Optimização: brilho, contraste, ângulo de visão, tempo de resposta, cintilação, artefactos de imagem, consumo energético.

Mostradores electroluminescentes: OLEDs, TFELs e LEDs

Matrizes activas para sensores de raios-X

Touch-screens

3D e tecnologias alternativas em mostradores

P:

Fabrico e caracterização de LCD e electrocrómicos com matriz passiva

Montagem e teste de AMLCD

Problemas: endereçamento de mostradores

Análise de OLED e LCDs comerciais

3.2.5. Syllabus:

T:

Introduction: historical background, importance, applications and market, classification and main characterization parameters

Fundamentals of light, optics and visual perception

Substrates for displays: properties, advantages and limitations of rigid and flexible substrates. The problematic of indium in displays

LCDs: introduction to liquid crystals, polarization and birefringence, TN cell, addressing schemes

AMLCDs: requirements, comparison of different TFT technologies. Optimization: brightness, contrast, viewing angle, response time, flicker, image artifacts, power consumption

Electroluminescent displays: OLEDs, TFELs and LEDs

Active matrices for X-ray sensing

Main technologies of touch-screens

3D and alternative technologies in FPDs

P:

Fabrication and characterization of LCD and electrochromic displays with passive matrix

Assembly and test of AMLCD

Questions regarding addressing schemes in displays

Lab analysis of commercial OLED and LCD displays

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

Nesta fase avançada do mestrado integrado (4º ano) os alunos já possuem conhecimentos sobre materiais e electrónica que lhes permitem compreender perfeitamente os conceitos abordados. Procura-se por isso, não descuidando uma minuciosa análise de todos os aspectos relevantes das várias tecnologias de mostradores (principalmente dos mais relevantes, LCDs e OLEDs), investir algum do tempo lectivo em questões de análise de mercado (fulcral numa área tão importante como os mostradores) e de engenharia, no sentido de avaliar se uma determinada tecnologia de mostradores é viável para produção em larga escala.

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

At this advanced stage of the integrated master's (4th year) the students have already solid knowledge on materials and electronics, allowing them to perfectly understand all the explored concepts. Given this, without neglecting a detailed analysis of the relevant aspects of the different display technologies (mostly the most important, LCDs and OLEDs), some of the lecture time is dedicated to market analysis (crucial in such a relevant area as this one) and engineering, to evaluate if a certain technology is viable for large scale production.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O programa está articulado entre aulas teóricas e práticas, 2 e 3 horas semanais, respectivamente. Nas teóricas expõe-se oralmente a matéria, suportada por ppts com informação detalhada e actualizada, fomentando-se a discussão relativamente à viabilidade de implementação dos materiais e processos a nível industrial. As aulas de laboratório visam o fabrico e caracterização de mostradores LCDs e electrocrómicos, procurando sensibilizar os alunos para os problemas que surgem durante o fabrico e de que forma podem limitar o funcionamento do mostrador. São também analisados mostradores comerciais de modo a compreender como são desenhadas e integradas as várias camadas constituintes. Os alunos são avaliados por dois testes teóricos efectuados ao longo do semestre, ou alternativamente um exame (60 % nota final) e por dois pequenos relatórios em grupo sobre os trabalhos práticos (40 %). A frequência implica presença nas aulas práticas e aprovação no relatório.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The program is divided in theoretical and lab classes, 2 and 3 hours per week, respectively. Lectures are supported by ppts with updated and detailed information, which are then given to the students. Several practical examples are presented, having always in mind to discuss the viability of implementation of the materials and processes at an industrial scale. The lab classes aim to fabricate and characterize different displays (LCDs and electrochromic), aiming to show the students the different issues found during the fabrication process and how they affect the operation of the final display. During the lab classes commercial displays are also analyzed to understand how the composing layers are designed and assembled. The students are evaluated with two tests or alternatively a final exam (60 % of final mark) and by two small group reports about the lab classes (40 %). The frequency requires that the students attend the lab classes and that their report is approved.

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

Dada a constante evolução e importância do mercado dos mostradores, é imperativo que a informação facultada nas aulas teóricas seja sempre actualizada, reflectindo o estado da arte actual não só das diferentes tecnologias de backplane e frontplane de mostradores, bem como dos materiais que neles vão sendo introduzidos. As limitações de cada tecnologia são discutidas, tendo em conta diferentes campos de aplicação, nomeadamente em mostradores de baixo custo, ou de elevada performance ou ainda nos campos emergentes de mostradores flexíveis e transparentes. Toda esta informação, bem como referências que permitem aprofundá-la ainda mais, é facultada aos alunos após cada aula teórica.

As aulas práticas estão perfeitamente coordenadas com as temáticas das aulas teóricas, procurando que os alunos usem várias técnicas de fabrico para produzirem mostradores. São exploradas quer tecnologias de mostradores mais convencionais (LCDs) quer outras agora emergentes (electrocrómicos). Diferentes graus de complexidade serão conferidos a tais mostradores: por exemplo, com base em trabalho de investigação desenvolvido no grupo, os alunos chegam até a fazer integração de um frontplane de LCD com uma matriz activa composta por TFTs transparentes. A grande maioria dos equipamentos de produção e caracterização são operados pelos alunos, dando-se sempre espaço à análise crítica dos resultados obtidos, fomentando que sejam os alunos a sugerir quais as técnicas ou metodologias que permitem ultrapassar as dificuldades verificadas aquando da produção ou caracterização dos mostradores.

A análise de mostradores comerciais permite também que os alunos vejam em produtos do "mundo real" como as várias camadas referidas nas aulas teóricas se integram e de que forma são projectados os mostradores que usamos no dia a dia.

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

Given the constant evolution and importance of the display's market, it is imperative that the information given to the students during the lectures is updated, reflecting the current state of the art not only of the different backplane and frontplane technologies of displays, but also of the new materials that are constantly being introduced on them. The limitations of each technology are discussed, having in mind different fields of application, namely displays with low cost, or with high performance or even the emerging fields of flexible and transparent displays. All this information, as well as bibliographic references allowing to further explore the thematics are supplied to the students after each lecture.

The lab classes are perfectly articulated with the lectures, having the objective of allowing the students to fabricate and characterize displays. Different frontplane and backplane technologies are explored: LCDs and electrochromic, passive and active matrix addressing. As an example of integration with ongoing works in research activities, students assemble an LCD frontplane to an active matrix based on transparent TFTs. Most fabrication and characterization equipments are operated by the students, and critical analysis of the obtained results always takes place, trying to stimulate the students to suggest which techniques or methodologies allow to surpass the difficulties found when fabricating and characterizing the active matrix.

The analysis of commercial displays allows the students to interact with real world products, enabling them to see how the different layers mentioned during the lectures are integrated and how the displays that we use in our daily lives are designed.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

J.-H. Lee, D. N. Liu, and S.-T. Wu, Introduction to Flat Panel Displays, West Sussex, UK: John Wiley & Sons Ltd., 2008

G.P. Crawford, Flexible Flat Panel Displays, West Sussex, UK: John Wiley & Sons Ltd., 2005

A.K. Bhowmik, Z. Li, and P.J. Bos, Mobile Displays: Technology and Applications, West Sussex, UK: John Wiley & Sons Ltd., 2008

R.R. Hainich and O. Bimber, Displays: Fundamentals & Applications, Boca Raton, USA: CRC Press, 2011

Mapa III - Materiais Celulósicos e Papel / Cellulosic Materials and Paper

3.2.1. Unidade curricular:

Materiais Celulósicos e Papel / Cellulosic Materials and Paper

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

Luís Miguel Nunes Pereira - T:14h; PL:42h; OT:6h

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

Rodrigo Ferrão de Paiva Martins - T: 4h

Susete Maria Brazão Nogueira Fernandes - T:10h; PL:42h; OT:6h

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

Esta UC permitirá adquirir uma formação adicional na área dos polímeros de modo a compreender as características próprias da celulose e seus derivados e o seu impacto nos sectores industriais e no desenvolvimento de novos materiais. Esta UC tem os seguintes objectivos pedagógicos: transmitir ao aluno um conjunto integrado de informação que se pensa ser útil, tanto para a aquisição de conhecimentos adicionais sobre um conjunto de materiais, como promover a procura de conhecimentos sobre o modo de utilizar os polímeros celulósicos em novas aplicações. Pretende-se estimular a capacidade de pesquisa, de síntese e de comunicação oral através da realização de relatórios de laboratório e sua discussão.

O objectivo científico central é o de consolidar e alargar o conhecimento dos alunos na área dos materiais poliméricos pelo conhecimento de novos polímeros de origem natural fonte potencial de novos materiais com propriedades mecânicas e ópticas excepcionais.

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

This course is recommended for students who want to deepen their learning in the area of polymeric materials to acquire additional training in order to understand the characteristics of cellulose and its derivatives and their impact on industrial sectors and on the development of new materials. This course has the following educational objectives: to offer the student an integrated set of information which promotes the pursuit of knowledge on how to use cellulosic materials to develop new applications. We intend to stimulate the ability of the students to organize and defend their work by doing laboratory works and reports.

The central scientific objective is to consolidate and extend students' knowledge in the field of polymeric materials by introducing an old natural material which is a potential source of new materials with exceptional mechanical and optical properties.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Introdução: Polímeros naturais. Principais polímeros naturais; Celulose: Constituição e Estrutura: análise estrutural. Estrutura cristalina da celulose. Celulose amorfa.

Compósitos LenhoCelulósicos: A madeira; A cortiça; O algodão. Fabrico do papel. Derivados Celulósicos: Classificação. Reacções de modificação da celulose. Reacções de reticulação. Reacções de Enxerto. Preparação de filmes e fibras e sua caracterização. Interacção Derivados Celulósicos/Solvente: Caracterização reológica. Derivados celulósicos solúveis em água. Ponto de gelificação e gelificação térmica. Polímeros Líquidos Cristalinos Celulósicos: Classificação. Propriedades ópticas e teoria da fase nemática quiral. Mesofases termotrópicas. Propriedades Reológicas dos derivados celulósicos termotrópicos e liotrópicos. Compósitos celulósicos: Preparação de misturas e de microcompósitos. Obtenção de filmes e fibras Aplicações da Celulose e Seus Derivados como Materiais Biocompatíveis.

3.2.5. Syllabus:

Introduction: Natural polymers. Major natural polymers; Cellulose: Constitution and Structure: structural analysis. crystalline structure. Amorphous cellulose.

Lignocellulosic composites: Wood, Cork, Cotton. Paper manufacture. Cellulose Derivatives: Classification of cellulose derivatives. Modification reactions of cellulose. Crosslinking reactions. Graft derived cellulose. Preparation of films

and fibers and their characterization. Cellulose Derivatives interaction / Solvent: rheological characterization. Water-soluble cellulose derivatives. Gel point. Cellulose Liquid Crystalline Polymers: Classification. Optical properties of chiral nematic phase theory for the chiral nematic phase. Thermotropic mesophases. Rheological properties of thermotropic and lyotropic phases. Cellulosic composites: Preparation of mixtures and micro composites. Films and fibers preparation. Applications of Cellulose and Its Derivatives as Biocompatible Materials.

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

A celulose possui um papel único entre os materiais poliméricos. A partir das investigações de Anselme Payen (1842) foi um dos primeiros polímeros a ser sistematicamente estudado. É um polímero natural, biodegradável, biocompatível e biomimético. O estudo dos materiais celulósicos é interdisciplinar. A abordagem adoptada tem em conta os conhecimentos adquiridos nas UC de Química e Física de Polímeros e pretende dar uma visão da celulose como material do futuro em termos de aplicações tecnológicas. Começa-se por abordar aspectos fundamentais sobre a estrutura da celulose, as principais indústrias em que é aplicada, as reacções químicas mais utilizadas para a sua modificação e os modelos físicos que nos ajudam a interpretar o seu comportamento de modo a prever a sua utilização nas indústrias químicas e farmacêuticas. Por fim é dada uma nova visão sobre a aplicabilidade dos materiais celulósicos; cristais líquidos e materiais biocompatíveis.

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

Cellulose has a unique role among the polymeric materials. From the investigations of Anselme Payen (1842) was one of the first polymers to be systematically investigated. It is a natural polymer, biodegradable, biocompatible and biomimetic. The study of cellulose materials are interdisciplinary. The approach takes into account the knowledge acquired in the disciplines of Chemistry and Physics of Polymers and it is supposed to give the student an overview of cellulosic materials as ancient materials for technological applications in the future. We first discuss basic aspects about the structure of cellulose, the chemical reactions commonly used for its modification and physical models that help us to interpret its behavior in solution allowing their use in chemical and pharmaceutical industries. Finally a new view on the applicability of cellulosic materials, such cellulosic biocompatible liquid crystalline materials, will be given to students.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A exposição da matéria utilização de quadro negro, animações, figuras e esquemas em “data-show”, utilização de modelos moleculares das estruturas moleculares poliméricas. O material suporte apresentado em “data-show” será posto à disposição dos alunos.

Ao longo do semestre serão realizados diferentes trabalhos de laboratório, um miniteste e um exame final. A frequência é dada pela realização do trabalho laboratorial. A classificação final (NF1) é calculada considerando, o relatório do trabalho realizado (A), a apresentação oral e discussão do trabalho (B) e a classificação no miniteste (C), a contribuição para NF1 será de 40% de B e de 60%(30%A e 30%C) de A+C. A classificação final pode também ser calculada por $NF2=(E+NL)/2$ em que $NL=0.4A+0.6B$ e E é a classificação no Exame final. A aprovação implica, frequência, nota mínima, 8/20 valores, no miniteste e exame e classificações superiores a 10 valores em NF1 ou NF2.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The course in the classroom is done by using, blackboard, animations, pictures and diagrams in "data show", illustrated by the use of molecular models, representing different types of polymer molecular structures. The support material will be made available to students.

During the semester different laboratory works as well as a mini-test and a final exam will be performed. The frequency is given by the laboratory work. The final classification (NF1) is calculated considering the written report of the lab work (A), the oral presentation and discussion of the work (B) and the classification in the mini-test (C), the contribution for NF1 will be 40% of B and 60% (30% a and 30% C) of A + C. The final classification can also be calculated by $NF2=(E + NL)/2$ where $NL=0.4A+0.6B$ and E is the classification in the final exam. The approval implies, frequency, the minimum classification score of, 8/20, in the mini-test and exam and the final classification of 10 points in NF1 or NF2.

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

As aulas teóricas desta UC serão repartidas por oito capítulos dedicando-se 2 aulas teóricas ao capítulo I, Introdução, 3 aulas teóricas ao capítulo II celulose: constituição e estrutura. Capítulo III Compósitos lenho celulósicos 5 aulas teóricas, capítulo IV, Derivados Celulósicos, 4 aulas teóricas, capítulo V, interacção derivados celulósicos/solvente, 5 aulas teóricas, capítulo VI polímeros líquido cristalinos celulósicos, 5 aulas teóricas, capítulo VII, compósitos celulósicos, 3 aulas teóricas e capítulo VIII, aplicações da celulose e seus derivados como materiais biocompatíveis, 1 aula teórica. As 13 aulas práticas são organizadas em 3 aulas de resolução de problemas e 9 aulas de trabalhos experimentais. A cada um dos trabalhos de laboratório são atribuídas aulas práticas. Os problemas resolvidos nas aulas práticas têm como suporte os resultados experimentais obtidos durante a realização dos trabalhos experimentais. Desta forma pretende-se que os alunos aprendam a interpretar e a tratar a informação experimental que obtiveram. O conjunto de dados obtidos permitirão aos alunos determinar, para os polímeros celulósicos, diferentes parâmetros, que foram descritos em detalhe nas aulas teóricas, como sejam: comprimento de persistência e diâmetro hidrodinâmico característicos do sistema polímero celulósico/solvente; Propriedades mecânicas de filmes e fibras celulósicas compósitas, módulo de elasticidade, tensão de cedência, tensão de ruptura, alongamento percentual até à fractura, percentagem de redução de área à fractura; parâmetros estruturais da fase nemática de um cristal líquido celulósico; grau de substituição, temperaturas de transição de derivados celulósicos modificados. As aulas práticas estão organizadas de modo a ilustrar, essencialmente os capítulos III, IV, V, VI e VII leccionados nas aulas teóricas. Os capítulos I e II são de índole descritiva. O capítulo VIII será tratado como um seminário, será diferente em função do

assunto escolhido. O conjunto de trabalhos de laboratório proposto pressupõe que os alunos dominam as técnicas experimentais associadas a cada um deles (conhecimentos adquiridos nas UC de polímeros). A preparação dos trabalhos práticos é realizada antecipadamente pela leitura atenta do respectivo guião e pela consulta da bibliografia especializada que é entregue aos alunos, pelo docente da UC. Com os trabalhos de laboratório pretende-se consolidar, para o caso dos materiais celulósicos, os conhecimentos já adquiridos das técnicas e métodos experimentais, pelo que os trabalhos de laboratório podem decorrer em simultâneo para grupos diferentes. Para cada grupo, na aula de resolução de problemas, serão tratados os resultados experimentais e resolvidos problemas decorrentes do trabalho realizado na aula anterior. Um mapa com a rotatividade dos trabalhos será elaborado para cada ano lectivo. Em relação ao capítulo III será realizada uma visita de estudo.

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

The lectures of this course will be divided into eight chapters devoted to: Chapter I (2 lectures); Chapter II (3 lectures); Chapter III (5 lectures); Chapter IV (4 lectures); Chapter V (5 lectures); Chapter VI (5 lectures); Chapter VII (3 lectures); Chapter VIII (1 lecture). The 13 practical courses are organized into three classes of problem solving and nine classes of experimental work. Each of the laboratory work will generate the problems that are solved in practical lessons meaning that the problems solved during lectures are supported by experimental results obtained during the course of experimental work. Thus it is intended that students learn to interpret and treat the experimental data they obtained. The data set will enable students to determine different cellulosic physical parameters, which were described in detail in lectures such as: characteristic cellulosic/solvent persistence length and hydrodynamic diameter and mechanical properties, such as elastic modulus, yield point, tensile strength, percentage elongation to fracture, the percentage reduction of the fracture area, of films and cellulosic fibers, structural parameters of the nematic phase of liquid crystal cellulosic system will also be obtained, degree of substitution and transition temperatures. The practical classes are organized to illustrate mainly the subjects taught in chapters III, IV, V, VI and VII. Chapters I and II are descriptive in nature. Chapter VIII will be a seminar given by an invited specialist and does not have associated laboratory work. The set of proposed laboratory work requires that students were approved in previous polymer disciplines. The preparation of practical work is done in advance by reading the scripts and by consulting the relevant literature that is delivered to students, fifteen days prior to the completion of work. With the laboratory work is intended to consolidate, for the case of cellulosic materials, the knowledge already acquired for polymers in general. For each group, in class problem solving, experimental results will be dealt with and problems resulting from work done in the previous class will be solved. Considering Chapter III a study visit will be performed to one pulp cellulose industry in Portugal.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

P.J. Flory "Principles of Polymer Chemistry", Cornell University Press, Ithaca, N.Y. (1953)

R.D. Gilbert, Cellulosic Polymers, Blends and Composites, Hanser, Munich (1994)

W. Hamad, Cellulosic Materials, Kluwer Academic Publishers, London (2001)

P.A. Williams, Cellulosic pulps, fibres and materials, Woodhead Publishing Ltd, Cambridge (2000)

N.-S. Hon, N. Shiraishi, Wood and Cellulosic Chemistry, Marcel Dekker, N.Y. (2000)

Mapa III - Superfícies e Interfaces / Surfaces and Interfaces

3.2.1. Unidade curricular:

Superfícies e Interfaces / Surfaces and Interfaces

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

João Pedro Botelho Veiga - T:14h;PL:21h;OT:6h

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

Ana Catarina Bernardino Baptista - PL:21h; OT:6h

Rita Maria Mourão Salazar Branquinho - T:14h;OT:6h

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

Fornecer aos alunos conhecimentos específicos relativos à problemática das superfícies e interfaces em materiais.

Nesta UC pretende-se que os alunos adquiram as noções básicas dos fenómenos relacionados com interfaces e superfícies em geral; que aprendam a utilizar técnicas de caracterização de superfícies como ângulo de contacto, tensão superficial; viscosidade, potencial zeta e DLS, BET; modificação de superfícies e deposição de nanocamadas pelas técnicas de "layer-by-layer" . Pretende-se ainda que adquiram ainda noções de soluções sólidas incluindo difusão e diagramas de fases binários e ternários.

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

Provide to students specific knowledge related to the issue of surfaces and interfaces in materials.

This course is intended for students to acquire the basics of the phenomena related to interfaces and surfaces in general; to learn how to use techniques of characterization of surfaces such as surface tension, contact angle;

viscosity, zeta potential and DLS, BET; modification of surfaces and nanolayers deposition techniques of "layer-by-layer". Also to acquire notions of solid solutions including diffusion, binary and ternary phase diagrams.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Superfícies e interfaces. Classificação de interfaces; Tensão interfacial ou tensão superficial. Capilaridade; Contacto líquido/sólido. Molhabilidade. Ângulo de contacto; Adsorção gás-sólido. Equação de BET. Área específica de sólidos; Rugosidade. Atrito sólido-sólido. Desgaste; Superfícies de sólidos. Coordenação atômica e energia de superfície. Efeito da orientação na estrutura e energia. Anisotropia da tensão superficial. Facetamento. Termodinâmica das interfaces. Equação de Gibbs-Duhem. Equação de Gibbs. Concentração de excesso. Adsorção positiva e negativa. Efeito na tensão superficial. Tensioactivos. Segregação.

3.2.5. Syllabus:

Surfaces and interfaces. Classification of interfaces and interfacial tension or surface tension. Capillarity; Contact liquid / solid. Wettability. Contact angle, gas-solid adsorption. BET equation. Specific area of solids; roughness. Solid-solid friction. Wear; solid surfaces. Coordination and atomic energy surface. Effect of orientation on the structure and energy. Anisotropy of surface tension. Faceting. Thermodynamics of interfaces. Gibbs-Duhem equation. Gibbs equation. Concentration of excess. Adsorption positive and negative. Effect on surface tension. Surfactants. Segregation.

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

Para alcançar o objectivo dos alunos adquirir conhecimentos sobre as interfaces e superfícies é necessário abordar uma série de conceitos: começando por definir e classificar interface; fenómenos de adsorção/absorção; efeitos de estrutura, orientação e energia superficial; tensão superficial e molhabilidade. A componente teórica deve ser acompanhada por uma for componente prática para que os conceitos sejam consolidados.

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

To achieve the goal of students acquiring knowledge about surfaces and interfaces is necessary to address a series of concepts: beginning with the definition and classification of interfaces; phenomena of adsorption / absorption, effects of structure, orientation and surface energy, surface tension and wettability. The theoretical component must be accompanied by a practical component for consolidation of concepts.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas envolvem a exposição da matéria através de powerpoint; as aulas práticas a resolução de problemas alternadas com aulas de laboratório. A avaliação é feita através de dois testes para dispensa de exame final com as três condicionantes seguintes:

- 1) *Nota final resultante da média aritmética das classificações obtidas em dois testes e notas dos relatórios dos trabalhos práticos.*
- 2) *Nota mínima em qualquer dos testes: 6,0 valores.*
- 3) *Média mínima para dispensa de exame final: 9,5 valores.*

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The lectures involve exposing the material through powerpoint, practical lessons solving problem alternate with labs. The evaluation is done through two tests for exemption from final exam with the following three conditions:

- 1) *Final note resulting from the arithmetic mean of the marks obtained in two tests and notes of the reports of practical work.*
- 2) *Minimum grade in any of the tests: 6.0 values.*
- 3) *Average minimum exemption from final exam: 9.5*

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

Os conhecimentos serão assimilados através das aulas teóricas onde os conceitos fundamentais são abordados, das aulas práticas onde são demonstrados através da resolução de problemas e das aulas de laboratório para aplicação dos conceitos a casos reais. Os dois testes permite fazer uma pré avaliação dos conhecimentos e permitir aos alunos a dispensa de exame.

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

The knowledge will be assimilated through lectures where the basic concepts are covered, from the practical lessons where they are demonstrated by solving problems and laboratory classes to apply the concepts to real cases. The two tests allows for a pre assessment of knowledge and allow students to exemption from examination.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Interfaces in Materials, Howe, James, John Wiley & Sons, 1997

Physical Chemistry of Surfaces, Adamson, Arthur, John Wiley & Sons, 1990

Physical Chemistry, Atkins, P.W., (6th Edition), Oxford, 1998

Mapa III - Projeto de Dissertação / Dissertation Project**3.2.1. Unidade curricular:**

Projeto de Dissertação / Dissertation Project

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

João Pedro Botelho Veiga - TP:28h; OT:3h

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

n/a

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

Preparação do aluno para o seu trabalho de dissertação de mestrado proporcionando uma visão generalizada das bases científicas e/ou tecnológicas necessárias para o tema de dissertação com a frequência de seminários sobre técnicas laboratoriais e trabalho de investigação em curso por especialistas nas várias áreas e ainda a frequência de sessões de formação facultadas pela biblioteca da FCT-UNL sobre ferramentas indispensáveis na organização do trabalho científico (Mendeley, Scopus, BOn, Web of Science entre outros).

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

Prepare the student for the Master dissertation giving the student a general view of the scientific basis and technologic knowledge needed for the a given theme chosen by the student by indication of his/hers direct supervisors with seminars by invited specialist in the various fields. Also knowledge in indispensible tools for the organization of the scientific work such as Mendeley, Scopus, BOn, Web of Science among others.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Realização de trabalho de pesquisa bibliográfica para a elaboração de um documento escrito que corresponde ao primeiro capítulo da dissertação de mestrado sobre o estado da arte da temática escolhida individualmente (com acompanhamento do orientador se já estiver definido qual vai ser no próximo semestre).

Seminários sobre trabalho de investigação em temáticas variadas: Fluorescência de raios X utilizando aparelhos portáteis; utilização de radiação gama na caracterização de materiais; RMN em ciência dos materiais.

Frequencia em sessões de formação sobre: Mendeley; Scopus; BOn; Web of Science; Latex.

Apresentação oral do trabalho realizado até à data, no final do semestre.

3.2.5. Syllabus:

Bibliography review and introduction to the experimental work to be performed during the dissertation (under guidance of the supervisor of the dissertation if already available).

Seminars on research by experts: X-ray fluorescence using portable equipments; use of gama radiation in materials characterization; NMR in materials science.

Attendance of workshops on; Mendeley; Scopus; BOn; Web of Science; Latex.

Oral presentation at the end of the semester of the work developed.

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

A UC surge numa altura em que os alunos já têm o seu perfil curricular praticamente completo pelo que as técnicas laboratoriais que vão abordar são aquelas que apesar de estarem disponíveis no CENIMAT ainda não foram observadas mas que poderão ter interesse para os trabalhos que agora passam a ser mais específicos de cada temática escolhida pelo aluno. A presença de especialistas em outras técnicas não existentes no CENIMAT são também uma mais valia para a transmissão de informação baseada numa forte experiência de investigação em diferentes domínios.

A frequência de sessões de formação em bases de dados online e outras ferramentas de organização de informação científica são da maior importância para a formação do aluno quando se aproxima agora o tempo de elaborar um documento escrito em que expõe trabalho científico de pesquisa bibliográfica e realização experimental em laboratório.

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

This course is given to the students when they have already reached a time when their curricular profile is almost complete. The experimental techniques to be taught are those that although existing in CENIMAT and DCM were not observed by the students but that may be now relevant according to the individual chosen themes. The presence of specialized researchers in other techniques that do not exist at CENIMAT is an added value for the transmission of information based on a strong experience of research in different domains.

The participation in formation sessions by the students in online databases and tool for the organization of scientific

information is of the greatest importance due to the fact that the student now has to prepare a written document explaining scientific work, either bibliographical research or experimental work in the laboratory.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Seminários sobre técnicas laboratoriais orientados para os temas de dissertação dos alunos.

Seminários promovidos pela biblioteca para a pesquisa, organização e gestão bibliográfica científica, tendo como objectivo a elaboração de um documento escrito sob a forma de artigo científico.

Pesquisa bibliográfica (orientada pelo supervisor de cada dissertação se já estiver definido).

Iniciação ao trabalho de investigação relativa ao tema de dissertação (sob orientação do supervisor de cada dissertação se já definido).

Os alunos apresentam no final do semestre

- documento escrito sobre a forma de artigo científico onde sintetizam a revisão bibliográfica efectuada (70% da nota final)

- Apresentação oral pública seguida de discussão sobre o documento escrito que efectuaram, incluindo a apresentação de um plano de trabalho de dissertação de mestrado (a realizar durante o 2º semestre) (30% da nota final)

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Seminars on experimental techniques oriented to the dissertation thematics individually chosen.

Workshps promoted by the Library of the FCT-UNL on bibliographical research, organization and management with the final objective of preparing a written document to be presented at the end of the semester.

Bibliography review (guided by the dissertation supervisor if already defined).

Initiation to the research work of the dissertation (guided by the supervisor of each dissertation if already defined).

The students will present at the end of the semester:

- written document where a bibliography review is made (70% final grade).

- public oral presentation, followed by discussion about the written document including a tentative work-plan concerning the dissertation (to be performed during the 2nd. Semester) (30% final grade).

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

As sessões técnicas sobre técnicas de caracterização de materiais estão organizadas de modo a proporcionar aos alunos um contacto com os problemas de realização de ensaios visando diferentes tipos de análises.

As sessões promovidas pela biblioteca estão organizadas de modo a proporcionar aos alunos todas a ferramentas práticas necessárias para a elaboração de um documento científico escrito.

Promoção de contactos entre os alunos e os possíveis orientadores da dissertação de mestrado a desenvolver.

A apresentação de um documento escrito a e suas apresentação pública oral bem como a sua discussão preparam o aluno para a preparação e apresentação da dissertação de mestrado no semestre seguinte (que é o objectivo geral desta UC).

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

The technical sessions on characterization methodologies are organized to promote a contact point with problems usually observed during experimental work.

The workshops provided by the library of the FCT-UNL are organized in order to give to the students all the practical tools to produce written scientific documents.

Promote contacts between students and possible supervisors.

The production of a written document and it's subsequent public presentation and discussion prepares the students for the master dissertation presentation and discussion.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Não é aplicável uma bibliografia recomendada ao estudante uma vez que cada aluno vai procurar artigos científicos, livros ou outras fontes para o trabalho individual de cada um, nas temáticas escolhidas individualmente.

References adequate to each of the dissertation themes chosen by the student.

Mapa III - Cristais Líquidos e Aplicações / Liquid Crystals and Applications

3.2.1. Unidade curricular:

Cristais Líquidos e Aplicações / Liquid Crystals and Applications

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

Maria Helena Figueiredo Godinho - TP:28h; PL:38h; OT:3h

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

João Paulo Heitor Godinho Canejo - PL:4h; OT:3h

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

No aspecto formativo esta unidade curricular (UC) visa fornecer aos alunos conhecimentos científicos e tecnológicos sobre os novos materiais mesomorfos, familiarizá-los com novos conceitos em vários ramos do conhecimento, desenvolver a sua capacidade de raciocínio e relacionamento interdisciplinar e despertar aptidões para a criação científica e a inovação tecnológica. No aspecto informativo a UC visa dar a conhecer aos alunos as múltiplas potencialidades de aplicação dos cristais líquidos e colocá-los a par dos progressos científicos e tecnológicos mais recentes, e das perspectivas futuras, neste ramo da ciência dos materiais.

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

Concerning the formative aspect this curricular unit aims to provide the students with scientific and technological knowledge on new mesomorphic materials. The students will also be acquainted with new concepts in various branches of knowledge (elasticity, fluid mechanics, crystal defects, phase transitions, and others) and will develop their reasoning ability on an interdisciplinary basis and their skills to create scientific and technological innovation. In the informational aspect the UC aims to acquaint the students with different applications of liquid crystals and the latest technological developments, and future prospects in this field of materials science.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução. Importância tecnológica e biológica dos cristais líquidos e polímeros líquido-cristalinos.*
- 2. Classificação, organização molecular e propriedades ópticas. Grau de ordem. Texturas e defeitos de orientação (disclinações).*
- 3. Elasticidade de curvatura. Energia livre de deformação. Equações de equilíbrio.*
- 4. Orientação molecular na interface sólido-nemático. Efeitos da rugosidade superficial.*
- 5. Introdução à nematodinâmica. Resposta do director a campos aplicados.*
- 6. Efeitos electro-ópticos nos nemáticos. Mostradores alfanuméricos e de imagem a cristal líquido (LCD). Mostradores flexíveis. Papel digital.*
- 7. Compósitos de cristais líquidos e polímeros (PDLC, PSLC). Janelas de transparência regulável.*
- 8. Aplicações dos polímeros líquido-cristalinos em materiais estruturais. Outras aplicações tecnológicas dos cristais líquidos e polímeros líquido-cristalinos.*

3.2.5. Syllabus:

- 1. Introduction. Technological and biological relevance of liquid crystals (LC) and liquid-crystalline polymers.*
- 2. Classification, molecular organization and optical properties. Degree of order. Textures and defects of orientation (disclinations).*
- 3. Elasticity of curvature. Free energy of deformation. Equilibrium equations.*
- 4. Molecular orientation at the solid-nematic interface. Effects of the surface roughness.*
- 5. Introduction to nematodynamics. Director's response to applied fields.*
- 6. Electro-optical effects in nematics. Alphanumeric displays and liquid crystal display (LCD). Flexible displays. Digital paper.*
- 7. Polymer-liquid crystal composites (PDLC, PSLC). Controlled transparency windows.*
- 8. Applications of liquid-crystalline polymers in structural materials. Other technological applications of liquid crystals and liquid-crystalline polymers.*

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

O conteúdo programático apresentado cobre os aspectos fundamentais relacionados com os cristais líquidos e polímeros líquido-cristalinos. É dado enfoque em aspectos fundamentais assim como tecnológicos no sentido de fornecer ao aluno as ferramentas necessárias para compreender as relações estrutura-propriedades neste tipo de materiais e ficar habilitado a estudar e a desenvolver novos materiais mesomórficos.

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

The syllabus covers the key issues related to liquid crystals and liquid crystalline polymers. The focus is on fundamentals and technology in order to provide students with the tools necessary to understand the structure-properties relationship in such materials and be able to study and develop new mesomorphic materials.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Consideram-se dois tipos de aulas: teórico-práticas e de laboratório. As aulas teórico-práticas serão dadas com recurso ao quadro preto e giz assim como a "data show" e os estudantes têm acesso a cópia das mesmas na página da UC do CLIP. Será igualmente efectuado o estudo de casos, recorrendo à análise de artigos científicos. Os trabalhos de laboratório serão realizados pelos próprios estudantes, sob a orientação do docente e focam os diferentes aspectos dos cristais líquidos.

Frequência na unidade curricular: obtida pela realização dos trabalhos de laboratório e discussão dos respectivos relatórios.

Avaliação: realização de dois testes ou de exame final.

A nota final obtida corresponde a 30% da nota teórica (exame ou média dos testes) e 70% da nota prática (nota de frequência).

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Two types of lessons will be considered: Lectures (theory and practice) and laboratory. The lectures (theory and practice) will be given using the black board and powerpoint presentations. The students have access to copies of the presentations on the curricular unit page on CLIP homepage. Different case studies based on scientific articles will also be analyzed in the lectures.

The laboratory work will be performed by the students under the guidance of the teacher and will focus on the different chemical-physics aspects of liquid crystals.

Frequency in the curricular unit: obtained for conducting the laboratory works and discussion of their reports.

Assessment: completion of two tests or a final exam.

The final grade obtained is 30% of theoretical note (tests average or final exam classification) and 70% of the practical grade (frequency note)

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

O ensino nesta unidade curricular possui um carácter teórico/prático e experimental. Nas aulas teórico/práticas a matéria é exposta e são estudados casos (análise de artigos científicos) o que permitirá a consolidação dos conhecimentos que posteriormente serão postos em prática nas aulas de laboratório. Desta forma, aulas teóricas/práticas e de laboratório complementam-se de forma a fornecer uma aprendizagem integrada.

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

In this discipline teaching involves two crucial theoretical and experimental components. In the lectures different aspects of liquid crystals science and technology will be studied and case studies will be analysed (scientific papers) which will allow the consolidation of knowledge that will later be put into practice in laboratories. Thus, lectures and laboratory classes complement each other in order to provide an integrated learning.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

A.F. Martins, Os Cristais Líquidos, Fundação Calouste Gulbenkian, Colóquio "Ciências", 7, 253, 1991.

P.J. Collings and M. Hird, Introduction to Liquid Crystals, Taylor & Francis, 1997.

P.G. de Gennes and J. Prost, The Physics of Liquid Crystals, Oxford University Press (UK), 2nd, 1993.

P. Oswald, P. Pieranski, Nematic and Cholesteric Liquid Crystals: Concepts and Physical Properties illustrated by Experiments (Liquid Crystals Book Series), Taylor & Francis, 2005.

Mapa III - Processamento e Reciclagem de Polímeros / Polymer Processing and Recycling**3.2.1. Unidade curricular:**

*Processamento e Reciclagem de Polímeros / Polymer Processing and Recycling***3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Maria Teresa Varanda Cidade - TP:28h; PL:42h; OT:6h***3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***n/a***3.2.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular o estudante deverá ter adquirido conhecimentos, aptidões e competências que permitam: (i) conhecer as várias técnicas de processamento de polímeros e escolher a que mais se adequa para um determinado produto, (ii) conhecer as etapas de processo, os equipamentos e o procedimento para cada uma das tecnologias de processamento, (iii) ter conhecimentos sobre a gestão integrada de resíduos, nomeadamente a sua origem e tipologia e a sua valorização, (iv) adquirir conhecimentos sobre a reciclagem mecânica de resíduos poliméricos e seu posterior processamento, (v) ser capaz de analisar o Ciclo de Vida de materiais poliméricos.***3.2.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***At the end of this course the student should have acquired knowledge, skills and competences that enable: (i) to know the various polymer processing techniques and choose the most suitable to a particular product, (ii) know the process steps, the equipment and the procedure for each of the processing technologies, (iii) have knowledge of the integrated waste management, including its origin and typology and its recovery, (iv) acquiring knowledge about the mechanical recycling of waste polymer and its subsequent processing (v) be able to analyze the life cycle of polymeric materials.***3.2.5. Conteúdos programáticos:***At the end of this course the student should have acquired knowledge, skills and competences that enable: (i) to know the various polymer processing techniques and choose the most suitable to a particular product, (ii) know the process steps, the equipment and the procedure for each of the processing technologies, (iii) have knowledge of the integrated waste management, including its origin and typology and its recovery, (iv) acquiring knowledge about the mechanical recycling of waste polymer and its subsequent processing (v) be able to analyze the life cycle of polymeric materials.***3.2.5. Syllabus:***Continuous and discontinuous processes, examples of techniques and final objects made by these two types of processes.**Extrusion, injection molding, injection-blow molding, calendering and thermoforming: process steps, equipment and procedures, materials and applications.**Particular case of thermoset processing: compression molding, transfer and injection: equipment, procedure.**Brief reference to other technologies: reaction and injection molding (RIM), rotational molding, cast thermoplastic coatings, pultrusion, co-injection, foams molding, SMC.**Recovery of waste polymer. Life cycle of a polymeric material; valuation, material, organic and thermal solid waste.**Mechanical recycling: reduce, sorting / separation, decontamination washing, drying, automated methods of decontamination, intensive selection / separation, processing / additives.***3.2.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***As aulas teóricas fornecem aos alunos conhecimentos sobre cada um dos temas referidos como objetivos de aprendizagem; na primeira parte da matéria são descritas as principais técnicas de processamento de polímeros, indicando os passos, as condições operatórias e os equipamentos utilizados, bem como o tipo de artigos passíveis de serem fabricados por cada uma delas. Na segunda parte os alunos adquirem conhecimentos teóricos sobre a valorização, reciclagem, processamento e análise de ciclo de vida (ACV) de resíduos poliméricos.**Os conhecimentos teóricos são complementados com: (i) trabalhos de laboratório e problemas que permitem ilustrar os temas tratados nas aulas teóricas e (ii) duas visitas de estudo, uma a uma fábrica onde poderão observar diversas tecnologias de processamento (extrusão, injeção, termoformação) e outra a uma fábrica onde poderão observar a reciclagem de materiais poliméricos.***3.2.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The lectures provide students with knowledge about each of the topics referred to as learning goals; in the first part, the main techniques for polymer processing, indicating the steps, operating conditions and equipment used as well as the type of articles that can be produced by each of them, are described. In the second part students acquire theoretical knowledge about the recovery, recycling, processing and analysis of life cycle assessment (LCA) of waste polymer.**Theoretical knowledge is supplemented with: (i) laboratory work and problems resolution that allow to illustrate the topics covered in the lectures and (ii) two study visits, one to a factory where students may observe various processing technologies (extrusion, injection molding, thermoforming) and another to a factory where they may observe the recycling of polymeric materials.***3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

Relativamente aos conteúdos teóricos, a exposição da matéria será feita por recurso a datashow. Os slides serão disponibilizadas aos alunos, na página da disciplina.

Relativamente a problemas, os alunos serão convidados a resolvê-los previamente, servindo as aulas para correção e esclarecimentos de dúvidas. No final das aulas, todos os alunos, independentemente de terem feito, ou não, a resolução prévia, ficarão com a resolução, a qual será feita no quadro, sempre que possível pelos próprios alunos.

Relativamente a conteúdos práticos, será feito 1 trabalho de laboratório, em terão oportunidade de trabalhar com uma extrusora, para além das duas vistas de estudo já referidas, a uma fábrica onde poderão observar diversas tecnologias de processamento (extrusão, injeção, termoformação) e a outra fábrica onde poderão observar a reciclagem de materiais poliméricos.

Nota final: NF=70%NT+20%NP+10%Np

NT – testes/exame

NP – questionários de aulas práticas e visitas de estudo

Np – participação aulas problemas

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

With regard to theoretical content, the exposition will be made resorting to a data show. The slides will be made available to students on the course page.

For problems, students will be asked to solve them previously serving classes to correct and clarify doubts. At the end of the classes, all students, whether they have done, or not, the prior resolution, will be able to know the resolution, which will be performed on the board, by the students themselves, whenever possible.

For practical contents, a laboratory work will be performed, in which students have the opportunity to work with an extruder, in addition to the 2 study visits mentioned above, one at a factory where students may observe diverse processing technologies (extrusion, injection, thermoforming) and another to a factory where they may observe the recycling of polymeric materials.

Final grade: NF=80%NT+20%NP+10%Np

NT - tests/exam

NP - questionnaires

Np - participation in the problem resolution lessons

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, sendo complementadas com as aulas de resolução de problemas e com a aula de laboratório/visitas de estudo, para além do horários de atendimento, caso seja necessário. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exame) e numa prova oral, caso seja necessária. As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas em todas as formas de horas de contacto: nas aulas teórico-práticas, através da análise e discussão de problemas; na aula de laboratório, e nas vistas de estudo. A avaliação destas competências é assegurada em provas escritas (questionário/testes/ exame) . O 1º questionário versa a aula de laboratório e a vista de estudo dedicada ao processamento de polímeros e é realizados no final da primeira parte da matéria, processamento. O 2º questionário poderá versar a visita de estudo e os casos de estudo realizados ou ser substituído por um trabalho a realizar pelo alunos sobre uma temática específica a combinar com o docente e será realizado no final do semestre. A frequência pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.

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

The theoretical components necessary to achieve the learning objectives are taught in theoretical classes and complemented with problems solving , one laboratory class, two study visits and in extra office hours, if necessary. The acquisition of knowledge is assessed in written evaluations (questionnaire/test /exam) and in oral evaluation, if needed. The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in all forms of contact hours: in theoretical practical classes, through analysis and discussion of problems, in the laboratory class by preparing a film by extrusion and by the Study Visits. The assessment of these skills is provided in written tests (questionnaire/tests /exam). The 1st questionnaire related to the laboratory class and the study visit dedicated to polymer processing, will be performed in the end of the first part of the course, processing. The 2nd questionnaire will take into account the study visit and the case studies and may be substituted by a work performed by the students concerning a specific tematic agreed with the teacher and will be performed in the end of the semester. The frequency pretends to ensure that students follow the matter.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

“Plastics Engineering”, R.J. Crawford, Pergamon Press, 1987.

Matières Plâstiques II”, Jean Bost, Technique & Documentation, 1986.

“Tecnologia de Transformação de Plásticos – Texto de Apoio”, M. T. Cidade, FCT/UNL, 1995.

“Recycling and Recovery of Plastics” J. Brandrup (Ed.), Hanser Publishers, 1995.

“Polymer, The Environment and Sustainable Development”, A. Azapagia, A. Emsley, I. Hamerton, John Wiley & Sons, 2003.

Mapa III - Seleção de Materiais e Sustentabilidade / Sustainability and Materials Selection

3.2.1. Unidade curricular:

Seleção de Materiais e Sustentabilidade / Sustainability and Materials Selection

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

Alexandre José da Costa Velhinho - TP:42h

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

n/a

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

Pretende-se que os alunos adquiram a capacidade de escolher qual o melhor material para uma dada aplicação. Tendo em conta a grande variedade de materiais existentes, tal só é possível de uma forma racional recorrendo a uma metodologia de selecção sistemática que elenque os materiais por figuras de mérito (índices de material). Também os métodos de processamento e enformação dos materiais e os métodos usados para a sua união podem ser objecto da mesma abordagem.

A metodologia utilizada é apoiada num programa computacional de selecção de materiais em conjunto com uma base de dados de propriedades dos materiais.

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

It is intended that students acquire the ability to choose what is the best material for a given application. Considering the wide variety of existing materials, this is only possible in a rational manner using a selection methodology that systematically elenque materials by figures of merit (material indexes). Also, the selection methods for material processing, shaping and joining may have the same approach.

The methodology is supported by a specific software working with a database of material properties.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Seleção de materiais e processos de fabrico, com base em constrangimentos de projecto, de desempenho, de custo e ambientais.

Bases de dados para selecção de materiais.

Representação gráfica de propriedades como base de estratégia de selecção: metodologia de selecção de Ashby.

Aplicação da metodologia a situações concretas.

A metodologia de selecção no desenvolvimento de novos materiais, processos e aplicações.

3.2.5. Syllabus:

Material and process selection, attending to design, performance, cost and environmental constraints.

Databases for materials selection.

Graphic representation of properties as a basis for a selection strategy: Ashby's selection system.

Selection methodology application to real-life situations.

Selection methodology as a tool for the development of new materials, processes and applications.

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

O programa incide sobre a utilização de fontes de informação diversificadas, usando os conhecimentos adquiridos em outras unidades curriculares, e empregando uma metodologia específica de selecção, de modo a suportar os objetivos da unidade curricular, através da compreensão:

- da diferente natureza dos constrangimentos

- da distinção entre variáveis de projecto e graus de liberdade no processo de selecção

- da existência de um universo alargado de soluções para o problema da selecção de materiais, bem como da possível incompatibilidade entre constrangimentos, impondo o recurso a métodos de optimização

- da natureza e influência dos parâmetros contribuintes para o custo final de um produto

- da influência no processo de selecção de factores de natureza ambiental e seus reflexos na sustentabilidade.

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

The syllabus covers the use of diversified information sources, and places a continuous demand on knowledge acquired by the student in previous curricular units and implementing a specific methodology for materials selection,

through the understanding of:

- *the different nature of design constraints*
- *the distinction between design variables and selection degrees of freedom*
- *the existence of an array of solutions to the materials selection problem, as well as the possible occurrence of competing constraints, both situations requiring an optimization approach to the problem*
- *the nature and influence of the parameters contributing to the product's final cost*
- *how the selection process is influenced by environmental factors, in order to promote sustainability.*

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Consideram-se dois tipos de aulas: Teóricas e de laboratório computacional.

As aulas teóricas serão ministradas com recurso a projectador multimédia, tendo os estudantes acesso a cópia do conteúdo projectado na página da UC, suportada também em plataforma web. Será igualmente efectuado o estudo de casos simples, baseados em situações da vida real.

Os trabalhos computacionais de laboratório serão realizados pelos próprios estudantes, sob orientação do docente, bem como, numa fase posterior, em autonomia, e focam os diferentes tópicos do programa através de uma sequência de casos de estudo elaborados, recorrendo ao programa CES EduPack, especificamente concebido para a implementação da metodologia de selecção de Ashby.

Frequência: é obtida mediante uma assiduidade correspondente a um mínimo de 90 % das aulas leccionadas.

Elementos de Avaliação Contínua:

- *Teste 1 (T1)*

- *Teste 2 (T2)*

Condições para dispensa de exame final: $ND \geq 9,5$

com $ND = 0,5 \times (T1 + T2)$

- *Ou exame final*

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Two types of lessons will be considered: Lectures and computational laboratory.

Lectures will be given using PowerPoint slides, students having access to copies on the course web page. Simple case study analysis, based on real-life situations, will be performed.

The computational work will be performed by students under the guidance of the teacher (at a later stage on an autonomous manner) and focus on the different topics of the syllabus, through a sequence of elaborate case studies, using for the purpose the CES EduPack software, specifically designed to implement the Ashby selection methodology.

Attendance conditions:

- *Minimum Lecture Attendance: 90% of the practical sessions.*

Continuous assessment:

- *Test 1 (T1)*

- *Test 2 (T2)*

Conditions for exemption from final examination: $ND \geq 9,5$

with $ND = 0,5 \times (T1 + T2)$

- *Or final exame.*

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos da UC são ministradas nas aulas teóricas, com o apoio de transparências e resolução de exercícios exemplificativos. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas nas aulas práticas através da resolução de pequenos projectos e exercícios com apoio do docente. No final da primeira parte é atribuído um projecto final a cada aluno cujo relatório é avaliado, bem como a sua discussão individual. A frequência pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.

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

The theoretical components necessary to achieve the objectives of the discipline are given in the theoretical lectures, supported by transparencies and by solving illustrative exercises. The learning assessment is made by written tests (tests / exams). The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in practical lectures by solving exercises and small projects with the support of the teacher. At the end of the first part of the course a final project is assigned to each student whose report is evaluated, as well as its individual discussion. The attendancy condition is necessary to ensure that students follow the course contents.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

RECOMENDADA:

Michael F. Ashby, "Materials Selection in Mechanical Design", 4th edition, ed. Elsevier – Butterworth Heinemann (2005), 603 pp.
[ISBN 0-7506-6168-2]

LEITURA SUPLEMENTAR:

Michael F. Ashby, "Materials and the Environment – Eco-informed Materials Choice", 1st edition, ed. Elsevier – Butterworth Heinemann (2009), 400 pp.
[ISBN 978-1-85617-608-8]

Michael F. Ashby, Kara Johnson, "Materials and Design – The Art and Science of Material Selection in Product Design", 1st edition, ed. Elsevier – Butterworth Heinemann (2010), 344pp.
[ISBN 978-1-85617-497-8]

Mapa III - Sensores: Materiais e Aplicações / Sensors: Materials and Applications**3.2.1. Unidade curricular:**

Sensores: Materiais e Aplicações / Sensors: Materials and Applications

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

Rui Alberto Garção Barreira do Nascimento Igreja - TP:28; PL:42h; OT:3

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

Joana Maria Doria Vaz Pinto Morais Sarmento - PL:42h;OT:3h

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

Objetivos genéricos: Estudar os conceitos que estão na origem, desenvolvimento e fabrico de sensores assim como das propriedades dos materiais utilizados no seu fabrico. Transmitir aos alunos as tecnologias associadas às medidas de grandezas físicas e químicas quer em meio industrial quer em meio laboratorial.

Objetivos específicos: Compreender os princípios físicos utilizados em transdutores e sensores, as suas características e os materiais utilizados na sua construção, ligando este estudo à medida específica das principais grandezas físicas: temperatura, força, pressão, deslocamento, deformação, etc.. Compreender o funcionamento e materiais utilizados em sensores químicos.

Estudar o condicionamento de sinal adequado a cada tipo de sensor. Desenvolver competências práticas na utilização de sensores e montagens específicas para os vários tipos de sensores.

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

General objectives: To make available to the students the concepts that is at the origin, development and manufacture of sensors as well as the properties of materials used in their manufacture. To introduce the students to the technologies associated with the measures of physical and chemical properties in an industrial environment or in laboratory.

Specific objectives: To understand the physical principles used in transducers and sensors, their characteristics and materials used in its construction, linking this to the specific study of measurements of the main physical quantities: temperature, force, pressure, displacement, strain, etc. .. Understand the operation and materials used in chemical sensors to detect volatile organic compounds.

Study the most appropriate signal conditioning for each type of sensor. Develop practical skills in using sensors and setups for the different studied sensors.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. Sensores e sinais.Princípios físicos da medida.

2. Sensores de temperatura - Sensores de temperatura resistivos (RTDs). Termistor. Termopares; Medição de temperatura com semicondutores e circuitos integrados. Sensores de radiação; detectores piroeléctricos; efeito piroeléctrico; pirómetros.

3. Sensores de deformação e tensão mecânica - Extensómetros resistivos. Extensómetros de tensão. Transformado diferencial variável.

4. Medidas de força, momento e pressão - Células de carga; Medidas de momento. Medidas de pressão;

5. Medidas de deslocamento, velocidade e aceleração - Medidas ópticas; LVDT; transdutores sísmicos. Acelerómetro; tipo piezoeléctrico;

6. *Medidas de fluxos - Transdutores de iserção; tubo de pitot; filamento quente; anemómetros. Transdutores baseados na força de arrasto. Medidores de venturi.*

7. *Sensores químicos e sistemas com multi-sensores - transdutores para sensores químicos; Sistemas de multi-sensores.*

3.2.5. Syllabus:

1. *Sensors and signals. Physical principles of measurement..*

2. *Temperature sensors - Resistance temperature sensors (RTDs). The thermistor. Thermocouples; Temperature measurements with semiconductors and integrated circuits. Radiant sensors; pyroelectric detectors; pyroelectric effect; methods and materials; pyrometers.*

3. *Strain and stress sensors - Resistance-type strain gages. The stress gage. Linear variable differential transformer.*

4. *Force, torque and pressure measurements - Load cells; Torque measurements; torque cells. Pressure measurements.*

5. *Displacement, velocity, and acceleration measurements - Optical measurements methods; LVDT; Seismic transducers. Accelerometer; piezoelectric-type accelerometers;*

6. *Fluid flow measurements - insertion-type transducers; pitot tube; Hot-wire and hot-film anemometers. Drag-force velocity transducers. Venturi meters.*

7. *Chemical Sensors and multisensors systems - Transducers for chemical sensing; Multisensor systems;*

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

O programa da UC começa com uma introdução aos sensores, dando a conhecer aos alunos as suas principais características, os princípios físicos mais utilizados em sensores e transdutores e quais os materiais mais utilizados no seu fabrico. Isto está de acordo com os primeiros objectivos da UC. Em seguida, a UC torna-se mais específica sendo analisados em detalhe os mecanismos de transdução, os materiais utilizados, o funcionamento e as características de sensores adequados à medida específica das quantidades físicas mais importantes. São ainda estudados os principais tipos de sensores químicos e feita uma abordagem ao funcionamento de sistemas com multisensores. Dar a conhecer os sensores mais utilizados em meio industrial e em meio laboratorial, e mostrar o estado da arte no que respeita aos desenvolvimentos mais recentes nas várias áreas onde intervêm os sensores. Esta componente de ensino têm uma componente laboratorial e de projecto.

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

The discipline program begins with an introduction to sensors, giving the knowledge of their main features, the main physical principles used in sensors and transducers and the materials most used in their manufacture. This is in accordance with the first goals of the discipline. Then the subject becomes more specific and specific cases were analyzed in detail (the mechanisms of transduction, the materials used and the characteristics of sensors) to measure the main important physical quantities. Are still studied the major important types of chemical sensors and made an approach to systems with multisensors. It seeks to raise awareness of the main sensors used at industrial environments and in a laboratory environment. As well we seek to show the state of the art concerning the latest developments in various areas where sensors are involved. This component of teaching have a strong laboratory practical component and of project, allowing students to contact and use many sensors.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC é constituída por aulas teórico-práticas (onde é leccionada a parte teórica e são realizados exercícios) e aulas práticas de laboratório, onde se pretende que o aluno tome contacto com os vários sensores e processos de medida estudados, efectuado as suas próprias montagens e medidas utilizando os conhecimentos adquiridos nas aulas teórico-práticas.

A avaliação da UC será efectuada por um conjunto de testes ou exame e por relatórios dos alunos (em grupo) reportando as montagens e medidas efectuadas em laboratório. Os relatórios dos alunos são discutidos com o docente contando essa discussão para a nota desses trabalhos.

A nota final é calculada com base na média ponderada do conjunto testes/exame com os trabalhos práticos.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The course consists of practical classes (theoretical part and exercises) and laboratory practical classes, where students experience with the various sensors and processes studied, made their own setups using the knowledge acquired in theoretical-practical lessons.

The course evaluation will consist of a set of tests or examination and reports made by the students (in groups) to report the laboratory work. The students' reports are discussed with the teacher.

The final score is calculated based on the weighted average of all test /exam with practical work.

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

A metodologia de ensino e avaliação está de acordo com os objectivos propostos, no sentido em que permite aos alunos adquirirem conhecimentos a nível teórico e prático. Para além disso o método de avaliação promove o desenvolvimento de competências práticas na utilização e montagem de sistemas com sensores familiarizando o aluno com os sensores e sistemas mais utilizados em meio industrial e laboratorial.

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

The teaching and assessment methodologies are consistent with the proposed objectives, in that it enables students to acquire knowledge at theoretical and practical level. In addition the method of evaluation promotes the development of practical skills in the use and installation of systems with sensors familiarizing the student with sensors and systems main used at industrial and laboratory level.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Diapositivos da cadeira disponíveis no CLIP

Instrumentation for Engeneering Measurements, James Dally, Wiley.

Les Capteurs en Instrumentation Industrielle, Georges Asch, Dunod.

Measurement Systems Applications and Design, Ernest O. Doebelin, McGraw-Hill.

Instrumentação Industrial, Gustavo da Silva, Escola Superior de Tecnologia de Setúbal.

AIP Handbook of Modern Sensors, Jacob Fraden, AIP Series in Modern Instrumentation.

The Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook, ed John g Webster, IEEE Press.

Sensors Update - Wiley – VCH. Revistas: Sensors and Actuators A and B, Elsevier. Sensors (IEEE).

Mapa III - Gestão de Empresas / Business Management**3.2.1. Unidade curricular:**

Gestão de Empresas / Business Management

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

Joaquim Amaro Graça Pires Faia e Pina Catalão Lopes - TP:42h

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

n/a

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitem:

- *Compreender o funcionamento e interdependência das diversas áreas de uma empresa, assim como as respectivas decisões correntes e estratégicas na perspectiva dinâmica da interacção com os mercados e os stakeholders;*
- *Ser capaz de, em autonomia e em equipa, recolher a informação relevante e analisar e formular sugestões de gestão, com recurso a diagramas, instrumentos contabilísticos, cálculo financeiro e critérios de análise de projectos;*
- *Conhecer os fundamentos, e fontes de informação, da gestão de recursos humanos, os documentos contabilísticos e rácios financeiros, o marketing estratégico e operacional, o cálculo financeiro e a avaliação de projectos de investimento.*

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

At the end of this course the student will have acquired knowledge, skills and competences that allow:

- *Understanding the operation and interdependence of the various areas of a firm, as well as their current and strategic decisions in a dynamic perspective stimulated from the interaction with markets and stakeholders;*
- *Being able to, alone and in a team, collect and analyze relevant information and formulate suggestions for management, using diagrams, accounting instruments, financial calculus and criteria of investment decisions;*
- *Knowing the fundamentals, and sources of information, about human resource management, accounting documents and financial ratios, strategic and operational marketing, financial calculus and evaluation of investment projects.*

3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. A empresa e o papel do gestor. Notas: Gestão da Produção, Qualidade e Stocks.

2. Estratégia&Marketing: missão, segmentação, posicionamento, análise SWOT; Marketing Mix.

3. Gestão de recursos humanos: planeamento, análise de funções; avaliação de desempenho; motivação.

4. *Estruturas organizacionais, determinantes e caracterização. Nota: comportamento e liderança.*
5. *Contabilidade: Balanço, Demonstração dos Resultados e Fluxo de Caixa. Rácios e sua interpretação.*
6. *Cálculo Financeiro: valor temporal do dinheiro, actual/futuro; juros simples/compostos; taxa equivalente; rendas - duração, variabilidade e "vencimento".*
7. *Análise de Projectos de Investimento: Valor Actualizado Líquido, Taxa Interna de Rendibilidade, Tempo de Recuperação do Capital; Valor Equivalente Anual.*

3.2.5. Syllabus:

1. *Introduction: organizations, the firm and the manager's role. Briefly: Production Management, Quality and Stocks.*
2. *Strategy&Marketing: Mission, Targeting and Positioning; SWOT Analysis, Marketing Mix.*
3. *Human resource management: planning, analysis and job description. Performance Evaluation. Motivation.*
4. *Organization, main aspects. Organizational structures, their determinants and characterization. Notes on behavior and leadership.*
5. *Accounting: the Balance Sheet, the Income Statement and Cash Flow Map. Ratios and their interpretation.*
6. *Financial Calculus. Time value of money: present and future; simple and compound interest rate regime; proportional and equivalent interest rates; discounted cash-flows -constant/variable, temporary / perpetual, full / fractional, normal / in advance / deferred.*
7. *Analysis of Investment Projects: Net Present Value, Internal Rate of Return and Payback Period; Annual Worth.*

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

Os temas estudados percorrem desde a noção de empresa (caso particular de organização) e papel do gestor à diversidade e interligação de decisões empresariais no âmbito dos recursos humanos, da ligação ao mercado e stakeholders e da gestão financeira e análise de projectos de investimento, incluindo a vertente de contabilização/medição patrimonial e resultados.

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

The topics studied range from the notion of firm (a type of organization) and the manager's role to the diversity and interconnectedness of business decisions in the context of human resources, the link to the market and stakeholders and financial management and analysis of investment projects, including the accounting/measurement of assets and results.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas.

A avaliação é, alternativamente:

- contínua, com um trabalho prático de grupo sobre uma empresa real, em recursos humanos&organização e estratégia&marketing, pesando 40% na nota final (10%+30%), e dois mini-testes, o primeiro sobre contabilidade e rácios (20%) e o segundo sobre cálculo financeiro e avaliação de projectos (40%). A aprovação requer nota final mínima de 9.5 valores (não há nota mínima nos itens). A entrega, e discussão breve, do trabalho e a realização dos mini-testes são aproximadamente equidistantes no calendário lectivo;

- Exame final sem consulta sobre toda a matéria, cuja classificação pesa 100% da nota final; a nota mínima para aprovação é 9.5 valores.

Atenção: a Melhoria de nota consiste na realização do Exame de Melhoria, sobre toda a matéria, cuja nota contará 100%.

*Eventualmente, se aprovado, pode adicionar (score/melhor score)*1.5 valores à nota final participando em jogo de simulação de gestão.*

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Theory-practice lectures.

Evaluation methods are, alternatively:

- Continuous, with a practical group work on a real firm, on human resources&organization and strategy&marketing, weighing 40% of the final grade (10%+ 30%), plus two midterms, the first on accounting and ratios (20%) and the second on financial calculus and project evaluation (40%). Approval requires a minimum final grade of 9.5 (no minimum score on items). Delivery, and brief discussion, of the work and dates for midterms are roughly equidistant in the academic calendar;

- Final exam without consultation and about the whole material, whose classification weighs 100% of the final grade, with minimum passing grade of 9.5.

Attention: for "Melhoria"/improving the final grade it is required the respective Exam, about the whole material, which score weights 100% of the grade.

*May add (score/best score)*1.5 points to final grade by joining business simulation game.*

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

A natureza teórico-prática das aulas permite: i) exposição dos conceitos e racionalidade das diferentes decisões; ii) ilustração com situações/casos reais e actuais; iii) resolução de exercícios práticos. Deste modo, as aulas contribuem para sedimentar a aprendizagem, estimulando-se uma atitude atenta que, de modo fundamentado e com perspicácia, faz análise crítica da realidade empresarial, avaliando as opções em termos da qualidade e interligação das diversas decisões num meio envolvente em constante mutação.

A avaliação contém um trabalho prático -sobre recursos humanos e os mercados-, exercícios práticos e alusão a situações reais, fundamentado-se na racionalidade das decisões respeitantes às diversas áreas da empresa, sua interligação e suas consequências na performance de curto e médio-longo prazo.

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

The theoretical-practical classes allows: i) exposition of concepts and rationale for the different decisions, ii) illustration with real world firm situations/cases, mainly current; iii) resolution of practical exercises. Thus, classes contribute to sediment learning, stimulating an awareness and well founded critical analysis of business reality, evaluating alternative decisions in a changing environment.

The evaluation contains practical exercises and reference to real world situations, based on the rationality of decisions with respect to the areas of a firm, their interconnection and consequences on the performance in the short and medium-long term.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Bibliografia específica relevante para cada tópico da matéria estará indicada nos slides da disciplina, que serão disponibilizados na página do CLIP

Bibliografia Básica:

Lisboa, João et al. "Introdução à Gestão de Organizações", Grupo Editorial Vida Económica, 2004;

Sousa, Antonio de. "Introdução à Gestão: uma abordagem sistémica", Editora Verbo, 1990;

Elementos disponíveis no CLIP

Outros textos úteis: Freire, A., 1995, Estratégia, Verbo; Campos e Cunha, R., 1992, A Gestão de Recursos Humanos na Estratégia da Empresa, Instituto do Emprego e Formação Profissional ;Lindon, D., Lendrevie, J., Rodrigues, J. E Dionísio, P., 2000, Mercator, Publicações D. Quixote; Pires, A., 1991, Marketing, Verbo; Soares, J., Viana Fernandes, André Março e Pires Marques, 1999, Avaliação de Projectos de Investimento na Óptica Empresarial, Edições Sílabo; Geraldes, F., 2001, Manual do Empreendedor, Bertrand Editora; Libby, R., Libby, P. and Short, D., 2008, Financial accounting, McGraw-Hill/Irwin.

Mapa III - Microeletrónica II / Microelectronics II**3.2.1. Unidade curricular:**

Microeletrónica II / Microelectronics II

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

Luís Miguel Nunes Pereira - TP:28h;OT:6h

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

Joana Maria Doria Vaz Pinto Morais Sarmento -PL:56h;OT:6h

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

A UC Microeletrónica II pretende dar continuidade ao plano curricular de Materiais Semicondutores e Microeletrónica I, dando aos alunos uma formação avançada em materiais para a microeletrónica (convencionais e novos materiais), técnicas de processamento complementares e miniaturização (e seus desafios).

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

The UC of Microeletrónica II aims to give continuity to Materiais Semicondutores and Microeletrónica I, transmitting to the student an advanced formation in materials for microelectronics (conventional and new ones), complementary processing techniques and miniaturization (and its challenges).

3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. Junções

Revisões junções pn

Junções Schottky

Varistores

2. Transístores

Bipolares

JFETs

MOSFETs

CMOS

TFTs

EGTs

3.MEMS

Introdução e aplicações

Materiais e tecnologias

NEMS

3.2.5. Syllabus:

1. Junctions

Revision on pn junctions

Schottky junction

Varistors

2. Transistors

Bipolar

JFETs

MOSFETs

CMOS

TFTs

EGTs

3.MEMS

Introduction and applications

Materials and technology

NEMS

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

O conteúdo programático da primeira parte permite aos alunos rever alguns conceitos sobre junções em semicondutores e abordar dispositivos como diodos Schottky e varistores. Estes conceitos são essenciais pois grande parte dos dispositivos a estudar na UC recorrem a junções, estando por isso naturalmente ligado à segunda parte desta UC. A segunda parte é dedicada à evolução dos dispositivos electrónicos, princípio de funcionamento e os desafios, tanto para materiais como para os processos, inerentes à diminuição da sua dimensão e novos conceitos. Na terceira parte da UC será feita uma primeira abordagem aos MEMS e NEMS (Micro/Nanoelectromechanical systems) e suas particularidades a nível de materiais e processos.

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

The first part of this UC allows students to review some concepts of junctions in semiconductors and address devices such as Schottky diodes and varistors. These concepts are essential because most of the devices to study at UC are based in diode like junctions and is therefore naturally connected to the second part of this UC. The second part is dedicated to the evolution of electronic devices, operating principles and challenges, both for materials and for the processes inherent to the reduction of size and new concepts. The third part of the UC will be a first approach to MEMS and NEMS (Micro / nanoelectromechanical systems) and its peculiarities regarding materials and processes.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino da UC reparte-se por aulas teóricas, teórico-práticas e de laboratório, presenciais. Para além disso, existe ensino tutorial, de acompanhamento dos alunos, sujeita a avaliação, por discussão oral.

Nota final

50% média testes ou exame

50% nota relatórios de grupo

Aprovação com frequência e média ponderada > 9,5 V/ Média de testes ou exames > 9,5 V

Testes/Exame

2 testes (opcionais) com nota mínima de 8 V no primeiro teste

1 época de exames

Relatórios

Grupo - sobre produção e caacterização de EGTs (30%)

Grupo - sobre fabrico de MEMS (70%)

Entrega 15 após a última aula

Frequência

Presença nas aulas de laboratório e aprovação nos relatórios (nota dos relatórios > 9,5 V)

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching of the UC's subjects is divided in theoretical, theoretical-practical and laboratory, classroom lessons. In addition, there is tutorial teaching, monitoring of students, subject to review by the oral discussion.

Final score

50% average score of tests or exam

50% score of the reports

Approval with frequency and weighted average > 9.5 V / Average score of tests or exam > 9.5 V

Tests / Exam

2 tests (optional), minimum 8V (first test)

1 exam season

Reports

Group - lab classes on production and characterization of EGTs (30%)

Group - lab classes on production of MEMS (70%)

Delivery 15 days after the last lab class

Frequency

Presence at laboratory classes and score of the reports > 9.5 V

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

Os temas incluídos no conteúdo programático da unidade curricular serão transmitidos durante a componente teórica, sempre com uma ligação clara à componente teórico-prática e laboratorial. A existência de aulas teórico-práticas permite aos alunos resolver problemas práticos sobre as matérias lecionadas nas aulas teóricas. Além disso, existem ainda aulas de laboratório em que é produzido um dispositivo onde são utilizados materiais e técnicas de processamento lecionadas nas aulas teóricas e teórico-práticas, permitindo aos alunos ter uma melhor compreensão dos temas abordados na UC. Finalmente haverá uma discussão oral sobre um relatório a apresentar pelo aluno referente à componente laboratorial, permitindo avaliar a qualidade do seu trabalho e do planeamento do mesmo.

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

Fundamental knowledge on the topics included in the syllabus of the UC will be transmitted during the lectures, always with a clear link to tutorial and laboratory component. The existence of practical classes allows students to solve problems on the topics taught in lectures. In addition, there are laboratory classes in which a device is produced where materials and processing techniques taught in lectures and practical classes are used, allowing students to have a better understanding of the topics adressed in the UC. Finally there will be an oral discussion on a report submitted by the students about the laboratory work in order to evaluate the quality of their activities (including the planning phase).

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

•Physics of Semiconductor Devices, S. M. Sze, K. K. Ng, Wiley, 2012

•Foundations of MEMS, 2nd edition Chang Liu, Pearson/Prentice Hall, 2010

•Introductory MEMS, Fabrication and Applications, Thomas M. Adams, Richard A. Layton, Springer 2010

Mapa III - Dissertação em Engenharia de Materiais / Dissertation in Materials Engineering**3.2.1. Unidade curricular:**

*Dissertação em Engenharia de Materiais / Dissertation in Materials Engineering***3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***João Paulo Miranda Ribeiro Borges - OT:28h***3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Todos os docentes doutorados na área de ciências dos materiais - OT:28h***3.2.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Preparação de uma dissertação conducente à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Materiais.***3.2.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Preparation of a dissertation that confers the Master degree in Materials Engineering.***3.2.5. Conteúdos programáticos:***Realização de trabalho experimental e escrita de uma dissertação.***3.2.5. Syllabus:***Realization of experimental work and writing a dissertation.***3.2.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Não aplicável.***3.2.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***Not applicable.***3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Após seleção do tema de dissertação é atribuído ao aluno um orientador que fará o acompanhamento tutorial do mesmo, durante o período de realização do trabalho.**A avaliação da unidade curricular é feita mediante apresentação e discussão pública da dissertação.***3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):***After selecting the theme of the thesis the student is assigned a mentor who will monitor the work during its realization.**The evaluation of the course is made upon presentation and public discussion of the dissertation.***3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Trata-se de uma unidade curricular de trabalho essencialmente autónomo, para o qual o aluno terá um orientador que apenas**fará o acompanhamento do trabalho, dando sugestões/orientações sempre que necessário.**A avaliação é feita por um júri de reconhecido mérito na área de conhecimentos da dissertação apresentada.***3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***This is a curricular unit of essentially autonomous work, for which the student has a tutor who will give suggestions / guidance**as necessary.**The assessment is made by a jury of recognized expertise in the area of the dissertation submitted.***3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:***A bibliografia da UC será função do tema de dissertação escolhido pelo aluno, e por este reunida, mediante uma adequada pesquisa bibliográfica.**The bibliography of the discipline will be a function of the dissertation theme chosen by the student, and will be gathered**through an adequate bibliographic search by the student.***Mapa III - Gestão da Produção / Production Management****3.2.1. Unidade curricular:***Gestão da Produção / Production Management***3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado - T:28h; PL:28h

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

n/a

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

No final da unidade curricular pretende-se que o estudante tenha adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permita: 1) Reconhecer o papel da gestão da produção e das operações na melhoria do desempenho de sistemas no que diz respeito à sua gestão e controlo; 2) Identificar os modelos e técnicas mais adequados para apoiar a tomada de decisão no âmbito do planeamento da produção a médio prazo; 3) Identificar os modelos e técnicas mais adequados para apoiar a tomada de decisão no âmbito da gestão de stocks; 4) Identificar os modelos e técnicas mais adequados no planeamento da produção a curto prazo; 5) Explicar os efeitos da evolução da gestão da cadeia de abastecimento e dos sistemas de controlo de produção no mercado global.

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

The main objective of the course is to provide students with the knowledge, skills and competences to: 1) Recognize the role and importance of production and operations management in the planning and management of organizations; 2) Recognize and apply basic appropriate analytical techniques related to decision making in strategic production management and medium range production planning; 3) Recognize and apply basic appropriate analytical techniques related to decision making in inventory management and inventory control; 4) Recognize and apply basic appropriate analytical techniques related to decision making in short-term scheduling and project management; 5) Explain the effects of the evolution of supply chain management and manufacturing control systems in global business.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução à Gestão da Produção e Competitividade
2. Gestão Estratégica da Produção
3. Planeamento da Produção a Médio Prazo
4. Gestão de Stocks
5. Planeamento de Necessidades de Materiais
6. Planeamento dos Recursos de Produção
7. Planeamento da Produção a Curto Prazo
8. Gestão da Cadeia de Abastecimento

3.2.5. Syllabus:

1. Introduction. Production Management and Competitiveness
2. Strategic Production Management
3. Medium Range Production Planning
4. Inventory Management
5. Material Requirements Planning
6. Manufacturing Resource Planning
7. Short Range Scheduling
8. Supply Chain Management

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

A unidade curricular inicia no capítulo 1 mostrando a importância da gestão da produção e das operações na competitividade das empresas e das cadeias de abastecimento. No capítulo 2 é abordada a gestão da produção na vertente estratégica, em que se discutem as tipologias de produção, o planeamento da capacidade e o layout. O capítulo 3 faz referência ao planeamento da produção a médio prazo. No capítulo 4 apresentam-se técnicas de gestão de stocks de produtos com procura constante e variável. Nos capítulos 5 e 6 é apresentada a metodologia de desenvolvimento de um plano de necessidades de material que depois é complementado com a determinação das necessidades de recursos. Usando alguns exemplos, o capítulo 7 apresenta várias técnicas de gestão da produção para usar no curto prazo. No capítulo 8 é abordada a importância estratégica da gestão da cadeia de abastecimento.

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

The course starts in chapter 1 showing production and operations management importance regarding enterprises and supply chains competitiveness. In chapter 2, production management in the strategic area is addressed, discussing the process strategy, capacity planning and layout strategy. Chapters 3 to 6 refer to the techniques of production planning in the medium term. Chapters 3 to 6 refer to techniques of production planning in the medium term, in particular aggregate planning, master production schedule, inventory models for constant and independent demand, material requirements planning and manufacturing resource planning. Using some examples, chapter 7 presents several techniques for production management to the short term. Chapter 8 discusses the supply chain management importance in this business environment.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular é lecionada em aulas teóricas e práticas.

Nas aulas teóricas, com uma carga semanal de 2 horas, são expostos os principais conceitos, metodologias e técnicas com base em exemplos e casos de estudo. As aulas são complementadas com leituras obrigatórias a desenvolver pelos estudantes.

As aulas práticas, com uma carga semanal de 2 horas, decorrem em laboratório com equipamento informático e são

de 2 tipos. A maioria envolve a resolução de exercícios, individual ou em grupo, quer manualmente quer com recurso a aplicações informáticas. Nas restantes, os estudantes apresentam e discutem os trabalhos desenvolvidos em grupo. A avaliação da componente teórica é feita por 2 testes ou 1 exame final. A avaliação da componente prática resulta da realização de 2 trabalhos e do respetivo desenvolvimento.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The course is taught in theoretical and practical classes.

In lectures, with a weekly charge of 2 hours, key concepts, methodologies and techniques are explained based on examples and case studies. Some exercises are proposed and after they are solved using the methodologies and techniques previously presented. Classes are complemented by required readings by students.

The laboratory sessions, with a weekly charge of 2 hours, take place in a laboratory space and are of 2 types. Most of them involve problems solving, alone or in a team. Sometimes problems solving require the use of computer applications. In the other laboratory sessions type, students present their group projects which are discussed in class. The course assessment comprises theoretical and practical components. Theoretical component comprises 2 written closed-book tests or 1 closed-book final exam at the end of semester. Practical component is based on 2 projects and respective development and discussion.

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

A componente teórica necessária para que os objetivos de aprendizagem sejam atingidos é dada nas aulas teóricas. A metodologia de ensino adotada, baseada no método expositivo, visa maioritariamente apresentar os conceitos teóricos com base na aplicação em exemplos e casos de estudo propostos, bem como na verificação dos resultados de aprendizagem. Através de uma abordagem didático-pedagógica ativa e dinâmica, pretende-se motivar os estudantes para a aprendizagem. A aquisição do conhecimento é avaliada em 2 testes o que permite verificar se os objetivos de aprendizagem estão a ser atingidos. De referir, igualmente, que a existência de dois testes ao longo do semestre fomenta não só o estudo continuado, que é determinante no sucesso da aprendizagem, como a avaliação individual do estudante.

Na maioria das aulas práticas os estudantes aplicam imediatamente os conteúdos teóricos lecionados nas aulas teóricas, através da resolução de exercícios e desenvolvimento de trabalhos em grupo, normalmente casos-problema que envolvem a seleção das técnicas mais adequadas a aplicar, promovendo a discussão dentro dos grupos de trabalho e, por conseguinte, a consolidação da matéria teórica. As outras aulas práticas são de apresentação e discussão de alguns trabalhos em grupo realizados e tem como objetivo fomentar o trabalho em equipa e estimular a reflexão crítica dos estudantes. Nos trabalhos os estudantes resolvem e analisam problemas concretos, desenvolvendo a aptidão para selecionar as técnicas e ferramentas mais adequadas e, também, conceber e avaliar soluções. Para desenvolver capacidades de comunicação escrita, os estudantes entregam um relatório relativo a cada trabalho desenvolvido, especificando os métodos utilizados e justificando todas as decisões tomadas na sua resolução. Para além dos exercícios resolvidos nas aulas, os estudantes têm de resolver outros fora das aulas, individualmente ou em grupo.

A avaliação destas competências é assegurada por 2 trabalhos, 1 individual e outro em grupo, que promove para além do estudo continuado e a aplicação dos conceitos teóricos, também a avaliação do estudante enquanto elemento de uma equipa de trabalho.

A frequência, obtida através da presença em pelo menos 65% das aulas teóricas, tem como objetivo assegurar que os estudantes acompanham a matéria.

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

The theoretical component required to achieve the course learning outcomes is explained in lectures. The teaching methodology adopted aims to mainly explain the concepts based on application examples and case studies and also be able to verify the learning outcomes. Thus, an active and dynamic didactic-pedagogic approach is implemented to motivate the students to learning. The acquisition of knowledge is assessed in two tests which allow to verifying whether the learning outcomes are being achieved. It is important to refer that the existence of two tests during the semester promotes not only the continued study, which is crucial in the success of learning, but also the student individual assessment.

In most laboratory sessions, students apply the theoretical issues taught in lectures, by solving exercises and developing group projects that involve selection of the most suitable techniques, promoting discussion within the working groups and therefore the consolidation of the theoretical component. The other laboratory sessions are for presentation and discussion of group projects. In projects students are required to develop and analyze specific problems, developing the ability to both select techniques and design and analyze solutions. To develop written communication skills, students are required to make project report in which they should specify and justify the methods used and the decisions taken. Oral presentation of the group projects aims to promote teamwork and encourage critical thinking and also allow students to receive projects feedback.

Students, individually or in a team, also have to solve a few exercises as homework.

The assessment of these skills is provided by two projects whose assessment fosters continued study and the application of theoretical concepts, and allows student assessment as a team member.

Students should be present in at least 65% of lectures and 65% of laboratory sessions to ensure they follow the matter.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Heizer J. e Render B. (2011) Operations Management, Pearson/Prentice Hall, 10th ed., New Jersey.

Chase R.B., Aquilano N.J. e Jacobs F.R. (2005) Production and Operations Management for Competitive Advantage, Irwin / McGraw-Hill, 11th ed., Boston.

Stevenson W.J. (2006) Production/Operations Management, Irwin/ McGraw-Hill, 9th ed., Boston.

Lisboa J.V., Gomes, C.F. (2008) Gestão de Operações, Vida Económica, 2ª ed., Porto.

*Roldão V.S. e Ribeiro J.S. (2007) Gestão das Operações. Uma Abordagem Integrada, Monitor, Lisboa.
<http://www.ipq.pt/museu/sistema/index.htm>*

Mapa III - Engenharia de Células e Tecidos / Cell and Tissue Engineering

3.2.1. Unidade curricular:

Engenharia de Células e Tecidos / Cell and Tissue Engineering

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

Jorge Alexandre Monteiro de Carvalho e Silva - T:42h; PL:18h

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

n/a

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam conceber e escrever um projecto de investigação na área da Engenharia de Tecidos.

Para tal, terá adquirido conhecimentos sobre:

- os mecanismos de reparação de feridas em adultos;*
- biomaterias - polímeros e cerâmicos de origem natural ou sintética;*
- técnicas existentes para produção de matrizes para Engenharia de tecidos;*
- interacção célula-biomaterial;*
- realização de testes in vitro.*

O estudante terá igualmente adquirido aptidões:

- na produção de matrizes para Eng de Tecidos;*
- na caracterização físico-química das matrizes;*
- na cultura de células animais;*
- na sementeira e análise de culturas de células em biomateriais.*

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

At the end of this course the student will have acquired knowledge, skills and competencies to conceive and write a research project in the field of tissue engineering.

To do this, he/she will have acquired knowledge about:

- the mechanisms of wound repair in adults;*
- biomaterials - polymers and ceramics of natural or synthetic origin;*
- existing techniques for producing matrices for tissue engineering;*
- cell-biomaterial interaction;*
- in vitro testing.*

The student will also have acquired skills:

- in the production of scaffolds for Tissue Eng;*
- the physicochemical characterization of the scaffolds;*
- the culture of animal cells;*
- seeding and analysis of cell cultures performed on biomaterials.*

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Programa baseado no livro "Tissue Engineering" (Senior Editor: Clemens van Blitterswijk. Elsevier, 2008)

Tissue Engineering - an introduction

1 Stem cells

3 Tissue homeostasis

5 The extracellular matrix as a biologic scaffold for tissue engineering

6 Natural polymers in tissue engineering applications

7 Degradable polymers for tissue engineering

8 Degradation of bioceramics

10 Cell source

11 Cell culture: harvest, selection, expansion, and differentiation

12 Cell nutrition

14 Scaffold design and fabrication

16 Bioreactors for tissue engineering

17 Tissue engineering for skin transplantation

18 Tissue engineering of cartilage

19 Tissue engineering of bone

20 Tissue engineering of the nervous system

21 Tissue engineering of organ systems

3.2.5. Syllabus:

Program based on the book "Tissue Engineering" (Senior Editor: Clemens van Blitterswijk. Elsevier, 2008)

Tissue Engineering - an introduction

1 Stem cells

3 Tissue homeostasis

5 The extracellular matrix as a biologic scaffold for tissue engineering

6 Natural polymers in tissue engineering applications

7 Degradable polymers for tissue engineering

8 Degradation of bioceramics

10 Cell source

11 Cell culture: harvest, selection, expansion, and differentiation

12 Cell nutrition

14 Scaffold design and fabrication

16 Bioreactors for tissue engineering

17 Tissue engineering for skin transplantation

18 Tissue engineering of cartilage

19 Tissue engineering of bone

20 Tissue engineering of the nervous system

21 Tissue engineering of organ systems

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

O conteúdo programático da cadeira fornece aos alunos uma visão geral dos processos de investigação e desenvolvimento de substitutos biológicos de órgãos e tecidos para utilização em Medicina Regenerativa.

Para tal, são abordados nas aulas os temas que fundamentam cientificamente a abordagem da Eng de Tecidos ao desenvolvimento de substitutos biológicos, tais como os mecanismos de reparação de feridas em adultos, os materiais poliméricos e cerâmicos que são usados para a produção de matrizes tridimensionais porosas como equivalentes da matriz extra celular, bem como as técnicas usadas nessa produção, os métodos de caracterização física, química e biológica (através de testes in vitro e in vivo). Através do estudo de casos de investigação e estudos clínicos reportados na literatura científica, os alunos adquirem uma visão abrangente da área. Nas aulas práticas os alunos tomam contacto directo com algumas das técnicas experimentais usadas na investigação em Eng de Tecidos.

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

The syllabus of the course provides students with an overview of the processes of research and development of biological substitutes for organs and tissues for use in regenerative medicine.

The topics covered in classes are those that underlie scientifically the Tissue Eng approach to the development of biological substitutes, such as the mechanisms of wound repair in adults, polymeric and ceramic materials which are used for scaffold production, the techniques used in this production, methods of physical, chemical and biological (through in vitro and in vivo tests). Case studies of research and clinical test reported in the scientific literature allow students to acquire a comprehensive view of the area. In practical classes students contact with some of the experimental techniques used in research in Tissue Eng.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino do conteúdo programático de ECT baseia-se em aulas teóricas e aulas práticas de laboratório. Nas teóricas são abordado os temas que compõem o programa através da exposição dos conceitos, métodos e exemplos de estudos laboratoriais e clínicos. Nas práticas os alunos produzem e caracterizam matrizes 3D porosas e efectuam nelas culturas celulares.

A nota final é a média pesada das notas obtidas nas 4 componentes da avaliação seguintes:

Trabalhos práticos (25%): realizados em grupos de 3 alunos e avaliados com base nos relatórios.

Seminário (25%): apresentação e discussão, em grupos de 2 alunos, sobre o estado da arte da ECT de um tecido ou órgão à escolha.

Artigo (15%): é dado aos alunos um artigo publicado ao qual foram retirados o resumo e as conclusões; os alunos terão de escrever estas 2 partes.

Projecto de investigação (35%): individual, consiste na elaboração da componente científica de um projecto na área da ECT segundo as regras da FCT/MEC.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The method of teaching the syllabus of ECT is based on lectures and laboratory practical classes. In lectures, the subjects that make up the program are addressed through exposure of concepts, methods and examples of laboratory and clinical studies. In practical classes the students produce and characterize scaffolds and perform cell cultures on them.

The final grade is the weighted average of the marks obtained in the 4 components of assessment:

Practical work (25%): performed in groups of 3 students and evaluated based on the reports.

Seminar (25%): presentation and discussion, in groups of 2 students, on the state of the art of TE of a tissue or organ of their choice.

Article (15%): Students are given a published paper without the abstract and the conclusions; students have to write these parts.

Research project (35%): writing, individually, of the scientific component of a project in the field of ECT according to the rules of FCT/MEC.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas.

As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas através do estudo de casos de investigação e casos clínicos, nas aulas teóricas, e através dos trabalhos práticos realizados no laboratório.

A aquisição destes conhecimentos é avaliada através do seminário, do artigo para análise e escrita do resumo e conclusões, do projecto de investigação e dos relatórios dos trabalhos práticos.

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

The theoretical components necessary to achieve the learning objectives are taught in lectures.

The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed through the analysis of case studies of research and clinical cases, in lectures, and through practical work performed in the laboratory.

The acquisition of knowledge is evaluated through the seminar, the article for analysis and writing of the abstract and conclusions, the research project and the reports of practical work.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

Bibliografia principal:

- C. van Blitterswijk (editor), *Tissue Engineering*, Elsevier, 2008

Bibliografia adicional para partes específicas do programa:

- W. M. Saltzman, *Tissue Engineering - Principles for the design of replacement organs and tissues*, Oxford University Press 2004 (cota R 857 SAL)

- K. Lee, D. Kaplan, Eds, *Tissue engineering I - Scaffold Systems for Tissue Engineering*, Springer, 2006

- K. Lee, D. Kaplan, Eds, *Tissue engineering II - Basics of Tissue Engineering and Tissue Applications*, Springer, 2007

- B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, P. Walter, *Molecular Biology of The Cell*, 4th Ed, Garland 2002

- R. I. Freshney, *Culture of Animal Cells - A manual of basic techniques*, Wiley-Liss, 2005

- P. X. Ma, J. Elisseeff, Eds., *Scaffolding In Tissue Engineering*, CRC, 2005

Mapa III - Planeamento e Controlo da Produção / Production Planning and Control**3.2.1. Unidade curricular:**

Planeamento e Controlo da Produção / Production Planning and Control

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

Alexandra Maria Batista Ramos Tenera - T:28h; PL: 84h

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

n.a.

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

No final da lecionação da disciplina de Planeamento e Controlo da Produção os estudantes devem apresentar competências e capacidades que lhes permitam:

- *Compreender a importância da gestão da produção e das operações nas organizações*

- *Identificar, caracterizar e enquadrar diversos ambientes produtivos*

- *Determinar custos produtivos e dimensionar capacidades produtivas*

- *Estabelecer planos agregados e planos directores de produção*

- *Definir necessidades de materiais e de recursos*

- *Proceder à programação de operações em diversos ambientes produtivos (ERP, JIT/Lean, TOC)*

Paralelamente às competências técnicas específicas da disciplina, procura-se desenvolver no estudante capacidades de trabalho em grupo e de liderança, facilidade de diálogo e comunicação.

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

In the end of this course the students must have competences to:

- *Understand the importance of the production and operations management in the organizations;*

- *Identify and characterize several production environments;*

- *Characterize main production costs and production capacities;*

- *Establish aggregate plans and master production plans;*

- *Define materials and resources needs according to the MRP logic;*

- *Schedule operations in different production systems (ERP, JIT/Lean, TOC).*

During this course we also promote team work and leadership.

3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. Planeamento Agregado e Plano Director de Produção: Variáveis e estratégias e custos; estabelecimento de Planos Agregados e Planos Directores de Produção.

2. Planeamento dos Recursos de Produção: Estrutura do produto (BOM); lógica MRP; Análise de capacidade (CRP); Ajustamento de capacidades em ciclo fechado.

3. Programação e Sequenciamento: Algoritmos húngaro e transportes; Regras estáticas de sequenciamento; Avaliação de programas de trabalho, Algoritmo de Jonhson em n/2 e n/3

4. JIT/Lean: Conceitos e ferramentas; Condições de aplicabilidade; sistemas Kanban; Programação JIT

5. Teoria das Restrições (TOC): Conceitos e princípios; Passos fundamentais; Programação TOC

6. Introdução à Gestão de Projectos: Definição de projecto; Áreas processuais; WBS e redes de projecto; Estimativas de tempos, custos e recursos; Programação CPM, PERT, e CCPM; Análise quantitativa de riscos em projectos; Controlo e avaliação da execução do projecto (EVM)

3.2.5. Syllabus:

1. Medium Range Production Planning: Production plans; Aggregate planning; Production planning strategies and associated costs; master production schedule.

2. Manufacturing Resource Planning: Bill of materials file and its use; MRP logic; Capacity requirements planning (CRP); Closed loop approach.

3. Sequencing and Scheduling: hungarian method and transportation models; Priority rules and plan evaluation; Johnson's method n/2 and n/3)

4. Lean/JIT production systems: Main concepts and tools; Applicability; Kanbans systems; Scheduling in Lean/JIT systems with and whitout capacity constraints.

5. Theory of Constraints: Main principles and concepts; TOC POOGL basic steps; sheduling with capacity constraints;

6. Project Management: Project definition; Main processes; WBS and networks; Activity, cost and resource estimating; CPM scheduling nad time-cost optimization; PERTa and CCPM scheduling; Quantitative risk analysis; Project execution control and evaluation (EVM)

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

No capítulo 1 é introduzida a hierarquia do planeamento clássico e apresentadas e debatidas práticas clássicas de planeamento e sua optimização em horizontes de planeamento de médio prazo.

Nos capítulos 2 e 3 são introduzidas lógicas clássicas ERP de planeamento de recursos produtivos (capítulo 2) bem como algoritmos básicos de programação e sequenciamento de operações em chão de fábrica e sua avaliação (capítulo 3)

Nos capítulos 4 e 5 são introduzidos os conceitos e práticas fundamentais mais recentes JIT/Lean (Capítulo 4) bem como da teoria das restrições (Capítulo 5)

No último capítulo introduz-se então sumariamente as principais temáticas da produção unitária ou gestão de projectos (Capítulo 6)

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

In Chapter 1 the classic planning hierarchy is introduced, presented as well as classical planning practices and medium-term plans optimization.

In Chapters 2 and 3 classical resource planning are introduced as well as ERP systems (Chapter 2) and key algorithms for shop-floor operations assignment and sequencing o(Chapter 3).

In chapters 4 and 5 JIT/Lean fundamental concepts and practices are introduced (Chapter 4) followed by other recent productive management approach, the theory of constraints (Chapter 5)

In the last chapter key project management (also known as unique production) concepts, practices and tools are briefly introduced.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas procede-se à exposição oral das matérias e apresentam-se exemplos de aplicação das matérias e de vídeos, estimulando-se a participação e discussão de pressupostos e situações. Nas aulas práticas é feita a

discussão de casos de estudo e a resolução de exercícios de aplicação da matéria com recurso a aplicações informáticas de suporte abordada na aula teórica bem como, simulação por jogos de diferentes sistemas produtivos. Para desenvolvimento de competências e capacidades de trabalho em equipa, os estudantes têm de realizar, pelo menos um trabalho de grupo (TG) apresentado em sala de aula.

Os elementos de avaliação da unidade curricular são:

Exame ou Teste a meio (T1) e no final do semestre (T2) se $T2 > 8v$ and $(T1+T2)$ média $> 9,5v$

TG será utilizada para a obtenção da frequência (obtida se $> 9,5$)

NOTA FINAL = 0.4 TG + 0.6 EX

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

In theoretical classes, subjects will be discussed is presented. Concepts models are explained, discussed and applied including video projections, stimulating the student participation during the lecture. In practical classes, exercises and case studies are analyzed and discussed. To develop and improve other competences and capacities, as well as game simulations. Computer classes are also administrated for case analysis using mainly spreadsheets and software applications broadly available and used in industrial companies. Team work is also promoted either in theoretical research work or in the analysis of at least one case studies (GA).

The course grading shall be based on the following:

Exam or Mid (T1) and End (T2) semester tests if $T2 > 8v$ and $(T1+T2)$ average $> 9,5v$

GA is used to decide access to a final exam (obtained if $> 9,5$).

FINAL GRADE = 0.4 GA + 0.6 EX

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

O ensino da UC está direcionado para a introdução e exploração de diferentes modelos, métodos e práticas no planeamento e controlo da produção, em diferentes filosofias de gestão de sistemas produtivos.

Os exercícios das aulas e todos os exemplos de aplicação seguem uma abordagem baseada em “casos de estudo” cobrindo as diversas temáticas expostas. O material de suporte inclui para além do cálculo tradicional a utilização de diversas ferramentas informáticas gerais e específicas bem como a projeção de vídeos e jogos de simulação.

Os alunos desenvolvem trabalho individual durante a aplicação das matérias e grupal no estudo de casos teóricos e/ou reais previstos na avaliação. Estes trabalhos exigem pesquisa de informação técnica em bases de dados científicas de referência, aplicação dos conhecimentos adquiridos em situações específicas quer no desenvolvimento de trabalhos de grupo quer no trabalho individual. Pelo menos um trabalho (em grupo) tem de ser desenvolvido em ambiente real (trabalho de campo) sendo obrigatoriamente apresentado em aula permitindo que os alunos complementem e difundam conhecimentos adicionais bem como desenvolvam novas competências de comunicação, liderança e trabalho em grupo. O relatório do trabalho será apresentado em forma de “caso de estudo” para que os alunos adquiram treino em estruturação de escrita científica, servindo de preparação para o desenvolvimento da escrita em futuros trabalhos de segundo ciclo.

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

In this Curricular Unit UC teaching is directed to the introduction and exploitation of different approaches for production planning and control, used in different productive management philosophies.

The training examples used in an approach based on "case studies" covering various topics. Support materials include the use of different general and specific software as well as the projection of videos and simulation games.

Students progress individual work in the training examples and during case study development. These autonomous efforts are carried out on their own and require technical information search in scientific reference databases, application of knowledge gained in specific situations and in the development of the group works. At least one group work must be developed in real environment (field work) which includes oral communication to the whole class. This allows students to complement and spread additional knowledge, as well as the development of communication skills, leadership and teamwork. The report is delivered in the form of a “case study”, to give students preparation into the scientific writing, serving as groundwork for future writings to be developed in the second cycle of their master degree.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

- Stevenson, W. (2011). *Operations Management (Operations and Decision Sciences)*. Irwin / McGraw-Hill.
- Heizer, J. & Render, B. (2010). *Operations Management*. New Jersey, Pearson Prentice Hall.
- Krajewski, L.; Ritzman, B. & Malhotra (2009). *Operations Management (9th)*. Pearson Prentice Hall.
- Chase, R. ; Aquilano, N. & Jacobs, F. (2010). *Operations and Supply Chain Management (13th ed.)*. Irwin / McGraw-Hill.

- Pinedo, M.(2012). *Operations Scheduling:Theory, Algorithms, and Systems*. Irwin / McGraw-Hill.
- Cox III, J. & Schleier, J. (2010). *Theory of Constraints Handbook*. McGraw-Hill.
- Wilson, L. (2009). *How To Implement Lean Manufacturing*. McGraw-Hill.
- Kerzner, H. (2013). *Project Management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling (11th ed.)*. John Wiley & Sons.

Mapa III - Biomecânica e Hemodinâmica / Biomechanics and Hemodynamics

3.2.1. Unidade curricular:

Biomecânica e Hemodinâmica / Biomechanics and Hemodynamics

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

Valentina Borissovna Vassilenko - T:42h; PL:84h

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

n/a

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

Nesta disciplina serão introduzidos os conceitos e os formalismos da Biomecânica e Hemodinâmica, enquadrados com exemplos de aplicações e aulas laboratoriais.

Pretende-se que, no final da disciplina, os alunos demonstrem possuir bases para a compreensão e aplicação dos principais modelos de Biomecânica utilizados e equações resultantes, nomeadamente no estudo de movimento e articulações, propriedades mecânicas de ossos, músculos, vasos sanguíneos e sangue, contracção muscular e descrição do sistema cardiovascular

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

In this discipline will be introduced the concepts and formalisms of Biomechanics and equations of Hemodynamics, framed with examples of applications and the laboratory classes.

It is intended that at the end of the course, students demonstrates the bases for the understanding and application of key models used Biomechanics and resulting equations, particularly in the study of movement and joints, mechanical properties of bones, muscles, blood vessels and blood muscle contraction and description of cardiovascular system

3.2.5. Conteúdos programáticos:

Teóricas:

- 1. Introdução à biomecânica;*
- 2. Cinemática e Cinética. Cálculos cinemáticos.*
- 3. Biomecânica do movimento das articulações.*
- 4. Propriedades mecânicas dos tecidos. Relações Stress/Strain; Viscoelasticidade.*
- 5. Biomecânica da contracção muscular. Teoria do deslizamento dos filamentos; Equação de Hill; Electromiografia*
- 6. Biomecânica do Coração. Músculo cardíaco; ECG e actividade cardíaca.*
- 7. Introdução à Hemodinâmica. Actividade cardíaca e Pressão Arterial. Medição da Pressão Arterial.*
- 8. Propriedades dos fluidos. Reologia do sangue. Modelo de Casson; Efeito Fahraeus-Linquist*
- 9. Equações da Dinâmica dos Fluidos. Equações Navier-Stokes.*
- 10. Modelos de circulação. Modelos de Poiseulle; Modelo resistivo; Modelo de Frank*
- 11. Tubos ramificantes e bifurcações. Lei do Cubo*

Aulas laboratoriais:

- 1. Electromiografia 1*
- 2. Electromiografia 2*
- 3. ECG*
- 4. Medição da Pressão Arterial*
- 5. ECG & Pulso*
- 6. Sons Cardíacos*

3.2.5. Syllabus:*Lectures:*

1. *Introduction to Biomechanics*
2. *Kinematics and Kinetics. Kinematic calculus from the experimental data*
3. *Biomechanics of Motion and Joints*
4. *Mechanical properties of tissues. Relationship Stress / Strain; Viscoelast*
5. *Biomechanics of muscle contraction. Sliding filament theory; Motor unit; Hill equation; Electromyography*
6. *Heart Biomechanics. Cardiac muscle; ECG and heart activity.*
7. *Introduction to Hemodynamics. Cardiac activity and blood pressure; Measurement of BP*
8. *Properties of the Fluids. Rheology of Blood. Newtonian & Non-Newtonian fluids; Casson's model; Fahraeus – Linquist effect.*
9. *Equations of Fluid Dynamics. Eq. Navier- Stokes*
10. *Models of Blood Circulation. Models of Poiseulle; Resistive model; Model of Frank*
11. *Branching tubes & Bifurcations*

Laboratory sessions:

1. *Electromiography I*
2. *Electromiography II*
3. *ECG*
4. *Blood Pressure Measurements*
5. *Pulse and Pressure*
6. *Heart Sounds*

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

O conteúdo programático apresentado cobre as principais temáticas da Biomecânica e Dinâmica dos fluidos em aplicação ao corpo humano, em particular Hemodinâmica. Os conceitos e os formalismos fundamentais da Biomecânica e Hemodinâmica e as equações resultantes são explicados, discutidos e exemplificados

Os conteúdos proporcionam também uma introdução aos métodos de modelação e modelos utilizados em Biomecânica e Hemodinâmica, nomeadamente no estudo de movimento e articulações, propriedades mecânicas de ossos, contracção dos músculos esqueléticos e cardíaco e modelação do sistema cardiovascular. Igualmente, alunos podem aprender bases de alguns métodos de diagnóstico utilizados em medicina, o que é muito importante para Engenharia Biomédica.

Os conteúdos programáticos desta disciplina servem também como introdução às disciplinas específicas no curso de pós-graduação em Engenharia Biomédica.

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

The syllabus covers the major themes presented in Biomechanics and Fluid dynamics in application to the human body, in particular Hemodynamics. The fundamental concepts and formalisms of Biomechanics and Hemodynamics and the resulting equations are explained, discussed and exemplified

Content also provide an introduction to modeling methods and models used in biomechanics and hemodynamics, especially in the joints and motion study, mechanical properties of bone, contraction of skeletal and cardiac muscle and the cardiovascular system modeling. Also, students can learn bases of some diagnostic methods used in medicine, which is very important for Biomedical Engineering.

The syllabus of this course also serve as an introduction to the specific disciplines in postgraduate course in Biomedical Engineering.

3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino é composto por três componentes:

- *Aulas teóricas (TEOR), onde os conceitos fundamentais da cadeira são transmitidos, exemplificados e discutidos.*

- A componente prática (PRAT), que prevê realização de 5 dos 6 trabalhos laboratoriais. Esta componente consiste em aprendizagem de medição de sinais fisiológicos do corpo humano por meio de equipamento Biopac, analisar e interpretar os resultados obtidos.

- O seminário (SEM) que consiste na elaboração individual dum trabalho sobre um tema proposto por professor. O seminário destina-se a ajudar a sedimentar os conceitos básicos que o aluno aprendeu ao longo da disciplina e aplicá-los na abordagem de um assunto complementar ao programa.

A componente prática e seminário são realizados por grupos de dois alunos.

Cada componente é avaliado, com os pesos na nota final indicados:

TEOR - 60%

PRAT - 30%

SEM - 10%

Cada um destes elementos de avaliação é cotado até 20 valores.

3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Teaching consists of three components:

- Lectures (TEOR), where the fundamental concepts of the chair are transmitted, exemplified and discussed.

- The practical component (PRAT) that consists on performing 5 of 6 laboratory sessions. This component provides learning of measurements of physiological signals of the human body by Biopac equipment, as well as analyzes and interprets the results.

- The Seminar (SEM) which consists of preparation of individual work on a topic proposed by Professor. The seminar is intended to help settle the basic concepts that the student has learned throughout the course and apply them in a matter of complementing of the main program.

The PRAT and SEM are performed by groups of two students.

Each component is evaluated, with the weights indicated in the final grade:

TEOR - 60%

PRAT - 30%

SEM - 10%

Each of these elements of assessment is quoted to 20.

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

O ensino tem um carácter teórico/prático que permitirá aos alunos desenvolver e aplicar o raciocínio científico e adquirir habilitações práticas sobre os principais tópicos da Biomecânica e Hemodinâmica.

Os conceitos e os formalismos fundamentais da são leccionados nos conteúdos teóricos da disciplina, explicados e discutidos nos exemplos apresentados, bem como particularizados em séries de problemas originais, que foram desenvolvidos por Regente da disciplina.

Uma forte componente das aulas laboratoriais permite aprofundar os conteúdos teóricos e adquirir habilitações práticas em medição dos sinais fisiológicos em vivo, aprender o software para o tratamento de dados, saber analisá-los e interpretar os resultados obtidos. É de frisar, que todos trabalhos laboratoriais são baseados em métodos de diagnóstico utilizados em medicina, o que é muito importante para Engenharia Biomédica.

O seminário que consiste na elaboração em grupo de 2 alunos de trabalho escrito sobre um dos tópicos da disciplina, que está complementar o programa leccionado.

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

The classes involve a combination of theory and practice that will allow students to develop and apply scientific reasoning and acquire practical skills on the main topics of Biomechanics and Hemodynamics .

The lecturer will provide the fundamental concepts and formalisms, explained and discussed in the examples, as well as the series of original problems, developed by the Regent of discipline.

A strong component of laboratory classes allows deepening the theoretical contents and acquiring practical skills in measuring physiological signals in vivo, learning the software for data processing, as well as analyzing and interpreting the obtained results. It should be stressed that all laboratory protocols are based on the methods of diagnostic used in medicine, which is very important for Biomedical Engineering.

The seminar consists of the preparation of written work by group of 2 students on a topic of discipline, which is to complement the taught program.

3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

1. *Apontamentos de Biomecânica e Hemodinâmica -Valentina Vassilenko*
2. *Fung, Y. C. Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues, 2nd ed., 1993, ISBN: 978-0-387-97947-2*
3. *B.H.Brown, et.al. Medical Physics and Biomedical Engineering*
4. *Panjabi, M.M. and White A.A. "Biomechanics in the Musculoskeletal System", 1st. ed., Churchill Livingstone, 2001*
5. *M.Zamir "The physics of pulsatile flow", Springer-Verlag, 2000*
6. *Seeley, T.D. Stephens, P. Tate Anatomia e Fisiologia, Lusodidacta, 2001*
7. *www.fct.unl.pt à Biblioteca à e-Books à The Biomedical Engineering Handbook; Vol.1, 2nd Edition, Ed. J.D. Bronzino, CRC Press LLC, 2000*
8. *Biomechanical Systems: Techniques & Applications, Vol. II, Cardiovascular Techniques; Vol. I Computer Techniques and Computational Methods in Biomechanics; Vol. III, Musculoskeletal Models & Techniques; Vol. IV, Biofluid Methods in Vascular & Pulmonary Systems*
9. *Séries de problemas de Biomecânica e Hemodinâmica –Valentina Vassilenko*
10. *Guiões do Trabalhos Práticos*
www.biopac.com

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. Mapa IX -Equipa docente do ciclo de estudos / Map IX - Study programme's teaching staff

Nome / Name	Grau / Degree	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Maria Cecília Perdigão Dias da Silva	Doutor	Matemática/ Álgebra	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Saiago	Doutor	Matemática / Álgebra	100	Ficha submetida
Rodrigo Ferrão de Paiva Martins	Doutor	Engenharia de Materiais: Conversão de Energia e Materiais Semicondutores	100	Ficha submetida
Cláudia Regina Pereira Quaresma	Doutor	Engenharia Biomédica	100	Ficha submetida
Paulo Manuel Assis Loureiro Limão Vieira	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Maria Manuela Marques Araújo Pereira	Doutor	Química- Química Orgânica	100	Ficha submetida
Maria Teresa Avilés Perea	Doutor	Química Organometálica	100	Ficha submetida
Ruy Araújo da Costa	Doutor	Engenharia de Sistemas	100	Ficha submetida
João Pedro Botelho Veiga	Doutor	Análise Estrutural	100	Ficha submetida
Abel José de Sousa Costa Vieira	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Elvira Maria Sardão Monteiro Gaspar	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Maria Adelaide de Almeida Pedro de Jesus	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Rui Filipe dos Reis Marmont Lobo	Doutor	Física/Física Atómica e Molecular	100	Ficha submetida
Lidia Ludovina Lampreia Caeiro Pica Lourenço	Doutor	Investigação Operacional	100	Ficha submetida
Joaquim Eurico Anes Duarte Nogueira	Doutor	Matemática Pura (Álgebra)	100	Ficha submetida
José Maria Nunes de Almeida Gonçalves Gomes	Doutor	Análise Matemática	100	Ficha submetida
António Carlos Simões Paiva	Doutor	Física Atómica e Molecular	100	Ficha submetida
Maria Isabel Simões Catarino	Doutor	Engenharia Física	100	Ficha submetida
Rui Jorge Cordeiro Silva	Doutor	Ciência dos Materiais / Metalurgia	100	Ficha submetida
João Paulo Heitor Godinho Canejo	Doutor	Ciência e Engenharia de Materiais	10	Ficha submetida
Maria Helena Figueiredo Godinho	Doutor	Ciência dos Materiais (Materiais Poliméricos e Mesomorfos)	100	Ficha submetida
Susete Maria Brazão Nogueira Fernandes	Doutor	Engenharia Química	10	Ficha submetida
Carlos Alberto Nunes de Carvalho	Doutor	Ciência dos Materiais	100	Ficha submetida
Guilherme António Rodrigues Lavareda	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Maria Paula Pires dos Santos Diogo	Doutor	História da Ciência e da Tecnologia Epistemologia das Ciências	100	Ficha submetida
João Paulo Miranda Ribeiro Borges	Doutor	Ciência dos Materiais, especialidade de Materiais Macromoleculares	100	Ficha submetida
Maria Teresa Varanda Cidade	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Regina da Conceição Correadeira Monteiro	Doutor	Ceramics	100	Ficha submetida

Paulo Orlando Reis Afonso Lopes	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
Alexandre José da Costa Velinho	Doutor	Ciência dos Materiais (Materiais Compósitos) / Materials Science (Composite)	100	Ficha submetida
Carlos Jorge Mariano Miranda Dias	Doutor	Electrónica	100	Ficha submetida
Maria do Carmo Henriques Lança	Doutor	Eng. Física	100	Ficha submetida
Hugo Manuel Brito Águas	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Rita Maria Mourão Salazar Branquinho	Doutor	Nanotecnologias e Nanociências	65	Ficha submetida
Rui Alberto Garção Barreira do Nascimento Igreja	Doutor	Engenharia de Materiais/ Microelectrónica e Optoelectrónica	100	Ficha submetida
Manuel João Dias Mendes	Doutor	Fotovoltaico	20	Ficha submetida
Luís Miguel Nunes Pereira	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Elvira Maria Correia Fortunato	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Maria Margarida Rolim Augusto Lima	Doutor	Ciências dos Materiais	100	Ficha submetida
Francisco Manuel Braz Fernandes	Doutor	Science et Génie des Matériaux	100	Ficha submetida
Virgílio António Cruz Machado	Doutor	Computer Integrated Manufacturing	100	Ficha submetida
José Fernando Gomes Requeijo	Doutor	Engenharia Industrial	100	Ficha submetida
Pedro Miguel Cândido Barquinha	Doutor	Nanotecnologias e Nanociências	100	Ficha submetida
Joaquim Amaro Graça Pires Faia e Pina Catalão Lopes	Doutor	Economia	100	Ficha submetida
Ana Patrícia Correia Almeida	Mestre	Biotechnology	10	Ficha submetida
Paulo José Vitorino Duarte das Neves	Mestre	Engenharia Química e Bioquímica	5	Ficha submetida
Paula Isabel Pereira Soares	Doutor	Nanotecnologias e Nanociências	20	Ficha submetida
Ana Catarina Bernardino Baptista	Doutor	Ciência e Engenharia de Materiais	20	Ficha submetida
Nuno Filipe Marcelino Martins	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Ana Maria de Sousa Alves de Sá	Doutor	Equações Diferenciais/Matemática	100	Ficha submetida
Vítor Manuel Alves Duarte	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
Joana Maria Doria Vaz Pinto Morais Sarmiento	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Jorge Alexandre Monteiro de Carvalho e Silva	Doutor	Física de Superfícies	100	Ficha submetida
Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado	Doutor	Engenharia Industrial	100	Ficha submetida
Valentina Borissovna Vassilenko	Doutor	Física Atómica e Molecular	100	Ficha submetida
Alexandra Maria Batista Ramos Tenera	Doutor	Engenharia Industrial	100	Ficha submetida
			4960	

<sem resposta>

4.2. Dados percentuais da equipa docente do ciclo de estudos (todas as percentagens são sobre o nº total de docentes ETI)

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	Nº / No.	Percentagem* / Percentage*
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of full time teachers:	48	96,77

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	N.º / No.	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff with a PhD (FTE):	49.5	99,8

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	Nº / Percentagem* No. / 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):	22.4 45,16
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	N.º / Percentagem* / No. 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:	48 96,77
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):	0.15 0,3

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 FCT tem um Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes (RAD) (Despacho 13109/2012, publicado em DR, 2ª Série, n.º 193, de 4 de outubro), que se rege pelos princípios de universalidade e obrigatoriedade, imparcialidade e objetividade, equidade, confidencialidade e direito ao contraditório.

De acordo com o referido RAD, todos os docentes são avaliados em períodos trienais, com monitorização anual, nas vertentes de:

- a) Docência (e.g. diversidade de unidades curriculares lecionadas; resultados dos questionários aos estudantes; disponibilização de material pedagógico; orientação de dissertações de mestrado e de teses de doutoramento; participação em júris);*
- b) Investigação científica, desenvolvimento e inovação (e.g. coordenação e participação em projetos de investigação e direção de unidades de investigação; publicação de artigos e livros; comunicações em congressos científicos; participação em órgãos de revistas científicas; registo de patentes; participação em comissões, organizações ou redes científicas);*
- c) Tarefas administrativas e de gestão académica;*
- d) Extensão universitária, divulgação científica e prestação de serviços à comunidade (e.g. prémios e distinções públicas; transferência de tecnologia; serviços prestados a outras entidades).*

Da avaliação em cada vertente, resulta uma avaliação global no triénio expressa numa menção final de Excelente, Muito Bom, Bom ou Insuficiente.

A avaliação de cada docente é feita por dois avaliadores (um escolhido pelo próprio docente, e outro pelo presidente do departamento), com o contributo do presidente de departamento. Todo o processo é coordenado por um conselho eleito para esse efeito. O Conselho Científico e o Conselho Pedagógico são obrigatoriamente ouvidos sobre os resultados finais agregados do processo de avaliação. O Diretor atua como entidade de recurso, e os resultados finais são homologados pelo Reitor.

Os resultados da avaliação têm consequências no posicionamento remuneratório dos docentes, contratação por tempo indeterminado e renovações de contratos, e são tidos em conta na prioridade de concessão de licenças sabáticas, fixação do trabalho docente e obtenção de apoios extraordinários para coordenação ou dinamização de atividades.

A FCT concluiu o processo de avaliação de todos os seus docentes no triénio 2010-2012, estando agora a ser finalizado o processo de avaliação relativo ao triénio 2013-2015.

Tal como preconizado no próprio RAD, o Conselho Científico propôs, após debate na Faculdade, uma revisão do RAD, com vista à implementação de melhorias. As alterações ao RAD deverão ser publicadas em DR muito em breve.

4.3. Teaching staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating:

The school has an official Performance Assessment Regulation for the academic staff (Despacho 13109/2012, published in DR, 2ª série, n.º 193, in October 4), governed by the principles of universality, impartiality, fairness, confidentiality, and right to adversarial.

By this regulation, all members of the academic staff are evaluated triennially, with observation every year, in the following aspects:

- a) Teaching (e.g. diversity of courses taught, students' satisfaction inquiries, teaching materials, MSc and PhD supervision, participation in academic juries);*
- b) Research (e.g., coordination and participation in research projects, coordination of research units, publication of scientific articles and books, conference papers, editorial boards of scientific journals and programme committees, patents);*
- c) Administrative and academic duties;*
- d) Extension activities, dissemination and services to the community (e.g., academic honours and awards, technology transfer, consultancy and other services to the community).*

The final global evaluation for the 3years period results from the evaluation in each of the 4 subjects above, and is expressed in a grade of Excellent, Very Good, Good or Poor.

The evaluation of each professor is done by two evaluators (one chosen by the professor, and one by the corresponding head of department), and also has the contribution of the head of department. A commission elected for this purpose coordinates the whole process. The Scientific and Pedagogical Boards are consulted about the final aggregated results. The Director acts as appeal instance, and the Rector approves the final results of the evaluation. The results of the evaluation have an effect in the remuneration of the academic staff, in tenure, and in renovation of contracts of professors. They are also taken into account when authorising sabbatical leaves, in distribution of teaching load, or in the attribution of grants.

The evaluation process of the 2010-2012 period is already concluded, and the one for 2013-2015 is in an advanced state, to be concluded within 2016.

As advocated by the regulation itself, the evaluation process and results for 2010-2012 have been assessed, in order to introduce changes to be applied in the next evaluation period. This assessment was made by the Scientific Board, after debate in the School, and slight changes in the regulation were approved and will be published in DR very soon.

5. Atividades de formação e investigação

Mapa V - 5.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica

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

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	Observações / Observations
CENIMAT/I3N	Excelente	FCT NOVA	

Perguntas 5.2 e 5.3

5.2. 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:

<http://a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/dd86e723-df55-8884-3c53-5805fdd9b1b0>

5.3. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as atividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos:

A lecionação no MIEMat está alicerçada na investigação de ponta realizada no CENIMAT, nas áreas associadas aos 3 grupos de investigação (<http://www.cenimat.fct.unl.pt/administrative-and-scientific-structure>): Materiais Estruturais (SM), Microeletrónica e Nanotecnologias (MEON) e Materiais moles e Biofuncionais (SBMG). A atividade de investigação dos 3 grupos é suportada por diversos projetos nacionais, internacionais e contratos diretos com empresas (que podem ser consultados na página de cada grupo no site do CENIMAT) num montante de 23 M€ nos últimos 5 anos e sua ligação a programas de formação internacionais, como sejam: BET-EU (www.bet-eu.eu); KiC-Raw materials (<http://eitrawmaterials.eu/>), entre outros. Existe ainda colaboração com as 7 instituições portuguesas que ministram formação no domínio de Engenharia de Materiais através do Programa Doutoral FCT AdvaMTech e diversas parcerias internacionais, educacionais e de investigação, já referidas no campo 0.2. deste guião.

5.3. 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:

Teaching in MIEMat is based on research performed at CENIMAT, along the lines defined for the 3 research groups (<http://www.cenimat.fct.unl.pt/administrative-and-scientific-structure>): Structural Materials (SM), Microelectronics and Nanotechnologies (MEON) and Soft and Biofunctional Materials (SBMG). These activities are supported by national and international projects, and by contracts established with corporations (listings are available at CENIMAT's website), with an overall funding of 23 M€ during the last 5 years. Also relevant is the participation in international programs, such as BET-EU (www.bet-eu.eu) and KiC-Raw Materials (<http://eitrawmaterials.eu/>), among others. Also ongoing is the PhD Program FCT AdvaMTech, involving the 7 Portuguese institutions which provide education in Materials Engineering, along with a diversity of educational and research international partnerships, already mentioned in field 0.2. of this document.

6. Atividades de desenvolvimento tecnológico e artísticas, prestação de serviços à comunidade e formação avançada

6.1. Descreva estas atividades e se a sua oferta corresponde às necessidades do mercado, à missão e aos objetivos da instituição:

O DCM tem participado na formação de professores do ensino secundário, ministrando cursos de formação acreditados pelo Conselho Científico e Pedagógico da Formação Contínua. O DCM colabora também ativamente com

escolas da comunidade envolvente na realização de experiências incluídas nos programas de Física-Química e participa todos os anos no programa Ciência Viva. O DCM possui três planos doutorais a funcionar: Ciência e Engenharia de Materiais (<http://www.fct.unl.pt/ensino/curso/doutoramento-em-ciencia-e-engenharia-de-materiais>); Nanotecnologias e Nanociências (<http://www.fct.unl.pt/ensino/curso/doutoramento-em-nanotecnologias-e-nanociencias>); AdvaMTech – Materiais e Processamentos avançados (<http://sites.fct.unl.pt/doutoramento-materiais-processamento-avancados>), em colaboração com as restantes 7 universidades portuguesas que ministram formação no domínio da Engenharia dos Materiais. O CENIMAT também presta serviços ao exterior (consultoria e caracterização).

6.1. Describe these activities and if they correspond to the market needs and to the mission and objectives of the institution:

DCM partakes the formation of teachers for secondary education, providing courses accredited by the Scientific and Pedagogic Council for Continuous Education. DCM also actively cooperates with the local community schools, organizing experimental activities for the benefit of Physico-Chemistry programmes, and participates annually on the Ciência Viva program.

DCM currently offers 3 PhD programmes: Materials Science and Engineering (<http://www.fct.unl.pt/ensino/curso/doutoramento-em-ciencia-e-engenharia-de-materiais>); Nanotechnologies and Nanosciences (<http://www.fct.unl.pt/ensino/curso/doutoramento-em-nanotecnologias-e-nanociencias>); AdvaMTech – Advanced Materials and Processing (<http://sites.fct.unl.pt/doutoramento-materiais-processamento-avancados>), in cooperation with the remaining 7 Portuguese universities with an educational offer in the field of Materials Engineering.

CENIMAT also provides external consultancy and characterization services.

7. Estágios e/ou Formação em Serviço

7.1. e 7.2 Locais de estágio e/ou formação em serviço (quando aplicável)

Mapa VI - Protocolos de Cooperação

Mapa VI -

7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[7.1.2._Entidades.pdf](#)

Mapa VI -

7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[7.1.2._Protocolo&Avaliacao.pdf](#)

Mapa VII. Plano de distribuição dos estudantes

7.2. Mapa VII. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

[7.2._DistribuicaoEstudantes_PIPP@2015-16.pdf](#)

7.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

7.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

O Programa PIPP (Programa de Introdução à Prática Profissional) de cada um dos CE de Licenciatura e de Mestrado Integrado tem um coordenador (no caso do MIEMat o coordenador é a Prof. M. Teresa Cidade), que acompanha os estudantes na escolha do seu estágio de curta duração. Cada estágio tem um orientador na empresa e um orientador docente da FCT NOVA. Este último funciona como ponto de ligação, e também como avaliador do estudante na Unidade Curricular de PIPP. As empresas submetem ofertas de acolhimento de estudantes no âmbito deste programa registando-se no sistema disponível em <http://upop.fct.unl.pt>, ou através de um simples email para o Gabinete de Apoio ao Estudante e ao Diplomado: gab.aed.emplo@fct.unl.pt.

7.3. Resources of the Institution to effectively follow its students during the in-service training periods:

The UPOP (Undergraduate Practice Opportunity Program) Program of each of the BSc. and MSc. courses has a Coordinator (in the case of MIEMat the Coordinator is Prof. M. Teresa Cidade), accompanying the students in choosing their short-term internships. Each internship has a supervisor in the company and a faculty advisor of FCT NOVA. The latter serves as the connection point, and also as the students' evaluator on UPOP Curricular Unit. Companies submit offers of internships for students under this program by registering in the system available at <http://upop.fct.unl.pt>, or via a simple e-mail to the Student and Graduate Support Office: gab.aed.emprego@fct.unl.pt.

7.4. Orientadores cooperantes

Mapa VIII. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio e/ou formação em serviço responsáveis por acompanhar os estudantes

7.4.1 Mapa VIII. Mecanismos de avaliação e selecção 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):

[7.4.1_Protocolo&Avaliacao.pdf](#)

Mapa IX. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores)

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

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>

8. Estudantes e Ambientes de Ensino/Aprendizagem

8.1. Caracterização dos estudantes

8.1.1. Caracterização dos estudantes inscritos no ciclo de estudos, incluindo o seu género e idade

8.1.1.1. Por Género

8.1.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

Género / Gender	%
Masculino / Male	69
Feminino / Female	31

8.1.1.2. Por Idade

8.1.1.2. Caracterização por idade / Characterisation by age

Idade / Age	%
Até 20 anos / Under 20 years	29
20-23 anos / 20-23 years	52
24-27 anos / 24-27 years	12
28 e mais anos / 28 years and more	6

8.1.2. Número de estudantes por ano curricular (ano letivo em curso)

8.1.2. Número de estudantes por ano curricular (ano letivo em curso) / Number of students per curricular year (current academic year)

Ano Curricular / Curricular Year	Número / Number
----------------------------------	-----------------

1º ano curricular	37
2º ano curricular	34
3º ano curricular	34
4º ano curricular	27
5º ano curricular	21
	153

8.1.3. Procura do ciclo de estudos por parte dos potenciais estudantes nos últimos 3 anos.

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

	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year	Ano corrente / Current year
N.º de vagas / No. of vacancies	25	25	25
N.º candidatos 1.ª opção, 1ª fase / No. 1st option, 1st fase candidates	4	7	10
Nota mínima do último colocado na 1ª fase / Minimum entrance mark of last accepted candidate in 1st fase	120	128.6	144
N.º matriculados 1.ª opção, 1ª fase / No. 1st option, 1st fase enrolments	4	3	3
N.º total matriculados / Total no. enrolled students	26	27	28

8.1.4. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes (designadamente para discriminação de informação por ramos)

8.1.4. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes (designadamente para discriminação de informação por ramos)

<sem resposta>

8.1.4. Additional information about the students' characterisation (information about the students' distribution by the branches)

<no answer>

9. Resultados académicos e internacionalização do ensino

9.1. Resultados Académicos

9.1.1. Eficiência formativa.

9.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency

	Antepenúltimo ano / Two before the last year	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year
N.º diplomados / No. of graduates	13	11	3
N.º diplomados em N anos / No. of graduates in N years*	6	6	2
N.º diplomados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	6	1	1
N.º diplomados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	1	4	0
N.º diplomados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	0	0	0

Perguntas 9.1.2. a 9.1.3.

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

Considerando a taxa de aprovação registada entre os estudantes inscritos, observa-se que ao longo do período considerado (2012-13 a 2015-16) esse indicador tem registado, globalmente, francas melhorias, passando de 59% para 75%.

Contudo, regista-se uma disparidade de resultados entre as áreas nucleares do ciclo de estudos (C. de Materiais; Eng. de Materiais; Microelectrónica e Nanotecnologias) [cujas taxas de sucesso apenas são ultrapassadas pelas áreas

complementares (Compet. Compl.; C. Soc. e Humanas; restantes Áreas Científicas)] e as áreas básicas (Fis.; Quí.; Matem.), que apresentam taxas de insucesso mais elevadas. Registam-se igualmente exceções: o insucesso das UC de Eng. Ind. apresenta valores próximos das áreas básicas, enquanto na área de Informática o sucesso é comparável às áreas nucleares do curso. Registe-se, no entanto, que mesmo nos casos mais desfavoráveis, se observaram melhorias significativas ao longo do período considerado, ainda que com oscilações pontuais.

9.1.2. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and related curricular units.

Looking at the success ratio among the enrolled students, one sees that, throughout the 2012-13 to 2015-16 period, the overall index has significantly improved (from 59% to 75%).

However, a disparity subsists between the nuclear areas of the course (Materials Sci.; Materials Eng.; Microelectronics & Nanotechnologies) [the success ratios of which are only surpassed by those of the complementary areas (Complementary Skills; Social & Human Sci.; other scientific areas)] and the fundamental areas of Physics, Chemistry and Mathematics, with substantially lower success ratios. A couple of anomalies is also noticeable, for CUs from Industrial Eng. are closer in success ratio to those from the fundamental areas, whereas the CUs related to Informatics show a behaviour similar to the one observed in the course's nuclear areas.

Also of notice is the fact that, even for the most unfavourable cases, there has been an improvement in terms of students' success during the analysed period.

9.1.3. Forma como os resultados da monitorização do sucesso escolar são utilizados para a definição de ações de melhoria do mesmo.

No Sistema Interno de Garantia da Qualidade da FCTNOVA a monitorização das UC apoia-se em 2 conjuntos de dados (1)subjetivos-perceção de alunos e docentes; obtidos por questionários (2)objetivos-desempenho (sucesso escolar, nível de eficiência formativa e classificações).As UC são classificadas como inadequadas,se o valor médio das respostas a uma das questões do questionário aos alunos ou se os indicadores de desempenho se situarem abaixo de limiares definidos no SIGQ.Esta informação é integrada no Relatório da UC,sendo objeto de análise e reflexão pelos Regente e Responsável da UC e pelo Coordenador do CE,sendo propostas ações de melhoria.No final de cada semestre o Coord e a CC do CE elaboram o Rel relativo ao funcionamento do CE o qual inclui a análise global dos dados referidos,1 comentário geral sobre o funcionamento do CE,indicando pontos fortes e fracos e propostas de ações de melhoria.Este Rel é analisado pelo Subdiretor do Conselho Pedagógico e submetido ao Conselho Executivo

9.1.3. Use of the results of monitoring academic success to define improvement actions.

The monitoring of UC in FCTNOVA Internal Quality Assurance System(SIGQ) is based on 2 data sets (1)subjective data-students and teachers perception (2)objective data-performance (approval rate, level of formative efficiency and classifications).UC are evaluated as inadequate if the average value of the answers to 1 of the questions of the students questionnaire or if the performance indicators are below thresholds defined in the SIGQ.This data is integrated into the UC Report, being object of analysis and reflection by the Regent and Responsible for the UC and by the Study Cycle (CE)Coordinator.Improvement actions can be proposed.At the end of each semester the Coordinator and the CE Scientific Board elaborate the CE Report which includes the overall analysis of the referred data, 1 general comment on the CE functioning,strengths and weaknesses and proposals for improvement actions.This Report is analysed by the Vice Dean for the Pedagogical Council and submitted to the Executive Board

9.1.4. Empregabilidade.

9.1.4. Empregabilidade / Employability

	%
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em sectores de atividade relacionados com a área do ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment in areas of activity related with the study programme's area.	89
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em outros sectores de atividade / Percentage of graduates that obtained employment in other areas of activity	11
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego até um ano depois de concluído o ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment until one year after graduating	81.8

9.2. Internacionalização do ensino

9.2.1. Nível de internacionalização (dados relativos ao ciclo de estudos) / Internationalisation level (Study programme data)

	%
Percentagem de alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Percentage of foreign students enrolled in the study programme	3
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Percentage of students in international mobility programs (in)	1
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Percentage of students in international mobility programs (out)	1
Percentagem de docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Percentage of foreign teaching staff (in)	4
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Percentage of teaching staff in mobility (out)	0

10. Análise SWOT do ciclo de estudos

10.1. Pontos fortes:

- *Infraestruturas pedagógicas e de investigação de alto nível;*
- *Forte motivação dos estudantes;*
- *Envolvimento dos estudantes na atividade científica desde o início da formação;*
- *Formação laboratorial dominante ao longo de toda a extensão do ciclo de estudos;*
- *Corpo docente experiente e altamente motivado, refletindo na docência a sua intensa atividade de investigação científica;*
- *A grande maioria dos docentes do MIEMat, fazem parte do Laboratório associado I3N (Instituto de Nanoestruturas, Nanomodelação e Nanofabricação), um dos únicos 11 laboratórios a nível nacional a receber a mais elevada classificação de Excepcional, atribuída pela Fundação para a Ciência e Tecnologia;*
- *Diversos docentes do DCM foram objeto, no passado recente, de distinções internacionais de alto nível, incluindo 4 bolsas ERC.*

10.1. Strengths:

- *High quality educational and research infrastructure;*
- *Strongly motivated students;*
- *Throughout the course, a major component of the learning activities provided to the students take place in a laboratory environment;*
- *The students become involved in the ongoing research activities soon after their enrolment in the course;*
- *The teaching staff is made up of highly experienced and motivated members, and strive to project their intense scientific research activities into teaching contents;*
- *A large majority of the teaching staff belongs to the I3N associated laboratory, which is among an exclusive group of 11 national research institutions to be recognized as Exceptional (the highest ranking award) by Fundação para a Ciência e Tecnologia;*
- *Over the last years, several members of the teaching staff in DCM were awarded several high level international distinctions, including 4 ERC research grants.*

10.2. Pontos fracos:

- *A média etária do corpo docente tem vindo a degradar-se progressivamente, carecendo de rejuvenescimento;*
- *Existe necessidade de mais pessoal técnico para apoio às aulas laboratoriais;*
- *Algumas instalações laboratoriais e equipamentos mais antigos carecem de renovação.*

10.2. Weaknesses:

- *The teaching staff at the department level is in urgent need rejuvenating through de admission of young new members, since it's age average has progressively reached unsustainably high levels;*
- *New personnel intakes are needed to fill much needed technician positions, given an almost total lack of support to experimental learning in the laboratories;*
- *Some laboratories and experimental apparatus are in need of renovation.*

10.3. Oportunidades:

- *A internacionalização da formação oferecida, resultante das colaborações existentes, confere aos graduados uma capacidade de inserção num mercado de emprego global;*
- *A projeção junto do grande público através da comunicação social, nomeadamente a resultante da notoriedade conseguida mediante a conquista de distinções internacionais, permite reforçar o estatuto dos diplomados em Engenharia de Materiais da NOVA, contribuindo igualmente para a sua capacidade de inserção no mercado.*

10.3. Opportunities:

- *The international character of the education offered in MIEMat, which results from the established cooperation agreements with other institutions, confers to the Materials Engineering graduates from NOVA an accrued capability to join the globalised career market.*
- *This aspect is further enhanced by the media notoriety with the public, which results from the award of international distinctions by its faculty members.*

10.4. Constrangimentos:

- *Em cada ano, o nº de candidatos é fortemente condicionado, de forma dificilmente previsível, pelo grau de dificuldade das provas de acesso;*
- *O financiamento nacional tem sido objeto de cortes orçamentais, que dificultam a manutenção de laboratórios e equipamentos;*
- *Tem sido sensível, em particular na região de Lisboa, uma progressiva rarefação do tecido industrial, com potenciais reflexos negativos na absorção dos Engenheiros de Materiais, nesta região.*

10.4. Threats:

- *Each consecutive year, the number of potential candidates to MIEMat is strongly and unpredictably limited by the difficulty of the accession exams;*
- *Government funding has been subject to strict budget cuts, which reflect negatively on the maintenance of laboratory spaces and equipments;*

- With a special emphasis on the Lisbon region, number of industrial companies has suffered a progressive decline, which negatively affects the availability of suitable positions for materials engineers.

11. Proposta de ações de melhoria

11.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos

11.1.1. Ação de melhoria

- *Contratação de professores auxiliares*
- *Contratação de técnicos de laboratório*
- *Reforço orçamental destinado à melhoria de instalações e renovação de equipamentos.*

11.1.1. Improvement measure

- *Hiring assistant professors*
- *Hiring laboratory technicians*
- *Budgetary increase destined to improve installations and acquire more recent equipments.*

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

Prioridade alta (implementação num horizonte de 3 anos):

- *Contratação de pessoal docente*

Prioridade média (implementação num horizonte de 5 anos):

- *Contratação de pessoal técnico*
- *Melhoria de instalações e renovação de equipamentos.*

11.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.

High priority (up to 3 years):

- *Hiring new teaching staff*

Medium priority (up to 5 years):

- *Hiring technicians*
- *Improvement of installations and renewal of equipments*

11.1.3. Indicadores de implementação

- *Média etária do corpo docente*
- *Percentagem de tempo dedicado pelos docentes à preparação de aulas laboratoriais*
- *Montante investido no reforço das capacidades laboratoriais e em equipamentos.*

11.1.3. Implementation indicators

- *Average age of teaching staff*
- *Percentage of time spent by teachers preparing laboratory classes*
- *Financial investment dedicated to the improvement of laboratory facilities and renewal of equipments.*