

NCE/19/1901068 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:
Universidade De Lisboa

1.1.a. Outra(s) Instituição(ões) de Ensino Superior (proposta em associação):

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

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

1.3. Designação do ciclo de estudos:
Engenharia de Materiais

1.3. Study programme:
Materials Engineering

1.4. Grau:
Mestre

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

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

1.6.1 Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):
543

1.6.2 Classificação CNAEF – segunda área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:
529

1.6.3 Classificação CNAEF – terceira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:
549

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

1.8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto):
2 anos / 4 semestres

1.8. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 65/2018, of August 16th):
2 years / 4 semesters

1.9. Número máximo de admissões:

70

1.10. Condições específicas de ingresso.

Serão admitidos como candidatos:

- i) os titulares de grau de licenciado ou equivalente legal, na área de Ciências e Tecnologia;*
- ii) os titulares de grau académico superior estrangeiro conferido na sequência de um 1º ciclo de estudos organizado de acordo com os princípios do Processo de Bolonha por um estado aderente a este Processo, nas áreas referidas em i);*
- ou iii) que demonstrem ser detentores de um currículo escolar, científico ou profissional, que ateste a sua capacidade para realização do Mestrado a que se candidatam.*

A admissão e seriação será efetuada de acordo com as normas definidas no regulamento de admissão ao 2º ciclo do IST, tendo em atenção aspetos particulares sugeridos pela Comissão Científica do Mestrado que estará envolvida em todas as decisões que serão tomadas colegialmente.

1.10. Specific entry requirements.

Will be admitted as candidates:

- i) holders of a BSc degree or legal equivalent, in the area of Science and Technology;*
- ii) holders of a foreign higher academic degree obtained following a 1st cycle of studies organized in accordance with the principles of the Bologna Process by a state adhering to this Process, in the areas referred to in i); or*
- iii) holders of a scientific or professional curriculum, attesting to the their ability to carry out the MSc degree to which they apply.*

Admission and ranking will be carried out in accordance with the rules defined in regulation for admission to the 2nd cycle of IST, taking into account particular aspects suggested by the Scientific Master Committee that will be involved in all decisions that will be taken collegially.

1.11. Regime de funcionamento.

Diurno

1.11.1. Se outro, especifique:

<sem resposta>

1.11.1. If other, specify:

<no answer>

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

IST - Campus Alameda

1.12. Premises where the study programme will be lectured:

IST - Alameda Campus

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

[1.13._Desp n.º 6604-2018, 5 jul_RegCreditaçãoExpProfissional.pdf](#)

1.14. Observações:

NA

1.14. Observations:

NA

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Conselho Científico

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Parecer_CC_MEMat.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Parecer_CP_MEMat.pdf](#)

Mapa I - Conselho de Gestão

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho de Gestão

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._parecer_CG.pdf](#)

Mapa I - Conselho de Escola

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho de Escola

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._parecer_CE.pdf](#)

Mapa I - Reitor da Universidade de Lisboa

2.1.1. Órgão ouvido:

Reitor da Universidade de Lisboa

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._DespReit n.º 124 -2020 _ Cr _Mest_ Eng^a Materiais.pdf](#)

Mapa I - Plano de Transição do Mestrado Integrado para o Mestrado

2.1.1. Órgão ouvido:

Plano de Transição do Mestrado Integrado para o Mestrado

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._MEMat_Plano_Transição.pdf](#)

3. Âmbito e objetivos do ciclo de estudos. Adequação ao projeto educativo, científico e cultural da instituição

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

A Engenharia de Materiais tem como principal objetivo a obtenção de produtos, incluindo a sua conceção e projeto, fundamentados nos conhecimentos básicos de Ciência de Materiais que estabelecem as relações entre a composição química, a estrutura, as propriedades e o processamento das várias classes de materiais (metais, cerâmicos, polímeros e compósitos).

O objectivo do 2º ciclo (Mestrado) em Engenharia de Materiais é a aplicação dos conhecimentos básicos de Ciência de Materiais ao desenvolvimento de produtos, formando Engenheiros com capacidade de conceção e de integração de conhecimentos na área dos Materiais. O curso proporciona a formação de engenheiros com um perfil de espectro largo de conhecimentos em Ciência, Tecnologia e Engenharia de Materiais, que lhes permita um ingresso fácil no mercado de trabalho nas diversas áreas de actuação da Engenharia de Materiais, no país e no estrangeiro.

3.1. The study programme's generic objectives:

Materials Engineering aims to obtain products, including their design and project, based on the basic knowledge of Materials Science that establish the relationships between the chemical composition, structure, properties and

processing of the various classes of materials (metals, ceramics, polymers and composites).

The objective of the 2nd cycle (Master) in Materials Engineering is the application of basic knowledge of Materials Science to the development of products, training engineers with competence and skills to design and integrate knowledge in the field of Materials. The course enables the training of engineers with a broad spectrum profile of knowledge in Materials science, technology and engineering, allowing them to easily access and perform the labor market in the various areas of Materials Engineering, both at national and international levels.

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

O Mestrado (2º ciclo) em Engenharia de Materiais confere uma formação sólida em Engenharia de Materiais, permitindo que os engenheiros de Materiais formados no IST encontrem lugar num vasto leque de sectores económicos, que incluem empresas de engenharia, novas tecnologias, empresas metalúrgicas e metalomecânicas, indústria de polímeros, indústria de cerâmica e vidro, indústria de construção, certificação e garantia da qualidade, materiais para electrónica, materiais avançados e biomateriais. A formação que é conferida ao longo do curso também lhes permite uma elevada capacidade de adaptação a áreas de conhecimento e a tecnologias na Engenharia de Materiais emergentes tais como energia, nanotecnologia, novos materiais.

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

The Master (2nd cycle) in Materials Engineering gives a strong background in Materials Engineering, allowing the materials engineers graduated at IST to find jobs in a wide spectrum of working areas, namely engineering, new technologies, mechanics and metallurgy, polymers industry, ceramics and glasses industry, construction industry, control and quality management, electronic materials, advanced materials and biomaterials. The training provided during the course also confers graduates with a high capability to work in emerging areas of knowledge and new technologies of Materials Engineering, such as energy, nanotechnology, new materials.

3.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa, face à missão institucional e, designadamente, ao projeto educativo, científico e cultural da instituição:

Nos termos do n.º 1 do Artigo 3.º dos Estatutos do IST, homologados pelo Despacho n.º 12255/2013 publicado em Diário da Republica de 25 de setembro de 2013, "É missão do IST, como instituição que se quer prospectiva no ensino universitário, assegurar a inovação constante e o progresso consistente da sociedade do conhecimento, da cultura, da ciência e da tecnologia, num quadro de valores humanistas."

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

- privilegia a investigação científica, o ensino, com ênfase no ensino pós-graduado, e a formação ao longo da vida, assim como o desenvolvimento tecnológico;*
- promove sinergias entre os domínios científicos que abarca e entre eles e outros afins;*
- procura contribuir para a competitividade da economia nacional através da transferência de tecnologia, da inovação e da promoção do empreendedorismo;*
- efetiva a responsabilidade social, na prestação de serviços científicos e técnicos à comunidade e no apoio à inserção dos diplomados no mundo do trabalho e à sua formação permanente.*

O IST está envolvido ativamente em várias redes e programas internacionais que visam a mobilidade de estudantes, nomeadamente através de programas de graduação e pós-graduação.

O Mestrado em Engenharia de Materiais (MEMat) contribuirá para o cumprimento da missão do IST e dos objetivos enunciados:

- proporcionar formação de elevada qualidade*
- promover a ligação entre a universidade e o setor produtivo e a transferência de tecnologia, aplicando os resultados da investigação científica na inovação dos setores empresarial e público.*

O ensino do MEMat será orientado para o desenvolvimento da criatividade do aluno, estimulando-o a pesquisar, cooperar, escrever, expor e a cultivar uma cultura de excelência. Esta vertente das aplicações tornará a MEMat particularmente vocacionada para a cooperação com empresas em segmentos de mercado muito diversos.

O MEMat é um curso de Engenharia com carácter fortemente interdisciplinar (ao cruzar as áreas de Química e Mecânica), fazendo com que os mestres consigam responder às mais variadas solicitações.

3.3. Insertion of the study programme in the institutional educational offer strategy, in light of the mission of the institution and its educational, scientific and cultural project:

As laid down in n° 1 of Article 3 of IST statutes, adopted by Order 12255/2013 published in the Official Journal of 25.September.2013, "As an institution that aspires to be prospective in Higher Education, the mission of IST shall be to ensure constant innovation and consistent progress of the knowledge-based society, culture, science and technology within a framework of humanistic values."

As laid down in n° 2 of the same article, in fulfilling its mission, IST shall:

- favour scientific research, instruction, with emphasis on post-graduate education and lifelong learning and technological development;*
- promote the dissemination of culture and the social and economic valorization of scientific and technological knowledge;*

- seek to contribute to the competitiveness of the Portuguese economy through technological transfer, innovation and furtherance of entrepreneurship;

- enforce social responsibility when providing its scientific and technical services and supporting the integration of its graduates in the labour market and their constant training.

IST is actively involved in several international networks and programs related to students' mobility, for graduate and post-graduate students.

This course (Master in Materials Engineering (MEMat)) will contribute to the fulfilment of IST mission and set out objectives:

- provide high-quality training;

- promote the connection between the university and the productive sector and the technology transfer, applying the results of scientific research in innovation of the public and private sectors.

The teaching of MEMat shall be oriented towards the development of the student's creativity, encouraging them to research, cooperate, write, present and cultivate a culture of excellence. This aspect in the context of the applications shall make MEMat particularly oriented towards the cooperation with companies, in very diverse market segments.

MEMat is an Engineering course with a strongly interdisciplinary character (crossing the areas of Chemistry and Mechanics), making it able to respond to the most varied requests.

4. Desenvolvimento curricular

4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)

4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation (if applicable)

Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura: Minor (Opcional)	Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation: Minor (Optional)
--	--

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

Mapa II - NA

4.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
NA

4.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):
NA

4.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits necessary for awarding the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Ambiente e Energia / Environment and Energy	AE	6	0	
Projecto Mecânico e Materiais em Engenharia / Mechanical Design and Materials Engineering	PMME	12	0	Oferta de 12ECTS em Ucs desta AC
Tecnologia Mecânica e Gestão Industrial / Manufacturing and Industrial Management	TMGI	18	0	
Ciências de Engenharia Química / Chemical Engineering Sciences	CEQ	12	0	Oferta de 9ECTS em Ucs desta AC
Engenharia de Processos e Projecto / Processes and Project Engineering	EPP	6	0	Oferta de 3ECTS em Ucs desta AC

Química-Física, Materiais e Nanociências/ Physical Chemistry, Materials and Nanosciences	QFMN	15	0	Oferta de 6ECTS em Ucs desta AC
Opções-Todas as áreas científicas do IST/Options-All Scientific áreas of IST	OL	0	0	Oferta de 21 ECTS em Ucs desta AC
Todas as áreas científicas do IST/All Scientific Areas of IST	Diss	30	0	A Dissertação é desenvolvida em AC do IST em domínios relacionados com os objetivos do curso
			21	São necessários 21 ECTS em Opções para obter grau.UC opção fixadas anualmente pelos Órgãos IST
(9 Items)		99	21	

4.3 Plano de estudos

Mapa III - NA - 1º ano / 1º semestre - 1st year / 1st semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
NA

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):
NA

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º ano / 1º semestre - 1st year / 1st semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Materiais Funcionais / Functional Materials	QFMN	Semestral	168	TP-35; PL-14	6	
Modelação em Engenharia de Materiais / Modelling in Materials Engineering	PMME	Semestral	84	TP-24,5	3	
Tecnologia de Materiais Metálicos / Technology of Metallic Materials	TMGI	Semestral	84	TP-14; PL-10,5	3	
Tecnologia de Materiais Poliméricos / Technology of Polymeric Materials	EPP	Semestral	168	TP-28; PL-21	6	
Tecnologia de Superfícies e Revestimentos / Surface and Coatings Technology	CEQ	Semestral	168	TP-28; PL-21	6	
Tecnologias de Enformação e Maquinagem / Metal Forming and Metal Cutting Technologies	TMGI	Semestral	168	TP-42; PL-7	6	
(6 Items)						

Mapa III - NA - 1º ano / 2º semestre - 1st year / 2nd semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
NA

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):
NA

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º ano / 2º semestre - 1st year / 2nd semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Controlo e Gestão da Qualidade / Quality Control and Management	TMGI	Semestral	168	TP-38,5; TC-10,5	6	
Materiais Naturais / Natural Materials	PMME	Semestral	168	TP-35; PL-14	6	
Tecnologia de Materiais Cerâmicos / Technology of Ceramic Materials	QFMN	Semestral	84	TP-14; PL-10,5	3	
Tecnologias de Ligação de Materiais / Materials Joining Technologies	TMGI	Semestral	84	TP-14; PL-10,5	3	
Biomateriais / Biomaterials	CEQ	Semestral	168	TP-42; PL-7	6	Opcional-12ECTS do MEMat. ou UC 2º e 3º Ciclo IST, ou Conjunto UC coerentes para obter minor
Materiais para Electrónica e Optoelectrónica / Electronic and Optoelectronic Materials	QFMN	Semestral	168	TP-49	6	Opcional-12ECTS do MEMat. ou UC 2º e 3º Ciclo IST, ou Conjunto UC coerentes para obter minor
Técnicas de Fabricação Aditiva / Additive Manufacturing Techniques	PMME	Semestral	168	TP-42; PL-7	6	Opcional-12ECTS do MEMat. ou UC 2º e 3º Ciclo IST, ou Conjunto UC coerentes para obter minor
Opção Livre I (Minor) / Free Option I (Minor)	OL	Semestral	168	NA	6	Opcional-12ECTS do MEMat. ou UC 2º e 3º Ciclo IST, ou Conjunto UC coerentes para obter minor
Opção Livre II (Minor) / Free Option II (Minor)	OL	Semestral	168	NA	6	Opcional-12ECTS do MEMat. ou UC 2º e 3º Ciclo IST, ou Conjunto UC coerentes para obter minor

(9 Items)**Mapa III - NA - 2º ano / 1º semestre - 2nd year / 1st semester****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**

NA

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

NA

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º ano / 1º semestre - 2nd year / 1st semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Design e Selecção de Materiais / Materials Selection and Design	CEQ	Semestral	168	TP-28; PL-21	6	
Materiais Nanoestruturados e Nanotecnologias / Nanostructured Materials and Nanotechnologies	QFMN	Semestral	168	TP-42; PL-7	6	
Reciclagem e Valorização de Materiais / Recycling and Valorization of Materials	AE	Semestral	168	TP-49	6	
Tecnologia de Materiais Compósitos / Processing of Composite Materials	PMME	Semestral	84	TP-14; PL-10,5	3	

Desenvolvimento de Novos Produtos / New Product Development	EPP	Semestral	84	TP-24,5	3	Opcional- 9ECTS do MEMat. ou UC 2º e 3º Ciclo IST, ou Conjunto UC coerentes para obter minor
Portfólio em Engenharia de Materiais / Portfolio in Materials Engineering	CEQ	Semestral	84	0	3	Opcional- 9ECTS do MEMat. ou UC 2º e 3º Ciclo IST, ou Conjunto UC coerentes para obter minor
Técnicas Avançadas de Microscopia / Advanced Microscopy Techniques	PMME	Semestral	168	T-21; PL-28	6	Opcional- 9ECTS do MEMat. ou UC 2º e 3º Ciclo IST, ou Conjunto UC coerentes para obter minor
Opção Livre III (Minor) / Free Option III (Minor)	OL	Semestral	168	NA	6	Opcional- 9ECTS do MEMat. ou UC 2º e 3º Ciclo IST, ou Conjunto UC coerentes para obter minor
Opção Livre IV / Free Option IV	OL	Semestral	84	NA	3	Opcional- 9ECTS do MEMat. ou UC 2º e 3º Ciclo IST, ou Conjunto UC coerentes para obter minor
Atividades Extracurriculares I / Extracurricular Activities I (10 Items)	OL	Semestral	84	NA	3	Opcional - 9ECTS. Podem ser creditados até 3ECTS em AEC

Mapa III - NA - 2º ano / 2º semestre - 2nd year / 2nd semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
NA

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):
NA

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º ano / 2º semestre - 2nd year / 2nd semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

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

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Materiais Nanoestruturados e Nanotecnologias

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Materiais Nanoestruturados e Nanotecnologias

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Nanostructured Materials and Nanotechnologies

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
QFMN

4.4.1.3. Duração:

Semestral**4.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****49 (TP 42, PL 7)****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist13296, José Paulo Sequeira Farinha, 41h TP****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist90102, Carlos Miguel Calisto Baleizão, 1h TP + 3h PL****ist90357, Ermelinda Maria Sengo Maçoas, 4h PL****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****Compreensão das bases científicas e tecnológicas dos nanomateriais e nanotecnologias. Domínio de técnicas de preparação, processamento, propriedades e aplicações.****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):****Understanding the scientific and technological bases of nanomaterials and nanotechnology. Master preparation techniques, processing, properties and applications.****4.4.5. Conteúdos programáticos:****Introdução aos nanomateriais e nanotecnologias. Impacto na sociedade, desafios e oportunidades.****Química e física de superfícies em nanomateriais: propriedades de superfície à escala nano; forças, e estabilidade de nanomateriais dispersos.****Técnicas de fabricação: bottom-up (princípios de auto montagem - self-assembly, monocamadas, deposição por camadas, materiais anfifílicos, etc.) e top-down (técnicas de microfabricação em sala limpa, deposição, litografia, etching, etc.).****Preparação, propriedades e aplicações de diferentes tipos de nanomateriais:****- nanopartículas poliméricas;****- nanomateriais de carbono (fulerenos, nanotubos, grafeno, GO);****- metálicos;****- semicondutores (quantum dots);****- superparamagnéticos;****- óxidos metálicos;****- nanomateriais híbridos (nanocompósitos com partículas inorgânicas, nanomateriais de intercalação, nanopartículas orgânicas-inorgânicas, materiais híbridos mesoporosos, etc.).****4.4.5. Syllabus:****Introduction to nanomaterials and nanotechnologies. Societal impact, challenges, and opportunities.****Chemistry and physics of surfaces in nanomaterials: Surface properties at the nano-level; forces and stability in dispersed nanomaterials.****Fabrication techniques: bottom-up (self-assembly, monolayers, layer-by-layer deposition, amphiphilic materials, etc.) and top-down (cleanroom microfabrication techniques, deposition, lithography, etching, etc.).****Preparation, properties and applications of different types of nanomaterials:****- polymer nanoparticles;****- Carbon nanomaterials (fullerenes, nanotubes, graphene, GO);****- metals;****- semiconductors (quantum dots);**

- *superparamagnetic;*
- *metal oxides;*
- *hybrid nanomaterials (nanocomposites with inorganic nanoparticles, intercalation nanomaterials, organic-inorganic nanoparticles, mesoporous hybrid materials, etc.).*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos de materiais nanoestruturados e nanotecnologias. A matéria lecionada permite ao aluno aprofundar conhecimentos anteriores e adquirir novos conhecimentos neste campo. São apresentadas as bases teóricas e conceitos essenciais e discutidos exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos uma participação activa no processo de aprendizagem.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The syllabus cover the main topics of nanostructured materials and nanotechnologies. The topics presented in the course allows the student to deepen previous knowledge and acquire new knowledge in the field. The theoretical bases and essential concepts are presented, and examples of application are discussed, involving the students in an active learning process.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem activa (e.g., projectos, trabalhos de casa, fichas, etc.), compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
The teaching methodologies promote problem-based learning and learning by projects, reinforcing the practical component, as well as active learning, autonomous work and student responsibility. The evaluation model incorporates continuous assessment in the context of active learning (e.g., projects, homework, quizzes, etc.), compatible with a significant reduction of evaluation by exams (≤50%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
As metodologias de ensino foram concebidas de modo a que os alunos possam adquirir um conhecimento abrangente na área, em conformidade com os objetivos da unidade curricular. A realização de trabalhos práticos permite o contacto com situações e problemas reais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodologies were designed so that the students can acquire a comprehensive knowledge on the subject, in line with the objectives of the course. Practical work allows contact with real situations and problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Geoffrey A Ozin, André Arsenault, Ludovico Cademartiri, "Nanochemistry: A Chemical Approach to Nanomaterials", RSC: 2008, 2nd Ed. (ISBN: 978-1-84755-895-4).

D. C. Agrawal, "Nanoscience and Nanomaterials", World Scientific: 2013. (ISBN: 978-981-4397-97-1)

M.F. Ashby, P.J. Ferreira, D.L. Schodek, "Nanomaterials, Nanotechnologies and Design - An Introduction for Engineers and Architects", Elsevier: 2009. ISBN: 978-0-0809-4153-0

K. Ariga, "Manipulation of Nanoscale Materials", RSC: 2012. ISBN: 978-1-84973-415-8

Mapa IV - Tecnologia de Materiais Compósitos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Tecnologia de Materiais Compósitos

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Processing of Composite Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
PMME

4.4.1.3. Duração:**Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****84.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****24.5 (14TP + 10,5PL)****4.4.1.6. ECTS:****3.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist1348, José Jorge Lopes da Cruz Fernandes, 14h TP + 10,5h PL****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****<sem resposta>****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****O aluno deverá ser capaz de compreender os principais processos e tecnologias de fabrico de materiais compósitos, bem como e as suas aplicações. Degradação, reparação e reciclagem de compósitos.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****The student should be able to understand the manufacturing processes and applications of composite materials. The student must acquire knowledge of composite recycling.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****Pulverotecnologia. Métodos de produção de Compósitos de Matriz Cerâmica (prensagem a frio e sinterização, prensagem a quente, Reaction bonding, Chemical vapor impregnation, sinterização em fase líquida) e de Compósitos de Matriz de Metálica [processos em estado líquido (fundição, infiltração), processos em estado sólido (ligação por difusão, e ligação por deformação (estampagem, extrusão, trefilação ou laminação) e processos in situ (solidificação unidirecional).] Métodos de produção de Compósitos de Matriz Polimérica (Pultrusão; Enrolamento filamentar; Resin transfer molding (RTM); Hand lay up; Pré-impregnados; etc). Compósitos laminados. Painéis em forma de sandwich. Aplicações industriais. Degradação, reparação e reciclagem de compósitos.*****4.4.5. Syllabus:*****Pulverotechnology. Production methods of Ceramic Matrix composites (Cold press and sintering, Hot Press, Reaction bonding, Chemical vapor impregnation, Liquid-phase sintering) and Metal Matrix composites [Liquid state processes (casting, liquid infiltration), Solid state processes (Diffusion bonding, deformation processing (swaging, extrusion, drawing or rolling) and In situ processes (unidirectional solidification)]. Polymer Matrix Composites Production Methods (Pultrusion; Filament winding; Resin transfer molding (RTM); Hand lay up; Prepregs; etc). Laminate composites. Sandwich-shaped panels. Industrial applications. Degradation, repair and recycling of composites.*****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*****Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*****4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Relatórios das Visitas de estudo (15 % da Nota final) + Relatório de revisão bibliográfica (35% da Nota Final) + Exame (50% da Nota final).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Study visits reports (15% of the final grade) + Bibliographic review report (35% of the final grade) + Exam (50% of the final grade)

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

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

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Matériaux Composites", D. Gay, 1991, 3th Edition, Hermes.; "Composite Materials", K. Chawla, 2001, Springer, 2nd Edition; "Composite Materials Handbook", ----, 1998, SP Systems, St Cross Business Park, Newport, Isle of Wight, U.K. PO30 5WU

Mapa IV - Reciclagem e Valorização de Materiais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Reciclagem e Valorização de Materiais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Recycling and Valorization of Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

AE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0 TP

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist11861, Fernanda Maria Ramos da Cruz Margarido, 24,5h TP

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist12391, Maria do Rosário Gomes Ribeiro, (ist12391), 24,5h TP

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

Sensibilizar os alunos para a problemática das matérias-primas, ambiente e energia.

Os alunos devem adquirir competências que lhes permitam: abordar de uma forma integrada, os aspetos ambientais, sociais, económicos e legais, da gestão de resíduos; identificar as características dos resíduos; conhecer os princípios físicos/químicos, e variáveis de processo e tecnologias das operações unitárias de um processo de reciclagem; estruturar um fluxograma de tratamento, e justificar a escolha das diferentes opções de tratamento dos resíduos
A UC visa ainda desenvolver nos alunos métodos de trabalho em equipa, divisão de tarefas, pesquisa e organização de informação, contato com stakeholders, cumprimento de objetivos e prazos e, comunicação eficaz, através do desenvolvimento de um caso de estudo.

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

Sensitize students to the issue of raw materials, environment and energy.

Students should acquire skills that enable them to: address in an integrated manner the environmental, social, economic and legal aspects of waste management; identify waste characteristics; know the physical / chemical principles, and process variables and technologies of the unit operations of a recycling process; structure a treatment flowchart, and justify the choice of different waste treatment options

The UC also aims to develop in students methods of teamwork, division of tasks, research and information organization, contact with stakeholders, meeting objectives and deadlines, and effective communication through the development of a case study.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Fontes de resíduos. Caracterização. Gestão integrada de resíduos.

Fluxos específicos de resíduos: REEE; Pilhas e acumuladores; Pneus.

Subprodutos industriais: Poeiras de Forno-Elétrico de Arco; lamas de tratamentos de superfícies

Tecnologias de processamento e reciclagem. Operações unitárias no processamento de metais secundários.

Cominuição. Métodos de separação física. Sistemas de processamento termicamente assistidos.

O ciclo de vida dos plásticos. Hierarquia de resíduos. Metodologias e tecnologias de reciclagem:

- mecânica (ciclo aberto e fechado). Exemplos típicos (PET; SPW de REEE, VFV e embalagens).

- química (para monómero e matéria-prima): quimólise, pirólise, fratura catalítica e tecnologia e de hidrogénio e gaseificação. Vantagens e limitações, parâmetros que influenciam a distribuição do produto, exemplos de processos catalíticos comerciais, coprocessamento com biomassa.

Eco-design de materiais.

Análise de ciclo de vida.

4.4.5. Syllabus:

Waste sources. Characterization. Integrated waste management.

Specific waste streams: WEEE; Batteries and accumulators; Tires

Industrial By-Products: Electric Arc Furnace Dust; surface treatment sludge

Processing and recycling technologies. Unit operations in the processing of secondary metals. Comminution. Methods of physical separation. Thermally assisted processing systems.

The life cycle of plastics. Waste hierarchy. Pathways and Technologies for recycling:

- Mechanical (open loop and close loop). Typical examples (PET; SPW from WEEE, ELV and post consumer packaging);

- Chemical (to monomer and to feedstock): Chemolysis, Pyrolysis, Catalytic Cracking and Hydrogen Technology and Gasification. Advantages and limitations, parameters influencing product distribution, examples of comercial catalytic processes, coprocessing with biomass.

- Incineration with energy recovery

Design and selection of materials in relation to their recycling (eco-design).

Life cycle analysis.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias para o conhecimento das características dos resíduos metálicos e poliméricos para o uso sustentável das matérias-primas e energia, com base nos princípios da Economia Circular, cumprindo assim a aquisição dos referidos objectivos.

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

In view of the learning objectives of the UC, described in 6.2.1.4, any specialist in the subject will be able to verify that all the points of the syllabus, described in 6.2.1.5, aim to provide students with the knowledge and skills necessary for the knowledge of the characteristics of the metallic and polymeric wastes for the sustainable use of raw materials and energy, based on the principles of Circular Economy, thus fulfilling the acquisition of these objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Teste teórico (40%) + Trabalho em grupo (max. 2 alunos) (40%). Trabalho de grupo: (max 20 pág.) (40%). Relatório da visita às indústrias: 20%

Apresentação oral, durante 15 min seguida de breve período de comentários ou questões, com a presença obrigatória de todos os alunos.

A visita às indústrias é obrigatória

Exame final (teórico)- (40%) + Trabalho em grupo (max. 2 alunos) (40%)+ Relatório da visita às indústrias: 20%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical test (40%) + Group work (max. 2 students) (40%). Group work: (max 20 pages) (40%). Report on the visit to the industries: 20%

Oral presentation, for 15 min followed by a brief period of comments or questions, with the mandatory presence of all students.

Visiting industries is mandatory

Final exam (theoretical) - (40%) + Group work (max. 2 students) (40%) + Report on the visit to the industries: 20%

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

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

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Handbook of Recycling", Ernst Worrell e Markus A. Reuter, 2014, Elsevier; "Solid Waste Technology & Management", Thomas H. Christensen, 2011, Wiley; "Recycling of Polymers: Methods, Characterization and Applications", Raju Francis, 2016, Wiley; "Plastics Waste: "Feedstock Recycling, Chemical Recycling and ..." Volume 13, A. Tukker, 2002, ----; "Recycling of Flexible Plastic Packaging", Michael Niaounakis, 2019, Elsevier

Mapa IV - Tecnologias de Ligação de Materiais**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Tecnologias de Ligação de Materiais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Materials Joining Technologies

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

TMGI

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

24.5 (14TP + 10,5PL)

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist13787, Inês da Fonseca Pestana Ascenso Pires, 14h TP + 3,5h PL

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist13379, Paulo Miguel Nogueira Peças, 7h PL

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

Esta unidade curricular pretende dotar o aluno de conhecimentos e competências na área dos processos de ligação de materiais. Para o efeito é necessário que o aluno compreenda os fundamentos teóricos associados aos processos de soldadura por fusão, processos de soldadura no estado sólido, Brasagem e Soldobrasagem e ligação por adesivos. São ainda abordados processos específicos para materiais metálicos e não metálicos. São ainda analisados os aspetos relacionados com a soldabilidade dos materiais e com o controlo de qualidade das juntas obtidas. No final pretende-se que o aluno desenvolva capacidades para selecionar o(s) processo(s) de ligação mais adequados para uma determinada aplicação e o respetivo procedimento a aplicar.

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

This course aims to provide the student with knowledge and skills in the area of materials joining processes. To achieve this goal, it is necessary that the student understands the theory associated with the fusion welding processes, solid state welding processes, brazing and soldering and adhesive bonding. Specific processes for metallic and non-metallic materials are also addressed. The weldability of different materials and the quality control of the obtained joints are analysed. At the end of the course the student should be able to select the most suitable joining process(es) for a given application and to develop the specific procedure to be applied for that case.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1- *Introdução aos processos de ligação de materiais*
- 2- *Aspetos fenomenológicos dos processos de soldadura de materiais metálicos*
- 3- *Processos de soldadura por arco elétrico*
- 4- *Processos de soldadura por resistência.*
- 5- *Processos de soldadura de elevada densidade de potência*
- 6- *Processos de Soldadura no estado sólido*
- 7- *Brasagem e soldobrasagem*
- 8- *Soldabilidade de materiais metálicos*
- 9- *Ligação por adesivos*
- 10- *Processos de ligação de materiais cerâmicos*
- 11- *Processos de ligação de plásticos*
- 12- *Controlo de qualidade de ligações*

4.4.5. Syllabus:

- 1- *Introduction to the joining processes*
- 2- *Phenomenological aspects of welding processes of metallic materials*
- 3- *Arc welding processes*
- 4- *Resistance welding processes.*
- 5- *High Power Density Welding Processes*
- 6- *Solid State Welding Processes*
- 7- *Brazing and Soldering*
- 8- *Weldability of metallic materials*
- 9- *Adhesive bonding*

10- Joining processes for ceramic materials

11- Joining processes for plastic materials

12- Quality Control of joints

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Principles of Welding: Processes, Physics, Chemistry, and Metallurgy", Messler, R. W. , 1999, New York: John Wiley.; "Welding Metalurgy", Sindo Kou, 2003, Willy Interscience ; "Adhesive Bonding: Science, Technology and Applications", R. Admas, 2005, WPL; "Advances in Structural Adhesive Bonding", D. Dillard, 2010, CRC Press ; "Handbook of Plastics Joining: A Practical Guide", M. J. Troughton, 2008, William Andrew

Mapa IV - Técnicas de Fabricação Aditiva

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Técnicas de Fabricação Aditiva

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Additive Manufacturing Techniques

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

PMME

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:**49.0 (42TP + 7PL)****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist45269, Marco Alexandre de Oliveira Leite, 21hTP****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist12694, António Manuel Relógio Ribeiro, 21hTP + 7hPL****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Esta UC tem como objectivo alargar as perspectivas dos estudantes em relação às novas técnicas de fabrico aditivo. O aluno deverá tomar conhecimento das várias técnicas de fabrico aditivo e das limitações e aplicabilidade de cada uma; deverá ser capaz de implementar as várias fases de um processo de fabrico aditivo.

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

Students will be introduced to new processing techniques of materials. Students should be able to evaluate the advantages and disadvantages of the different techniques. Students should know how to interpret the several stages of an additive manufacturing process.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Esta UC tem estrutura modular de forma a permitir a sua adaptação à rápida evolução destas tecnologias. Incluirá um conjunto de aulas introdutórias e diversos módulos sobre tecnologias específicas, lecionados por especialistas convidados.

Fundamentos das técnicas aditivas de fabrico e prototipagem: do modelo em computador ao objecto manufacturado. Prototipagem vs fabricação. A liberdade na concepção. Modelação geométrica e fabrico digital. Digitalização 3D e engenharia inversa.

Métodos de consolidação de materiais: fotopolimerização e sinterização por feixes de alta energia. Processos de fotopolimerização: estereolitografia. Métodos de consolidação de leitos de pó: SLS e SLM. Deposição assistida por laser. Métodos de impressão e extrusão. Métodos de consolidação de laminados.

Seleção de materiais e processos.

Aplicações. Modelos de negócios sobre modelação e fabrico digital.

4.4.5. Syllabus:

Principles of the additive manufacturing technologies: from the model to the object. Prototyping and processing. Modelling. Digital technologies.

Consolidation of materials. Photopolymerization. Stereolithography. Consolidation of powders SLS and SLM. Laser assisted deposition.

Materials selection and processes.

Applications of additive manufacturing technology. Biomedical and aerospace applications. Molds. Business models

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os objectivos de aprendizagem serão avaliados por meio de um projecto em equipa, um protótipo físico e um laboratório. A avaliação terá as seguintes componentes:

Laboratório sobre estruturas celulares: 25%

Projecto Final: 75%

Os estudantes deverão ter uma nota positiva no projecto final para ter avaliação positiva na UC.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Learning outcomes will be assessed by means of a team design project, a physical prototype and a laboratory exercise.

The grading is:

• Lab on cellular structures: 25%

• Final project: 75% -

Students must have a positive mark on the final project to pass the course.

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

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

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Additive Manufacturing Technologies", Gibson, Ian, Rosen, David, Stucker, Brent, 2015, Springer.

Mapa IV - Controlo e Gestão da Qualidade**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Controlo e Gestão da Qualidade

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Quality Control and Management

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

TMGI

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0 (38,5TP + 10,5TC)

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist13458, José Jorge Lopes da Cruz Fernandes, 38,5h TP +10,5h TC

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Pretende-se que o aluno seja capaz de: conceber, implementar e auditar um sistema de gestão da qualidade numa empresa (Norma NP EN ISO 9001) ou de um laboratório (Norma NP EN 17025); aplicar métodos de controle de qualidade de produtos; aplicar métodos de metrologia à análise de parâmetros da qualidade; estabelecer critérios e procedimentos de controlo estatístico de processo e de amostragem; compreender a influência dos factores humanos na motivação para a qualidade; calcular custos da qualidade.

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

The approved student must be able to: design, implement and audit a quality system according the ISO 17025 and the ISO 9001 standards; apply methods and procedures for calibrations (uncertainty, certificates of calibration, acceptance criterions); apply procedures for enquiry based on samples and statistical process control; understand the influence of the human factor in the quality; calculate the quality costs.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Gestão da qualidade. Definições. 2. Gestão integrada da qualidade e de sistemas de controlo de produto e processos. Filosofias ou critérios básicos de garantia de qualidade. Sistema português da qualidade - Normas ISO 9001, 17025, 14001 e NP 4397. 3. Implementação de sistemas de gestão de qualidade. 4. Exemplos de controlo de qualidade de matérias primas, materiais, semi-produtos e produtos finais (ensaios não destrutivos). 5. Exemplos de auditorias de qualidade. 6. Higiene e Segurança do Trabalho. Gestão de pessoal. 7. Calibrações e incertezas. 8. Controlo estatístico do processo. Amostragem. 9. Custos da qualidade.

4.4.5. Syllabus:

*1. The quality concept. Definitions (accreditation, certification, quality system, etc). Quality management systems. 2. The Portuguese quality system. The standards ISO 17025, ISO 9001, ISO 14001 and NP 4397. 3. How to design and implement a management quality system. 4. The quality control. 5. How to audit a quality system. 6. Occupational health and safety management systems. Staff management. 7. Calibrations and uncertainties. 8. Procedures for enquiry based on samples and statistical process control. 9. Quality costs.
IMPORTANT:In this discipline the students must read Portuguese legislation and to write one quality manual and three quality procedures in Portuguese.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame final (com nota mínima de 10) - 50% da Nota Final. Trabalho Prático de Grupo (com nota mínima de 10) - 50% da Nota Final. Este trabalho prático consiste na elaboração de: um Manual da Qualidade (de uma empresa ou laboratório) + dois Procedimentos de Gestão da Qualidade + um Procedimento Operativo.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Assessment: Final exam (minimum value = 10) = 50% of the final note. Work in group (to elaborate a quality manual and 3 quality procedures in Portuguese) with a minimum value of 10 = 50% of the final note.)

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

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

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Quality Control and Total Quality Management", P L Jain, 2001, McGrawHill; "Education,Qualidade Uma filosofia de gestão", C. Cruz e O. Carvalho , 1998, Texto Editora; "Ergonomia projecto e produção", I. Lida , 1999, Dina Livro; "Qualidade Total de Recursos Humanos", B. Base e C. Cooper, 2000, Editorial Presença; "Manual de Higiene e Segurança do Trabalho na Indústria", R. Macedo , 2001, Fundação Calouste Gulbenkian; "Séries de normas ISO 9001, ISO 17025, ISO 14001 e NP 4397", Instituto Português da Qualidade , 2006, Instituto Português da Qualidade ; "Princípios da gestão da qualidade", R. Fey e S. Gogue , 1996 , Fundação Calouste Gulbenkian

Mapa IV - Design e Selecção de Materiais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Design e Selecção de Materiais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Materials Selection and Design

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0 (28 TP + 21 PL)

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist13287, Maria Amélia Martins de Almeida, 28h TP + 2h PL

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist30577, Pedro Miguel Gomes Abrunhosa Amaral, 19h PL

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

Pretende-se que o aluno adquira uma formação sobre metodologias de seleção de materiais e processos e seu enquadramento no desenvolvimento de produtos desde a concepção ao projeto e fabrico (como selecionar materiais e processos de fabrico para uma dada aplicação). No fim do curso o aluno deverá ser capaz de: compreender a complexidade do processo de seleção de materiais e processos utilizando critérios de funcionalidade, económicos e ambientais; desenvolver estratégias de abordagem a diversos casos de seleção baseadas em ferramentas informáticas disponíveis; compreender a aplicabilidade dessas ferramentas e desenvolver uma análise crítica dos resultados obtidos. Pretende-se ainda que o aluno compreenda as limitações dos materiais disponíveis e defina as necessidade e estratégias de desenvolvimento de novos materiais.

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

It is intended that students acquire a basic training on methods of materials and processes selection and their role in the development of products from conception to design and manufacturing (selecting materials and manufacturing processes for a given application). At the end of the course the student should be able: to understand the complexity of the materials and processes selection process using functional, economic and environmental criteria; to develop strategies to address the many cases of selection based on tools available on the market; to understand the limitations of these tools and develop a critical analysis of the results. The student should also get an insight into the limitations of current materials and the need for design of new materials.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução. Ciclo de desenvolvimento de produtos. Fases de design: design técnico e industrial. Custo, preço e valor de um produto. A seleção de materiais e processos no desenvolvimento de produtos.

Seleção de materiais e processos. Estratégias de seleção. Tradução e análise de requisitos de seleção. Índices de material e de desempenho. Hierarquização das soluções com função objectivo. Seleção multicritério e objectivos em conflito. A seleção assistida por computador. Introdução ao CES. Bases de dados. Mapas de propriedades.

Propriedades compostas. Seleção usando critérios económicos e ambientais. Modelação de custos em seleção.

Seleção com base na análise do ciclo de vida do produto. Parâmetros de controle do consumo global de energia e pegada de C. Estratégias de seleção minimizando o consumo de matérias primas (recursos naturais), energia e emissões nocivas. A ferramenta de ecoauditoria.

Limitações dos materiais existentes e estratégias de design de novos materiais.

4.4.5. Syllabus:

Introduction. Product development and product design: technical and industrial design. Cost, price and value of a product. The selection of materials and processes in product development.

Selection of materials and processes. Selection strategies. Translation and analysis of selection requirements. Performance and material indices. Ranking of solutions with objective function. Multicriteria selection and objectives in conflict. The computer-assisted selection. Introduction to CES. Databases. Property maps. Composing properties.

Selection using economic and environmental criteria. Cost modeling. Selection based on the analysis of the product life cycle. Control parameters for global energy consumption and C footprint. Selection strategies minimizing the consumption of raw materials (natural resources), energy and nocive emissions. The ecoaudit tool.

Limitations of current materials and strategies for new materials design.

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

O programa debruça-se sobre o design e selecção de materiais numa perspectiva de desenvolvimento económico e sustentável, incorporando o desempenho adequado, redução do consumo de matérias primas, energia e impacto ambiental.

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

The syllabus focuses on the design and selection of materials with a view of economic and sustainable development, incorporating adequate performance, reducing the consumption of raw materials, energy and environmental impact.

Given the learning objectives of the UC, described in 4, any specialist in the field will be able to confirm that all points of the syllabus, described in 5, aim at providing students with the knowledge and skills necessary for their fulfillment and the acquisition of those objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos em aulas teórico-práticas e de laboratório informático, que incluirão a resolução de problemas, seminários e projecto, utilizando ferramentas computacionais.

As metodologias de ensino visam fomentar a aprendizagem baseada na resolução de problemas, seminários e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante.

O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua (50%) (questionários, exercícios), compatível com a redução significativa do peso de avaliação por projecto final (50%). O projecto visa a aplicação experimental dos princípios de design e seleção de materiais a um produto, através das fases: seleção de um produto de mercado, modelação do sistema, avaliação das especificações de utilização, aplicação das metodologias de seleção de materiais e processos, realização de projecto final para produção dos componentes estudados.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodology will be based on the transfer of concepts in theoretical-practical classes and computer laboratory work, which will include problem solving, seminars and project development, using computational tools.

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, projects and development seminars,

reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability.

The evaluation model incorporates elements of continuous evaluation (50%) (questionnaires, exercises), compatible with the significant reduction in the weight of evaluation per final project (50%). The project aims to experimentally apply the principles of design and material selection to a product, through the phases: selection of a market product, system modeling, evaluation of usage specifications, application of methodologies for selecting materials and processes, realization final project to produce the studied components.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de seminários, exercícios e projectos de aplicação e desenvolvimento. Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente na matéria, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. Esta abordagem permitirá também o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of seminars, exercises and application and development projects. Teaching methods have been designed so that students can develop comprehensive knowledge on the topic, ensuring compliance with the objectives of the course. This approach will also allow the leveling of the knowledge of students with different backgrounds.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design, M.F. Ashby, K. Johnson, 3rd ed. 2014, Butterworth-Heinemann

Materials Selection in Mechanical Design, M.F. Ashby, 5th Ed. 2017, Elsevier Butterworth-Heinemann

Multi-criteria Decision Analysis for Supporting the Selection of Engineering Materials in Product Design, A. Jahan, K.L. Edwards, M. Bahraminasab, 2nd Ed. 2016, Elsevier BH

Materials and the Environment, M.F. Ashby, 2nd Ed. 2013, Elsevier Butterworth-Heinemann

CES EduPack, Cambridge Engineering Selector, 2020, Granta Design Ltd./ANSYS, <https://grantadesign.com/education/ces-edupack/>

Mapa IV - Tecnologia de Materiais Poliméricos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tecnologia de Materiais Poliméricos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Technology of Polymeric Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EPP

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0 (28TP + 21PL)

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
ist45873, Ana Clara Lopes Marques, 28hTP + 7hPL

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
ist13787, Ines da Fonseca Pestana Ascenso Pires, 14hPL

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O aluno deverá aprender os principais métodos de fabrico e tecnologias de processamento de materiais poliméricos, perceber os princípios envolvidos necessários ao fabrico de produtos poliméricos, estabelecer as relações entre as tecnologias de processamento e as propriedades dos produtos obtidos. O aluno deverá ficar apto a selecionar a técnica de processamento mais adequada de acordo com o material em causa e as características do produto desejadas e a definir os parâmetros críticos ao processamento. Além disso, deverá aprender a utilizar um software de simulação numérica do processo de moldação por injeção.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The student should learn the main manufacturing methods and processing technologies used for polymeric materials, understand the principles involved in the manufacture of polymeric products, establish the relationship between processing technologies and the properties of the obtained products. The student should be able to select the most suitable processing technique according to the material in question and the desired product characteristics, and to define the critical processing parameters. In addition, the student should learn how to use numerical simulation software for the injection molding process.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução. Factos sobre a indústria dos plásticos e sustentabilidade ambiental.***
- 2. Comportamento reológico de fundidos poliméricos em escoamento isotérmico e não-isotérmico.***
- 3. Índice de fluidez do fundido.***
- 4. Fusão e solidificação de termoplásticos.***
- 5. Processos de mistura (distributiva e dispersiva). Misturas e ligas poliméricas. Aditivos.***
- 6. Processamento contínuo de polímeros: extrusão e calandragem.***
- 7. Processamento descontínuo de polímeros (I): injeção***
- 8. Simulação numérica do processo de moldação por injeção de componentes poliméricos usando o software Moldflow.***
- 9. Processamento descontínuo de polímeros (II): moldação por insuflação, termoformação, moldação por compressão, por transferência e rotacional, e fabrico aditivo.***
- 10. Identificação e análise de diferentes tecnologias de processamento tendo em consideração o tipo de componente polimérico a fabricar.***

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction. Facts about the industry of plastics and environmental sustainability.***
- 2. Rheology of polymeric melts under isothermal and non-isothermal flow.***
- 3. Melt flow index.***
- 4. Melting and solidification of thermoplastics.***
- 5. Mixing (distributive and dispersive). Mixtures and polymeric alloys. Additives.***
- 6. Continuous processing: extrusion and calendaring.***
- 7. Discontinuous processing (I): injection molding.***
- 8. Numerical simulation of an injection molding process using the software Moldflow.***
- 9. Discontinuous processing (II): blow molding, thermoforming, compression and transfer molding, rotational molding and additive manufacturing.***
- 10. Identification and analysis of different processing techniques according to the type of polymeric component to manufacture.***

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

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina aplica o conceito de aprendizagem por resolução de problemas (problem-based learning) e elaboração de projeto (project-based learning).

O método de avaliação contempla:

1) Questionários individuais de avaliação dos diversos tópicos do programa, ao longo do período lectivo, para monitorizar a aquisição de conhecimentos de forma contínua (50%);

2) Projeto (trabalho de grupo), com apresentação escrita e apresentação oral, relativo a:

- processamento de um determinado polímero virgem ou reciclado, por extrusão, calandragem, e/ou impressão 3D incluindo o estudo dos parâmetros de processamento na qualidade do produto final

- simulação numérica de um processo de moldação por injeção desse mesmo polímero, usando o software Moldflow (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This curricular unit applies the concept of problem-based learning and project-based learning.

The evaluation method includes:

1) Individual questionnaires to evaluate the various topics of the syllabus along the classes period, to continuously monitor the acquisition of knowledge by the students (50%);

2) Project (group work), with written presentation and oral presentation, concerning:

- processing of a particular virgin or recycled polymer by extrusion, calendering, and/or 3D printing, including the study of the effect of processing parameters on the quality of the end product;

- numerical simulation of an injection molding process of the same polymer using the software Moldflow (50%).

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

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

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Material Science of Polymers for Engineers, Tim A. Osswald, Georg Menges, 2012, 3rd Edition. Hanser Publishers, Munich. ISBN: 9781569905142; Principles of Polymer Engineering, N. G. McCrum, C. P. Buckley, C. B. Bucknall, 2011, 2nd Edition. Oxford University Press. ISBN: 9780198565277; Plastics: Materials and Processing, Brent Strong, 2006, 3rd Edition. Prentice Hall. ISBN: 9780131145580; Moldflow Design Guide: A Resource for Plastics Engineers, Jay Shoemaker, 2006, Hanser. ISBN: 9781569904039; Standards, Quality Control, and Measurement Sciences in 3D Printing and Additive Manufacturing, Chee Kai Chua, Chee How Wong and Wai Yee Yeong, 2017, Academic Press. ISBN: 9780128134894; Plastic Part Design for Injection Molding: An Introduction, Malloy R.A., 2010, Hanser Pub. ISBN: 9781569904367

Mapa IV - Atividades Extracurriculares I**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Atividades Extracurriculares I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Extracurricular Activities I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

OL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

0.0

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist11992, Maria Teresa Nogueira Leal da Silva Duarte, 0h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Estimular os estudantes a adquirirem, de forma diversificada e complementar, conhecimentos e competências comportamentais, sociais, culturais, científicas, tecnológicas e profissionais, através da realização de atividades extracurriculares. Atualmente além de um percurso curricular que fornece provas de conhecimentos científicos/tecnológicos bem consolidados, os empregadores valorizam o percurso extracurricular dos alunos nas suas diversas vertentes.

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

To stimulate students to acquire, in a diversified and complementary way, behavioral, social, cultural, scientific, technological and professional knowledge and skills through extracurricular activities. Currently, in addition to scientific/technological knowledge, employers value the extracurricular course of students in its various aspects.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

No quadro desta unidade curricular serão creditadas atividades realizadas pelos estudantes, individualmente ou em grupo, que tenham um cariz essencialmente extra-curricular.

1) As atividades extracurriculares devem ser creditadas por pedido dos alunos em uma ou duas unidades curriculares denominadas Atividades Extracurriculares I e II (AE I e AE II) com 3 ECTS cada, oferecidas a todo o universo de alunos dos 2º. Ciclos (mestrado) do IST. Em cada uma destas UC de 3 ECTS os alunos devem realizar uma (ou mais) atividade(s) extracurriculares com esforço total de pelo menos 84 horas.

2) Os coordenadores de cada curso deverão reservar espaço na sua grelha de 2º. Ciclo para que os alunos, se assim o entenderem, possam escolher AE I/AEII

4.4.5. Syllabus:

In this curricular unit activities carried out by students, individually or in groups, which have an essentially extra-curricular nature, will be credited.

1) The extracurricular activities must be credited by request of the students in one or two curricular units called Extracurricular Activities I and II (AE I and AE II) with 3 ECTS each, offered to the whole universe of students of the 2nd cycle. In each of these 3 ECTS courses, students must perform one (or more) extracurricular activity(s) with a total effort of at least 84 hours.

2) Coordinators of each course must reserve space on their 2nd cycle grid so that students, if they wish, can choose AE I/AE II

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

1) A efectiva realização da actividade, exigindo-se um certificado das entidades onde realizaram as actividades extracurriculares, 2) AE I ou AE II tem avaliação do tipo aprovado/ não aprovado.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

(1) a certificate from the entities where the extracurricular activities took place, is required (2) AE I or AE II has approved/unapproved type assessment.

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

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

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

NA

Mapa IV - Materiais para Electrónica e Optoelectrónica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Materiais para Electrónica e Optoelectrónica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electronic and Optoelectronic Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QFMN

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0TP

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist12604, José Carlos Garcia Pereira, 29,4h TP

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist12589, Luís Filipe Silva Santos, 14,7h TP

ist126811, António Cândido Lampreia Pereira Gonçalves, 4,9h TP

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

Pretende-se que o aluno se familiarize com as aplicações electrónicas e optoelectrónicas dos materiais semicondutores e isolantes, que aprofunde a relação entre a estrutura dos materiais e o seu comportamento eléctrico, óptico e magnético, que se familiarize com os valores típicos das propriedades relevantes que lhe permitam projectar e fazer previsões qualitativas, que fique a conhecer o funcionamento de dispositivos tais como díodos de junção, células fotovoltaicas, transistores, lasers e fibras ópticas.

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

The student should learn the electronic and optoelectronic applications of semiconductor and insulating materials, should gain a deeper insight into the relationship between the structure of materials and its electric, optical and magnetic behaviour, should be acquainted with typical values of the relevant properties, to do project and qualitative previsions, should understand the inner working of devices such as junction diodes, photovoltaic cells, transistors, lasers and optical fibers.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Resistências, condensadores, indutores, teorema de Thévenin, leis de Kirchhoff, impedância. Polarização, susceptibilidade eléctrica, permitividade absoluta, equação de Clausius-Mosotti, teorema de Gauss, colapso eléctrico, materiais piezoeléctricos, ferroeléctricos e piroeléctricos. Semicondutores intrínsecos e extrínsecos, recombinação, absorção óptica, difusão de electrões e buracos, equação da continuidade, piezoresistividade, junção de Schottky, célula solar de Schottky, contactos óhmicos, efeito de Peltier, efeito de Seebeck. Dispositivos de semicondutores, junção pn, díodos, LEDs, células solares, transistores BJT, JFET and MOSFET. Propriedades ópticas. Interferência em filmes finos. Tipos de fibras ópticas. Dispersão e atenuação em fibras ópticas. Elipsometria. Absorção e luminescência por dopagem com lantanídeos. Materiais magnéticos duros e macios, diagramas de bandas de energia e magnetismo, magnetoresistência, materiais magnéticos para gravação, supercondutividade.

4.4.5. Syllabus:

Resistors, capacitors, inductors, Thévenin's theorem, Kirchhoff's Laws, impedance. Polarization, electric susceptibility, absolute permittivity, Clausius-Mosotti equation, Gauss's theorem, electrical breakdown, piezoelectric, ferroelectric and pyroelectric materials. Intrinsic and extrinsic semiconductors, recombination, optical absorption, electron and hole diffusion, continuity equation, piezoresistivity, Schottky junction, Schottky solar cell, ohmic contacts, Peltier effect, Seebeck effect. Semiconductor devices, pn junction, diodes, LEDs, solar cells, transistors BJT, JFET and MOSFET. Soft and hard magnetic materials, energy band diagrams and magnetism, magnetoresistance, magnetic recording materials, superconductivity. Optical properties. Thin film interference. Types of optical fibers. Dispersion and attenuation in optical fibers. Ellipsometry. Absorption and luminescence of lanthanide-doped solids.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

(80%) Seis questionários (com 4 alíneas) nas aulas, repescados nas datas de exame, com nota mínima de 8.0 e nota mínima da média de 9.5.

(20%) Dois trabalhos de laboratório com aplicações ópticas e magnéticas

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

(80%) Six question sets (with 4 questions each) given in class, provided again in the exam dates, with minimum classification of 8.0 and average minimum classification of 9.5.

(20%) Two laboratory works with optical and magnetic applications.

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

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

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Electronic Materials and Devices, S. O. Kasap, 2018, 4th Edition, McGraw-Hill; The Art of Electronics , Paul Horowitz and Wonfield Hill, 1989, Cambridge University Press

Mapa IV - Portfólio em Engenharia de Materiais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Portfólio em Engenharia de Materiais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Portfolio in Materials Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

0.0

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist11992, Maria Teresa Nogueira Leal da Silva Duarte, 0h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

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

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

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

4.4.5. Conteúdos programáticos:

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

4.4.5. Syllabus:

The curricular unit will not have conventional classes. The activities accepted in scope of this discipline include the organization and participation in the course dissemination activities, seminars, participation in R&D activities, presentation of communications in scientific or educational meetings, university extension activities, etc.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

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

a efectiva realização da actividade, exigindose um certificado de participação;

relatório de actividades, sintético, descrevendo as actividades realizadas, e experiências obtidas por cada aluno.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

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

the effective implementation of the activity, requiring the presentation of a participation certificate

activities report, describing the activities carried out and the experience gained by the student

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

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

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

NA

Mapa IV - Materiais Naturais**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Materials Naturais**4.4.1.1. Title of curricular unit:*****Natural Materials*****4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****PMME*****4.4.1.3. Duração:*****Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****168.0*****4.4.1.5. Horas de contacto:*****49.0 (35TP + 14PL)*****4.4.1.6. ECTS:*****6.0*****4.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****4.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****ist11941, Maria Emília da Encarnação Rosa, 17,5h TP + 7,0h PL*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****ist11630, Luís Manuel Guerra da Silva Rosa, 17,5h TP + 7,0h PL*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Nesta unidade curricular serão abordados os materiais lenhocelulósicos e as rochas. Será estudada a sua constituição química e estrutural e estabelecidas as relações com as propriedades e as tecnologias de processamento destes materiais. O aluno deverá adquirir conhecimentos sobre a estrutura, propriedades e aplicações dos materiais naturais tais como rochas, madeiras, cortiça e papel. O aluno deverá identificar o processamento destes materiais no sentido de contribuir para o desenvolvimento de novos produtos.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****In this course the lignocellulosic materials and rocks will be addressed. The chemical and structural constitution of these materials will be studied in relation with the properties and processing technologies of these materials. The student should acquire knowledge about the structure, properties and applications of natural materials, such as rocks, wood, cork and paper. The student must identify the processing methods of these materials aiming at contributing to the development of new products.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****Material natural: definição e exemplos (madeira e cortiça, peles, osso, fibras naturais (algodão, seda, lã), rochas). Materiais lenhocelulósicos. Exemplos; propriedades; importância económica. Materiais celulares: cortiça: formação; composição; estrutura; defeitos; propriedades; processamento e utilizações. Madeira: formação; composição; estrutura; defeitos; propriedades; degradação e preservação; processamento e utilizações; papel. Outros materiais lenhocelulósicos. Rochas. Tipos e estrutura; denominações técnicas e comerciais; aplicações e impacto económico. Propriedades físicas, mecânicas e métodos de ensaio. Pedra Natural e Dimensional: processamento; produtos e aplicações; características que afectam a aplicação; alterabilidade; degradação; proteção e conservação. Novos materiais e produtos de pedra natural: design e selecção; reforço e dimensionamento; compósitos à base de pedra. Ciclo de Vida: impacto ambiental; conservação, limpeza e restauro; valorização.***

4.4.5. Syllabus:

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

Lignocellulosic materials. Examples; properties; economic importance and uses. Cellular materials: Cork: formation; composition, structure; defects; properties; processing; applications. Wood: formation; composition; structure; defects; properties; degradation and preservation; processing and uses; paper. Other lignocellulosic materials. Rocks. Types and structure; technical and commercial denominations; applications and economic impact. Properties: physical, mechanical and test methods. Natural and dimension stone: processing; products and applications; characteristics affecting applications; alterability; causes and effects of environmental degradation; protection and conservation methods. New stone materials and products: design and selection; reinforcement and dimensioning; stone composites. Life cycle: environmental impact; conservation, cleaning and restoring; valorisation.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação será efectuada por:

- exame final: 60%

- trabalhos práticos (relatórios e discussão): 40%

Para aprovação, nenhuma das duas classificações (trabalhos e exame) poderá ser inferior a 10 valores (numa escala 0 - 20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The assessment will be carried out by:

- final exam: 60%

- laboratory practical work (reports and discussion): 40%

Approval in the course requires a minimum grade of 10 values (in a scale 0 - 20) in both evaluation components (work and exam).

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

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

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Cellular Solids. Structure and Properties" - Second edition, L.J. Gibson and M.F. Ashby, 1997, Cambridge University Press, Cambridge, UK; "Timber: Its Nature and Behaviour" - Second Edition, J.M. Dinwoodie, 2002, CRC Press, New York; "A Cortiça", M.A.Fortes, M.E. Rosa e H.Pereira, 2004, IST Press, Lisboa ; "Practical Rock Mechanics", Steve Hencher, 2015, CRCPress, New York; "Earth Materials Introduction to Mineralogy and Petrology", Cornelis Klein and Anthony R. Philpotts, 2012, Cambridge University Press, Cambridge, UK

Mapa IV - Técnicas Avançadas de Microscopia**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Técnicas Avançadas de Microscopia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Advanced Microscopy Techniques

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**PMME****4.4.1.3. Duração:****Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****49.0 (21T + 28PL)****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****UC de Opção****4.4.1.7. Observations:****Optional course****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist428157, Paulo Jorge Matos Fernandes Martins Ferreira, 21h T + 28h PL****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****N/A****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Os objetivos deste curso são desenvolver conhecimentos, habilidades e competências em várias técnicas de caracterização microscópica para entender a relação entre a estrutura e as propriedades dos materiais. A idéia é abordar a microscopia do ponto de vista teórico e prático, ensinando aos alunos como adquirir dados significativos e relevantes. O curso concentrará-se-á em fornecer aos alunos as ferramentas necessárias para desenvolverem técnicas de microscopia sólida e interpretar os dados obtidos. No final, o aluno deve ser capaz de avaliar criticamente os resultados da pesquisa que dependem do uso dessas tecnologias.

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

The objectives of this course are to develop knowledge, skills and competences in various techniques of microscopic characterization to understand the relationship between the structure and properties of materials. The idea is to approach microscopy from a theoretical and practical point of view, teaching students how to acquire meaningful and relevant data. The course will focus on providing students with the necessary tools to develop solid microscopy techniques and interpret the data obtained. In the end, the student must be able to critically evaluate the research results that depend on the use of these technologies.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução, 2. Tipos de microscópios, 3. Lentes, aberturas, aberrações, 4. Interação entre feixe e matéria, 5. Iluminação Koehler, Microscopia de polarização, 6. Microscopia confocal, 7. Microscopia de varrimento por sonda, 8. Microscopia eletrônica de varrimento, 9. Feixe de íons focado. 10. Estruturas Cristalinas de Materiais, 11. Teoria da Difração, 12. Microscopia Eletrônica de Transmissão

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction, 2. Types of Microscopes, 3. Lenses, Apertures, Aberrations, 4. Beam-Specimen Interactions, 5. Koehler Illumination, Polarization Microscopy, 6. Confocal Microscopy, 7. Scanning Probe Microscopy, 8. Scanning Electron Microscopy, 9. Focused Ion Beam. 10. Crystal Structures of Materials, 11. Theory of Diffraction, 12. Transmission Electron Microscopy.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos programáticos abrangem os principais princípios relativos aos vários tipos de microscopia, a descrição das várias técnicas de microscopia, assim como a utilização de alguns instrumentos de microscopia, os quais permitem ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua atividade como profissional de engenharia capacitando-o, ainda, para outras aprendizagens através de pesquisa autónoma. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos, a resolução de exercícios de aplicação e o uso de instrumentos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The syllabus covers the main principles related to the various types of microscopy, the description of the various microscopy techniques, as well as the use of some microscopy instruments, which allow the students to review and deepen their background knowledge, as well as acquire new knowledge useful to his activity as an engineering professional, qualifying him for further learning through autonomous research. Fundamental and essential concepts, as well as application examples are provided. Students are also requested to study the contents, solve exercises and use instruments.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em conceitos teóricos, resolução de problemas e o uso de instrumentos de microscopia. Neste contexto, reforça-se a componente prática, o que é crítico neste tipo de UC, assim como a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora testes (80% da nota final), elementos de avaliação contínua (trabalho de casa) (15%) e apresentação oral (5%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
The teaching methodologies aim to promote learning based on theoretical concepts, problem solving and the use of microscopy instruments. In this context, the practical component is reinforced, which is critical in this type of UC, as well as active learning, autonomous work and student accountability. The evaluation model incorporates tests (80% of the final grade), continuous assessment (homework) (15%) and oral presentation (5%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. Em particular, as aulas teóricas, os trabalhos de casa e a utilização frequente de instrumentos de microscopia, permite aos alunos adquirirem um conhecimento alargado e adaptado a problemas reais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methods have been designed, so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. In particular, theoretical classes, homework and the frequent use of microscopy instruments, allow students to acquire a broad knowledge, adapted to real problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Optical Microscopy
 1. *Introduction to Optical Microscopy by Jerome Mertz*
 2. *Confocal Scanning Optical Microscopy and Related Imaging Systems by Gordon S. Kino and Timothy R. Corle*

Scanning Probe Microscopy
 1. *Noncontact Atomic Force Microscopy by S. Morita, R. Wiesendanger, and E. Meyer*
 2. *Scanning Probe Microscopy: The Lab on a Tip by Ernst Meyer, Hans J. Hug, and Roland Bennewitz*

Scanning and Transmission Electron Microscopy
 1. *Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science (4-Vol Set) by David B. Williams and C. Barry Carter*
 2. *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis by Joseph Goldstein, Dale E. Newbury, David C. Joy and Charles E. Lyman*

Mapa IV - Tecnologia de Materiais Metálicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Tecnologia de Materiais Metálicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Tecnnology of Metallic Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

TMGI

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

24.5 (14TP +10,5PL)

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist152513, Carlos Manuel Alves da Silva, 14h TP + 7hPL

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist13379, Paulo Miguel Nogueira Peças, 3,5hPL

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

Compreender os fundamentos teóricos do processamento térmico de materiais aplicados às tecnologias de fundição.

Compreender os fundamentos teóricos do processamento de pós metálicos.

Adquirir conhecimentos gerais no domínio do processamento térmico de materiais.

Apresentar os principais processos de fundição e de pulverometalurgia com ênfase nos parâmetros operativos, aspetos económicos e qualidade final dos componentes obtidos.

Desenvolver no aluno a capacidade para selecionar processos de fundição e de pulverometalurgia, escolher os respetivos parâmetros operativos e conceber e projetar os respetivos moldes e ferramentas.

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

Understand the fundamentals of thermal processing of materials applied to metal casting. Understand the theoretical fundamentals of powder processing.

Present the main casting and powder metallurgy processes with emphasis on the operating parameters, economic aspects and final quality of the components.

Develop the ability to select casting and powder metallurgy processes, choose the respective operating parameters and project and design the respective molds and tools.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução às tecnologias de processamento térmico de materiais metálicos.

2. Fundamentos do processamento térmico de materiais aplicados à fundição. Escoamento de metais líquidos. Transmissão de calor aplicada à fundição. Tensões e extensões térmicas.

3. Fusão, vazamento, solidificação e arrefecimento de metais em fundição. Propriedades metalúrgicas.

4. Fundição em molde perdido. Enchimento por gravidade. Transferência de calor em molde isolante. Sistema de alimentação.

5. Fundição em molde permanente. Enchimento por gravidade e por pressão. Transferência de calor em molde condutor. Máquinas de injeção de câmara fria e câmara quente. Parâmetros operativos em fundição por centrifugação.

6. Fundamentos da pulverotecnologia. Produção de pós-metálicos. Compactação e sinterização. Plasticidade de pós metálicos. Tecnologias aditivas.

7. Qualidade, inspeção, considerações de projeto e custos de produção.

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction to thermal processing technologies.**
- 2. Fundamentals of thermal processing of materials applied to metal casting. Fundamentals of fluid flow in liquid metals. Heat transfer applied to metal casting. Thermal strains and stresses.**
- 3. Fusion, pouring, solidification and cooling of metals in metal casting. Metallurgical properties.**
- 4. Expendable-mold casting processes. Gravity gating system design. Heat transfer analysis in insulated mold. Riser design.**
- 5. Permanent-mold casting processes. Gravity and pressure gating system design. Heat transfer in conductive mold. Die casting machines. Centrifugal casting parameters.**
- 6. Fundamentals of powder technology. Metal powder production. Compaction and sintering. Plasticity of metal powders. Additive manufacturing.**
- 7. Casting quality, inspection, design and costs.**

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

O conteúdo programático abrange os conceitos teóricos indispensáveis à aquisição de competências no domínio da seleção de parâmetros operativos para processos de fundição e de pulverometalurgia e na conceção, projeto e dimensionamento dos respetivos moldes e ferramentas industriais. O conteúdo desta unidade curricular é muito importante para a atividade profissional dos engenheiros de materiais, capacitando-os ainda para outras aprendizagens por intermédio de pesquisa autónoma. São fornecidas as bases teóricas e efetuados exemplos de aplicação prática e laboratorial solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos teóricos, a resolução de exercícios e a realização de um trabalho experimental que integre os conhecimentos adquiridos na unidade curricular.

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

This course covers the theoretical concepts that are needed to acquire knowledge to select casting and powder processing operating parameters and to project and design the respective industrial molds and tools. The course contents is very important for the professional careers of materials engineers and will enable them to acquire additional knowledge through autonomous learning. Theoretical basis are provided and examples of practical application and laboratory work are carried out. Students are asked to study the theoretical contents, to solve the application exercises and to perform an experimental work that integrates the entire knowledge acquired in the course.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem apoiar a aprendizagem da componente teórica com a resolução de problemas e a realização de ensaios laboratoriais. O trabalho de natureza experimental reforça a componente prática aplicada a processos de fabrico reais bem como o trabalho autónomo e a responsabilização dos estudantes. A metodologia de avaliação desta unidade curricular é a seguinte: 1 exame (50% classificação) e 1 trabalho de grupo que consiste na definição dos parâmetros operativos e no projeto dos moldes e ferramentas para o fabrico de um componente metálico através de tecnologias de processamento térmico de materiais (40% classificação). Questões dos laboratórios (10% classificação).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies are design to support the acquisition of theoretical knowledge with problem solving and laboratory tests. The experimental work reinforces the applicability to real manufacturing processes as well as the autonomous work and accountability of the students. The evaluation methodology in this course is the following: 1 exam (50% of the final classification) and 1 group project comprehending the definition of operating parameters and the design of the molds and tools to fabricate a metallic component through thermal processing technologies (40% of the final classification). Laboratory questions (10% of the final classification).

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

A metodologia de ensino baseia-se na transferência de conceitos teóricos e práticos complementados com ensaios laboratoriais de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente e compatível com os objetivos da unidade curricular. A resolução de exercícios e a realização de um trabalho experimental permitirá confrontar os alunos com problemas de engenharia associados a processos de fundição e pulverometalurgia reais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodology is based on the acquisition of theoretical and practical knowledge complemented with laboratory tests so that students can develop a comprehensive and broad understanding that is compatible with the objectives of the course. The resolution of exercises and the experimental work will enable students to face engineering problems associated with real metal casting and powder processing processes.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Materials Processing during Casting", Fredriksson, H. and Åkerlind, U. , 2006, John Wiley and Sons.; "Fundamentals of Modern Manufacturing: Material, Processes, and Systems", Mikell P. Groover, 7th edition, 2019, John Wiley and

Sons.; "Manufacturing Processes for Engineering Materials", Serope Kalpakjian and Steven Schmid, 2013, 7th Edition, Pearson.

Mapa IV - Tecnologias de Enformação e Maquinagem

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tecnologias de Enformação e Maquinagem

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Metal Forming and Metal Cutting Technologies

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

TMGI

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0 (42TP + 7PL)

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist12470, Paulo António Firme Martins, 42h TP + 7h PL

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Apresentação da teoria da plasticidade e viscoplasticidade aplicada aos processos de enformação e maquinagem. Introdução aos métodos de cálculo analíticos e fornecimento de uma perspetiva de utilizador sobre as principais formulações de elementos finitos aplicadas na simulação numérica de processos de enformação e maquinagem. Desenvolvimento da capacidade para seleccionar, conceber e projetar processos de fabrico de enformação e maquinagem tendo em consideração os requisitos relacionados com os materiais, o tipo de produto, a série de fabrico e o custo.

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

Theoretical foundations of the theory of plasticity and viscoplasticity applied to forming and machining processes. Presentation of analytical calculation methods. User's perspective on the finite element formulations for the numerical simulation of forming and machining processes. Development of the ability to select, project and design forming and machining processes taking into account material requirements, product type, production batches and cost.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

***1. Teoria da plasticidade e viscoplasticidade. Equações empíricas, critérios de plasticidade e equações constitutivas tensão-extensão e tensão-velocidade de deformação. Espaço das tensões e das deformações principais.
2. Métodos de cálculo analíticos. Método da energia uniforme. Método da fatia elementar.***

3. Introdução à simulação numérica de processos de enformação e maquinagem. Formulações, precisão, fiabilidade e validação.

4. Introdução aos processos tecnológicos de enformação plástica. Forjamento, estampagem e corte por arrombamento.

5. Introdução aos processos tecnológicos de maquinagem. Corte ortogonal e torneamento.

4.4.5. Syllabus:

1. Theory of plasticity and viscoplasticity. Empirical equations, plasticity criteria and stress-strain/strain rate constitutive equations. Principal stress and strain spaces.

2. Analytical calculation methods. Ideal work method. Slab method.

3. Introduction to the numerical simulation of forming and machining processes. Formulations, accuracy, reliability and validity.

4. Introduction to metal forming processes. Forging, deep drawing and shearing/blanking.

5. Introduction to machining processes. Orthogonal cutting and turning.

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

Os conteúdos programáticos abrangem os fundamentos da teoria da plasticidade e dos métodos de análise analíticos e numéricos aplicados a processos de fabrico que envolvem plasticidade e atrito que permitem aos alunos adquirir conhecimentos no domínio das tecnologias de enformação plástica e maquinagem. O conteúdo desta unidade curricular é muito importante para a sua atividade profissional como engenheiros de materiais capacitando-os, ainda, para outras aprendizagens por intermédio de pesquisa autónoma. São fornecidas as bases teóricas e efetuados exemplos de aplicação prática e demonstrações laboratoriais solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos, a resolução de exercícios e a realização de um trabalho de simulação numérica.

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

This course covers the fundamentals of the theory of plasticity and of the analytical and numerical methods for analyzing plasticity and friction based manufacturing processes that are needed for allowing students to acquire knowledge in the field of metal forming and metal cutting technologies. The course contents is very important for their professional careers as material engineers enabling them to acquire additional knowledge through autonomous learning. Theoretical bases are provided and examples of practical application and laboratory demonstrations are carried out. Students are asked to study the course contents, to solve application exercises and to perform numerical simulation work.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem apoiar a aprendizagem da componente teórica com a resolução de problemas e de demonstrações laboratoriais. O trabalho de simulação numérica reforça a componente prática aplicada a processos de fabrico reais bem como o trabalho autónomo e a responsabilização dos estudantes. A metodologia de avaliação desta unidade curricular é a seguinte:

Exame (50%) e trabalho assente na simulação numérica de processos de fabrico por enformação plástica e/ou maquinagem (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies are design to support the acquisition of theoretical knowledge with problem solving and laboratory demonstrations. The numerical simulation work reinforces the applicability to real manufacturing processes as well as the autonomous work and accountability of the students. The evaluation methodology in this course is the following:

Exam (50%) and project focused on the numerical simulation of forming and/or machining processes (50%).

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

A metodologia de ensino baseia-se na transferência de conceitos teóricos e práticos complementados com aulas de demonstrações laboratoriais de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente e compatível com os objetivos da unidade curricular. A resolução de exercícios e a realização de um trabalho de simulação numérica no domínio das tecnologias de enformação plástica e maquinagem permitirá confrontar os alunos com problemas de engenharia associados a processos de fabrico reais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodology is based on the acquisition of theoretical and practical knowledge complemented with laboratory demonstration classes so that students can develop a comprehensive and broad understanding that is compatible with the objectives of the course. The resolution of exercises and the numerical simulation work in the field of metal forming and metal cutting technologies will enable students to face engineering problems associated with real manufacturing processes.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Tecnologia Mecânica – Tecnologia da Deformação Plástica" Vol I, Jorge Rodrigues e Paulo Martins, 2005, Escolar Editora; "Tecnologia Mecânica – Tecnologia da Deformação Plástica" Vol II, Jorge Rodrigues e Paulo Martins, 2005, Escolar Editora; "Tecnologia Mecânica – Tecnologia da Deformação Plástica" Vol III, Bárbara Gouveia, Jorge Rodrigues e Paulo Martins, 2011, Escolar Editora; "Introduction to manufacturing processes", Schey J. A, 1987, McGraw Hill; "Manufacturing processes for engineering materials", Kalpakjian S. , 1984, Addison-Wesley; "Metal Forming: Mechanics and Metallurgy", Hosford W.F., Caddell R.M., 2011, Cambridge University Press; "Modelling of thermo-electro-mechanical manufacturing processes with applications in metal forming and resistance welding", Nielsen C.V., Zhang W., Alves L.M., Bay N., Martins P.A.F, 2012, Springer.

Mapa IV - Biomateriais**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Biomateriais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biomaterials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0 (42TP + 7PL)

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist134419, Ana Paula Valagão Amadeu do Serro, 42h TP + 7h PL

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

Fornecer ao aluno conhecimentos na área dos materiais para aplicações biomédicas, necessários ao desenvolvimento de dispositivos médicos seguros e eficazes. Ao completar a UC, o aluno deverá ser capaz de compreender de que forma as propriedades dos materiais poderão afetar o seu desempenho, identificar os materiais das diferentes classes (metais, cerâmicos, polímeros e compósitos) mais adequados para cada tipo de aplicação, conhecer as principais metodologias de processamento e modificação dos biomateriais, compreender se que forma estes interatuam com os tecidos/meio biológico e conhecer várias aplicações dos biomateriais em diferentes áreas clínicas e afins.

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

To provide students with knowledge in the field of materials for biomedical applications, necessary for the development of safe and effective medical devices. Upon completing the UC, the student should be able to understand how the properties of the materials can affect their performance, identify the materials of the different classes (metals, ceramics, polymers and composites) most suitable for each type of application, know the main methodologies for processing and

modifying biomaterials, understanding their interaction with the tissues/biological environment and know several applications of biomaterials in different clinical areas and others related.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Biomateriais: introdução e conceitos fundamentais. Materiais utilizados em aplicações biomédicas e suas características. Propriedades relevantes para a seleção de biomateriais. Processamento e modificação superficial de biomateriais. Esterilização de biomateriais. Interação dos biomateriais com os tecidos biológicos: adsorção de proteínas, interação com as células. Respostas do organismo à implantação dos biomateriais. Previsão do comportamento biológico dos biomateriais. Degradação dos biomateriais no ambiente biológico. Aplicações dos biomateriais em diferentes áreas clínicas e afins: ortopédica, dentária, cardiovascular, oftalmológica, engenharia de tecidos e medicina regenerativa, libertação controlada de fármacos e outras substâncias ativas, biosensores e outras. Desenvolvimento de produto e empreendedorismo em biomateriais. Aspectos legais e éticos no desenvolvimento de novos biomateriais/dispositivos médicos. Biomateriais no mercado mundial.

4.4.5. Syllabus:

Biomaterials: introduction and fundamental concepts. Materials used in biomedical applications and their characteristics. Relevant properties for the selection of biomaterials. Processing and surface modification of biomaterials. Sterilization of biomaterials. Interaction of biomaterials with biological tissues: protein adsorption, interaction with cells. Body response to the implantation of biomaterials. Prediction of the biological behavior of biomaterials. Degradation of biomaterials in the biological environment. Applications of biomaterials in different clinical areas and others related: orthopedic, dental, cardiovascular, ophthalmological, tissue engineering and regenerative medicine, controlled release of drugs and other active substances, biosensors and others. Product development and entrepreneurship in biomaterials. Legal and ethical aspects in the development of new biomaterials/medical devices. Biomaterials in the world market.

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

São fornecidas aos alunos bases teóricas, conceitos essenciais e exemplos de aplicação de biomateriais, motivando-os para o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios de aplicação/estudos de caso. Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos na área dos biomateriais, necessários ao entendimento do desempenho destes em dispositivos médicos. Aplicações teórico-práticas da matéria lecionada permitem ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua atividade como profissional, caso venha a trabalhar nesta área ou numa afim, capacitando-o, ainda, para outras aprendizagens através de pesquisa autónoma.

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

Theoretical bases, essential concepts and examples of application of biomaterials are provided to students, motivating them to study the contents of the course and to solve application exercises and analyse case studies. The programmatic contents cover the main topics in the area of biomaterials, necessary for the understanding of their performance in medical devices. Theoretical-practical applications of the taught subjects allow the student to review and deepen background knowledge, as well as to acquire new knowledge useful to his activity as a professional, if he comes to work in this area or in a related field, enabling him to further learn through autonomous research.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A componente contínua da avaliação terá um peso de 70% e o exame final (que abará toda a matéria lecionada) de 30%. A componente contínua compreenderá:

- 1 - Estudo de caso (realizado em grupo): produção de video (10 min), apresentação oral (15 min), discussão e relatório escrito (30%)*
- 2- Relatórios curtos (individuais) relativos às visitas de estudo realizadas/seminários, que incluirão e.g. contacto com clínicos, indústria e serviços de desinfeção e/ou esterilização de biomateriais (10%)*
- 3- Relatório do trabalho laboratorial (realizado em grupo) (20%)*
- 4- Questionários (individuais) a realizar no final das aulas (10%)*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The continuous component of the evaluation will have a weight of 70% and the final exam (which will cover all the subjects taught in the course) of 30%. The continuous component will comprise:

- 1 - Case study (carried out in group): video production (10 min), oral presentation (15 min), discussion and written report (30%)*
- 2- Short reports (individual) on the study visits/seminars, which will include e.g. contact with clinicians, industry and disinfection and/or sterilization services of biomaterials (10%)*
- 3- Report of laboratory work (carried out in group) (20%)*
- 4- Questionnaires (individual) to be completed at the end of classes (10%)*

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

A metodologia de ensino foi concebida de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A realização de estudos de caso e trabalho laboratorial permitirá aos alunos tomarem conhecimento de diferentes situações/aplicações reais e entender o processo de desenvolvimento de novos materiais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodology was designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. The discussion of case studies and laboratory work will allow students to become aware of different real situations / applications and understand the process of developing new materials.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introduction to Biomaterials: Basic Theory with Engineering Applications, C. Mauli Agrawal, Joo L. Ong, University of Texas, Mark R. Appleford, Gopinath Mani, 2014, Cambridge University Press; Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine, Buddy Ratner Allan Hoffman Frederick Schoen Jack Lemons, 2012, Elsevier Academic Press

Mapa IV - Modelação em Engenharia de Materiais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Modelação em Engenharia de Materiais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Modelling in Materials Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

PMME

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

24.5TP

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist12896, Augusto Manuel Moura Moita de Deus, 24,5h TP

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

O aluno deverá adquirir competências: na modelação de fenómenos e processos em Ciência e Engenharia de Materiais (CEM), usando em particular o método dos elementos finitos; de utilização de software especializado no âmbito da CEM; no desenvolvimento e utilização de modelos computacionais como ferramenta de projecto; de compreensão da importância duma abordagem de modelação, em comparação com as abordagens teórica e experimental, seja por exemplo como ferramenta de visualização e de auxílio à compreensão dos fenómenos, seja como ferramenta de simulação de ensaios ou do processamento de materiais.

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

The student should acquire skills in the following domains: modeling of phenomena and processes typical of Materials Science and Engineering (MSE), especially by the use of the finite element method; use of specialized software in the context of MSE; development and utilization of computational models as design tools; understanding the importance of a modeling approach, in comparison with a theoretical and experimental one, either as a visualization tool or an aid in the comprehension of phenomena, or as a simulation tool in regards to materials testing or processing.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

***1. Introdução à modelação em ciência e engenharia de materiais. Definição de modelo. Modelação e simulação. Abordagem de Ashby. Simplificação de modelos e análise de escalas (scaling).
2. O método dos elementos finitos. Introdução. Resolução de problemas unidimensionais de valores de fronteira. Formulação fraca de Galerkin. Elementos unidimensionais. Elementos lineares e quadráticos. Conectividade. Problemas bidimensionais, tridimensionais. Problemas transientes. Integração numérica, variáveis naturais. Aproximação da geometria. Formulação isoparamétrica. Erro numérico. Uso de software comercial ou livre (GPL). Trabalho computacional.
3. Outras técnicas de modelação. Redes neuronais. Introdução. Aprendizagem supervisionada. Treino.validação e generalização. Backpropagation. Aplicações. Tópicos avançados: método dos elementos de fronteira, métodos meshless; optimização e problemas inversos.***

4.4.5. Syllabus:

***1. Introduction to modeling in materials science and engineering. Definition of model. Modeling and simulation. Ashby's approach. Model simplification and scaling analysis.
2. The finite element method. Introduction. Resolution of one-dimensional boundary value problems. Galerkin weak form. One-dimensional elements. Linear and quadratic elements. Connectivity. Two-dimensional and three-dimensional problems. Transient problems. Numerical integration, natural variables. Approximation of geometry. Isoparametric formulation. Numerical error. Use of commercial and GPL software. Computational work.
3. Other modeling techniques. Neural networks. Introduction. Supervised learning. Training, validation and generalization. Backpropagation. Applications. Advanced topics: boundary element method, meshless methods; optimization and inverse problems.***

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% da classificação do exame final (nota mínima: 9,5) + 20% da classificação dos trabalhos práticos feitos nas aulas + 30% da classificação do trabalho computacional (nota mínima: 9,5), envolvendo o uso aprofundado de um software de elementos finitos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% of final exam grade (minimum: 9,5) + 20% of classwork + 30% of computational work (minimum: 9,5), featuring an in-depth use of a finite element software.

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

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

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Numerical Modeling in Materials Science and Engineering", Rappaz, Michel, Bellet, Michel, Deville, Michel, 2003, Springer; "Introduction to the Finite Element Method", J. N. Reddy, 2019, McGraw-Hill. ; "Neural Networks and Learning Machines", Simon O. Haykin, 2009, Pearson

Mapa IV - Materiais Funcionais**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Materiais Funcionais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Functional Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QFMN

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0 (35TP + 14PL)

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist126811, António Cândido Lampreia Pereira Gonçalves, 7h TP+ 2,8 PL

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist12589, Luís Filipe Silva dos Santos, 7h TP + 2,8h PL

ist13287, Maria Amélia Martins de Almeida, 7h TP + 2,8h PL

ist419033, Ana Maria de Matos Charas, 7h TP + 2,8h PL

ist25358, Elsa Maria Simões Branco Lopes, 7h TP + 2,8h PL

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

Pretende-se que os alunos alarguem as suas perspectivas e conhecimentos em novos tipos de materiais, com diferentes funcionalidades eventualmente alteráveis através de estímulos externos, e que se encontram em diversas fases de desenvolvimento ou aplicação, no sentido de ampliar a sua cultura científica e tecnológica numa perspectiva de futuro.

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

It is intended that students expand their perspectives and knowledge in new types of materials, with different functionalities that can eventually be changed through external stimuli, and that are in different stages of development

or application, in order to enlarge their scientific and technological culture towards the future.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Esta UC tem uma estrutura modular que reflete a diversidade de competências em ciência e tecnologia de materiais existentes no IST. Incluirá um conjunto de aulas introdutórias e diversos módulos sobre materiais com funcionalidades específicas, escolhidos entre os tópicos indicados. Cada módulo será leccionado por um especialista convidado.

Estrutura: Introdução. O que são materiais funcionais? Funcionalidades e aplicações. Módulos.

Exemplos Módulos de Materiais Funcionais: ópticos; para electrónica, optoelectrónica e spintrónica; termoeléctricos; piezoeléctricos e ferroeléctricos; magnéticos; com memória de forma; funcionalização de superfícies; supercondensadores; fotovoltaicos; ultraduros; para ambientes extremos (barreiras térmicas, ultra-alta temperatura, altamente corrosivos, altas pressões, etc.).

Tipos de aplicações: energia, fissão e fusão nucleares, defesa, aeroespacial, sensores e actuadores, informática, etc.

4.4.5. Syllabus:

This UC has a modular structure, which reflects the diversity of skills in science and technology of materials that exists at IST. It will include a set of introductory classes and several modules on materials with specific functionalities, chosen from the topics indicated. Each module will be taught by a guest specialist.

Structure: Introduction. What are functional materials? Features and applications. Modules.

Examples of Functional Material Modules: optical; for electronics, optoelectronics and spintronics; thermoelectric; piezoelectric and ferroelectric; magnetic; with shape memory; functionalization of surfaces; supercapacitors; photovoltaic; ultra-hard; for extreme environments (thermal barriers, ultra-high temperature, highly corrosive environments, high pressures, etc.).

Types of applications: energy, nuclear fission and fusion, defense, aerospace, sensors and actuators, information technology, etc.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

i) exame final e ii) relatório sobre o trabalho experimental de preparação/ensaio de um material específico à escolha, realizado em grupos de 2/3 estudantes.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

i) final exam and ii) report on the experimental work of preparing/testing a specific functional material, carried out in groups of 2/3 students.

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

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

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principles of Electronic Materials and Devices, S.O. Kasap, 2006, 3rd ed., McGraw Hill New York; Optoelectronics and Photonics: Principles and Practices, S.O. Kasap, 2001, Prentice Hall New Jersey; Optical Materials, J.H. Simmons and

K.S. Potter, , 2000, Academic Press New York

Mapa IV - Dissertação em Engenharia de Materiais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Dissertação em Engenharia de Materiais

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Thesis on Materials Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
Diss

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
840.0

4.4.1.5. Horas de contacto:
28.0 OT

4.4.1.6. ECTS:
30.0

4.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:
<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
ist11941, Maria Emília da Encarnação Rosa, 14h OT

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
ist13296, José Paulo Sequeira Farinha, 14h OT

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
A dissertação é um projeto com a duração de um semestre enquadrável em uma de três modalidades: 1. Tese científica, 2. Projeto em empresa e 3. Projeto SCOPE. Os objetivos de aprendizagem dependerão do projeto de tese específico, mas, em geral, os estudantes deverão:

- *aplicar os conhecimentos adquiridos no mestrado no desenvolvimento de um projeto científico, tecnológico ou de gestão.*
- *estender os seus conhecimentos a áreas não cobertas no mestrado necessárias para desenvolver o projecto de tese.*
- *pesquisar, obter, compilar e resumir informações (científicas, técnicas, legislação, entrevistas, inquéritos) relevantes para o projeto.*
- *planear e executar experiências, analisar e interpretar dados, desenvolver modelos matemáticos, realizar simulações em computador.*
- *desenvolver competências intrapessoais, interpessoais e de pensamento crítico e inovador. - escrever e apresentar oralmente e discutir uma dissertação.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The dissertation is a semester-long project or study that may fall within one of three modalities: 1. Scientific thesis, 2. Company project and 3. SCOPE project. Learning objectives will depend on the specific thesis project, but in general students should:

- *apply the knowledge acquired during their degree to undertake a project of a scientific, technological or management*

nature.

- *extend their knowledge to areas not covered in the Master course that are required to meet the dissertation challenge.*
- *search, obtain, compile and summarize information (scientific, technical, legislation, interviews, polls) relevant to the project.*
- *plan and execute experiments, analyse and interpret data, develop mathematical models, perform computer simulations.*
- *develop Critical and Innovative Thinking, Intrapersonal and Interpersonal Skills. - write and orally present and discuss a dissertation document*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

A dissertação é definida inicialmente pelos orientadores ou sob orientação dos mesmos. A dissertação pode ser realizada no IST ou fora do IST (universidades, centros de investigação ou empresas, em Portugal ou no exterior). As seguintes modalidades são possíveis:

1. *Tese científica: uma análise profunda e academicamente rigorosa de um desafio científico, tecnológico ou da área de gestão. Pode incluir trabalho experimental e/ou computacional.*
2. *Projeto em empresa: projeto individual focado num desafio específico apresentado pela empresa anfitriã que requer uma solução ou análise vocacionada para uma implementação a curto prazo.*
3. *Projeto SCOPE: trabalho em equipa multidisciplinar com base em problemas/desafios reais e complexos apresentados por empresas ou instituições e que exigem contribuições de alunos de diferentes cursos do IST/ULisboa.*

4.4.5. Syllabus:

The dissertation is initially defined by the supervisors or under the supervisor's guidance. The dissertation can take place at IST or outside IST (universities, research centers or companies, in Portugal or abroad). The following modalities are possible:

1. *Scientific thesis: an in-depth and academically rigorous analysis of a scientific, technological or management challenge. May include experimental and/or computational work.*
2. *Company project: individual project focused on a specific challenge posed by a host company that requires a solution or analysis targeted for short term implementation.*
3. *SCOPE project: multidisciplinary team work based on real and complex problems/challenges posed by companies or other institutions that require inputs from students from different courses of IST or the University of Lisbon.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Avaliação do desempenho do aluno, avaliação do documento de dissertação e apresentação/discussão pública frente a um júri de acordo com as normas das legislação portuguesa.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Assessment of the student performance, evaluation of the dissertation document and public presentation and discussion by a jury according to the rulings of the portuguese legislation.

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

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

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Depende do tópico da dissertação., ----, ----,

Mapa IV - Tecnologia de Superfícies e Revestimentos**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Tecnologia de Superfícies e Revestimentos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Surface and Coatings Technology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0 (28 TP + 21 PL)

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist13287, Maria Amélia Martins de Almeida, 14h TP + 10,5h PL

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist12575, João Carlos Salvador Santos Fernandes, 14h TP + 10,5h PL

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

Pretende-se que o aluno adquira conhecimentos sobre os principais tipos de tratamentos de superfície e revestimentos para proteção da degradação superficial de materiais, sobre as respetivas tecnologias e respectivos campos típicos de aplicação.

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

The student should acquire knowledge on the main types of surface treatments and coatings to protect materials from surface degradation, and on the respective technologies and typical fields of application.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Princípios da Engenharia de Superfícies.

Modificação de superfícies. Topografia: Polimento e Texturização superficial; Microestrutura: endurecimento superficial; Composição Química: tratamentos termoquímicos, implantação iónica e formação de ligas superficiais (alloying).

Revestimentos. Preparação de superfícies. Revestimentos orgânicos: tintas e vernizes; proteção por pintura; constituição e mecanismos de secagem da tinta; sistemas de pintura. Métodos de aplicação. Outros revestimentos orgânicos. Revestimentos inorgânicos: Electrodeposição, Imersão, Difusão, Deposição química, Projecção térmica,

Cladding. Deposição de filmes finos. Métodos físicos de deposição em fase vapor: evaporação, sputtering, técnicas assistidas por plasma. Métodos químicos de deposição em fase vapor, técnicas assistidas por plasma. Tratamentos de conversão química (fosfatação, cromatação) e anodização (anodização do Al, características dos óxidos anódicos, selagem e coloração). Selecção de revestimentos.

4.4.5. Syllabus:

Principles of Surface Engineering.

Surface treatment. Modification of topography: Polishing and surface texturing; Modification of Microstructure: surface hardening; Modification of Chemical Composition: thermochemical treatments, ion implantation and surface alloying. Coatings. Surface preparation. Organic coatings: paints and varnishes; paint protection; paint constitution and drying mechanisms; paint systems. Application methods. Other organic coatings. Inorganic coatings: Electrodeposition, Immersion, Diffusion, Chemical deposition, Thermal projection, Cladding. Thin film deposition. Physical vapor deposition methods: evaporation, sputtering, plasma assisted techniques. Chemical vapor deposition methods, plasma assisted techniques. Chemical conversion treatments (phosphating, chromating) and anodizing (Al anodizing, anodic oxide characteristics, sealing and coloring. Coatings selection.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

In view of the learning objectives of the UC, described in 4, any specialist in the subject will be able to see that all the points of the syllabus, described in 5, aim to provide students with the knowledge and skills necessary for their fulfillment and the acquisition of those objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos em aulas teórico-práticas que incluirão a resolução de problemas de aplicação prática e na realização de trabalhos experimentais em laboratório.

As metodologias de ensino visam fomentar uma aprendizagem baseada na abordagem de problemas reais, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo, o desenvolvimento de competências transversais e a responsabilização do estudante.

O modelo de avaliação inclui uma forte componente de avaliação contínua (50%) no âmbito da aprendizagem ativa (trabalhos práticos com realização de relatórios, apresentação oral e discussão) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exame final (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodology will be based on the transfer of concepts in theoretical-practical classes that will include solving practical problems and carrying out experimental work in the laboratory.

Teaching methodologies aim to foster learning based on the approach of real problems, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work, the development of the student's transversal skills and accountability.

The assessment model includes a strong component of continuous assessment (50%) in the context of active learning (practical work with reporting, oral presentation and discussion), compatible with a significant reduction in the weight of assessment by final exam (50%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva da análise, resolução e desenvolvimento de trabalhos práticos de aplicação. Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. Esta abordagem permitirá também o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of analysis, resolution and development of practical application work. Teaching methods have been designed so that students can develop comprehensive knowledge on the topic, ensuring compliance with the objectives of the course. This approach will also allow leveling the knowledge of students with different backgrounds.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principles and Prevention of Corrosion, D.A. Jones, 2nd Edition 1996, Prentice Hall

Engineering Coatings: design and application, S. Grainger and J. Blunt, 2nd Edition 1998, Abington Publishing

Introduction to Surface Engineering, P. Dearnley, 2017, Cambridge University Press
Advanced Techniques for Surface Engineering, Wolfram Gissler, Hermann A. Jehn, 1992, Springer Science+Business Media B.V.

Mapa IV - Tecnologia de Materiais Cerâmicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tecnologia de Materiais Cerâmicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Technology of Ceramic Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QFMN

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

24.5 (14TP + 10,5PL)

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist12456, Maria Clara Henriques Baptista Gonçalves, 11,2h TP + 8,4h PL

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist12589, Luís Filipe Silva Santos, 2,8h TP + 2,1h PL

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

É objectivo da disciplina é o ensino de Cerâmicos e de Vidros Inorgânicos do ponto de vista da sua produção. Pretende-se que os alunos se dominem conceitos base que compreendem o conhecimento de matérias primas naturais e de síntese, reologia de suspensões e de pastas cerâmicas, e operações unitárias de conformação, secagem, acabamento, e sinterização (relativamente aos Cerâmicos). E preparação de matérias primas, fusão, afinagem, acondicionamento térmico, processos de conformação e recozimento (no caso de Vidros Inorgânicos).

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

The objective of the course is the teaching of Ceramics from the point of view of its production. It is intended that students skilled basic concepts that include knowledge of natural and synthetic raw materials, rheology of suspensions and ceramic pastes, and unit operations for forming, drying, finishing, and sintering. And preparation of raw materials, melting, thermal conditioning, forming and annealing processes (in the case of Inorganic Glasses).

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Tecnologia de Cerâmicos
Sector nacional e europeu da indústria cerâmica.
Matérias primas naturais - estrutura, propriedades.

Síntese de pós cerâmicos - precipitação, co-precipitação, sol-gel, solvotermal.

Caracterização de pós - tamanho, forma, densidade, estrutura poros, área superficial, potencial zeta.

Reologia de suspensões e de pastas cerâmicas - flocculantes, coagulantes, ligantes, plastificantes, lubrificantes. Teoria DLVO. Propriedades reológicas, determinação de viscosidade.

Operações unitárias de:

Conformação (vazamento de suspensão, filtroprensagem, prensagem isostática, prensagem quente, impressão 3D)

Secagem

Acabamento

Sinterização

Tecnologia de Vidros Inorgânicos

Sector nacional e europeu da indústria de vidro.

Matérias primas

Fusão

Afinagem e acondicionamento térmico

Processos de conformação

Recozimento

Defeitos em Vidro

4.4.5. Syllabus:

Ceramic technology

National and European ceramic industrial sectors

Natural raw materials - structure, properties

Synthesis of ceramic powders - precipitation, co-precipitation, sol-gel, solvothermal

Characterization of ceramic powders - size, shape, density, pore structure, surface area, zeta potential

Rheology of suspensions and ceramic pastes - flocculants, coagulants, binders, plasticizers, lubricants. DLVO theory.

Rheological properties, determination of viscosity.

Unit operations of:

Forming (slip casting, filter pressing, isostatic pressing, hot pressing, 3D printing)

Drying

Finishing

Sintering

Inorganic Glass Technology

National and European glass industrial sectors

Natural raw materials

Glass melting

Thermal conditioning

Forming processes

Annealing

Glass defects

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Três projectos (a realizar por Grupos de 3 estudantes):

1- Estudo de caso (5 val. em 20 val) - com apresentação oral e discussão

2-Trabalho laboratorial (5 val. em 20 val.).

3- Relatório de visitas a instalações industriais (2.0 val. em 20 val.).

Exame final (8 val. em 20 val)

Um valor mínimo de 2.5 , 2.5 e 1 é necessário nos Projectos 1, 2 e 3, respectivamente, para obter aprovação na UC.

Nota mínima de 4 valores no exame final.

Visitas a unidades fabris são obrigatórias.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Three projects (made by Groups of 3 students):

1- Case study (5 val. out of 20 val) - with oral presentation and discussion

2- Laboratorial (5 val. out of 20 val.).

3- Industrial visits report (2.0 val. out of 20 val.).

Final Exam (8.0 out of 20 val)

A minimum grade of 2.5 , 1 and 1 values is required for Project 1, 2 and 3, respectively, in order to obtain a passing grade on the course. Minimum of 4 is required in the final Exam.

Industrial visits are mandatory.

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

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

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Materials Chemistry of Ceramics, Hojo Junichi (Eds), 2019, Springer. ISBN 978-981-13-9935-0; Advanced Ceramic Technologies & Products , Yoshihiko Imanaka, 2012, The Ceramic Society of Japan. ISBN 978-4-431-54108-0; Advanced Ceramic Processing and Technology, Jon G.P. Biner, 2000, ISBN: 9780815512561 eBook ISBN: 9780815516033 ; Ceramics and Glasses, V4 Engineered Materials Handbook, Samuel J. Schneider, Jr. (Volume Chairman), 2017, ASM International The Materials Information Society. ; New Technologies in Glass, Vanessa Cutler, 2012, Vanessa Cutler; The Complete Book on Glass Technology, NPCS Board, 2008, Asia Pacific Business Press.; El Vidrio, JM Navarro, 2003, Consejo Superior de Investigaciones Científicas Fundación Centro Nacional del Vidrio

Mapa IV - Desenvolvimento de Novos Produtos**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Desenvolvimento de Novos Produtos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

New Product Development

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EPP

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

24.5TP

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist45873, Ana Clara Lopes Marques, 24,5h TP

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

O objectivo último da disciplina é qualificar engenheiros para liderar processos eficazes e eficientes de desenvolvimento de novos produtos em empresas viradas para o mercado consumidor, e.g. empresas químicas ou agro-alimentares, de embalagens, estruturas, etc. Esta unidade curricular irá facilitar a aprendizagem das diversas etapas do processo de desenvolvimento de um novo produto, nomeadamente a iniciação, design, desenvolvimento e exploração, bem como facilitar a aprendizagem das ferramentas matemáticas e estatísticas que potenciam uma abordagem sistemática e eficaz, incluindo o entendimento do modo como o cérebro humano funciona, aprecia produtos e toma decisões sobre eles.

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

The ultimate goal is qualifying engineers to lead new product development in varied companies, such as chemical and agro-food companies, packaging, structures, etc., with efficiency and efficacy. This curricular unit addresses the varied steps involved in the process of new product development, namely initiation, design, development and exploitation, including the learning of mathematical and statistical tools that underpin a systematic and effective approach, including the understanding of how the human brain functions, assesses products and takes decisions about them.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Introdução: definição de design e desenvolvimento de produto e sua importância.*
- *Iniciação: categorias de produtos, identificação das necessidades, técnicas de QFD e HoQ, procedimentos de design de produto.*
- *Design: especificações alvo do produto, criação, seleção e proteção do conceito.*
- *Desenvolvimento: formulação do produto, otimização com validação do produto pelo cliente, fluxograma do processo de produção, especificações finais do produto, estudo económico, equipamento do processo, scale-up.*
- *Exploração: organização do mercado, previsão de fluxos financeiros, técnicas de venda, planeamento de produtos futuros.*
- *Métodos estatísticos para análise de respostas e comportamentos do consumidor.*

Os conteúdos e ilustração de exemplos na UC serão dinâmicos e adaptados ao background dos alunos inscritos.

4.4.5. Syllabus:

- *Introduction: definition of product design and development and its importance.*
- *Initiation: product categories, needs identification, QFD and HoQ techniques, product design procedures.*
- *Design: product target specifications, concepts creation, selection and protection.*
- *Development: product formulation, product optimization, internal and external validation, production process fluxogram, product final specifications, economical study, process equipment, scale-up.*
- *Exploitation: market organization, cash flow forecast, selling techniques, future product planning*
- *Statistical methods for the customers' replies and behaviour analysis.*

The contents and examples' illustration employed in the curricular unit will be dynamic and adapted to the background of the enrolled students.

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina aplica o conceito de aprendizagem por resolução de problemas (problem-based learning) e elaboração de projeto (project-based learning). Grupos de 4 elementos, cada um alocado ao estudo de investigação, produção, marketing e vendas com foco no estudo de desenvolvimento de um produto à sua escolha. Mais especificamente:

- a) aulas TP com discussão de conceitos ilustrados por problemas aplicados que geram trabalhos qualitativos (20%);**
- b) trabalho em grupo onde se constrói uma HoQ e uma matriz conceitos-critérios para casos de estudo específicos (Trabalho A, 20%);**
- c) projeto multidisciplinar em grupo, com apresentação escrita e apresentação oral relativo ao design e desenvolvimento do produto selecionado (Trabalho B, 60%);**

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course applies the concept of problem-based learning and project-based learning. Groups of 4 elements, each allocated to research, production, marketing and sales, focusing at the development of a new product of their choice.

More specifically:

- a) TP classes with discussion of concepts illustrated by applied problems that generate qualitative works (20%);**
- b) group work in which a HoQ and a concept-criteria matrix are built for specific case studies (Work A, 20%);**
- c) multidisciplinary project (group work), with written presentation and oral presentation regarding the design and development of the selected product (Work B, 60%);**

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

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

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Chemical Product Design, E.L. Cussler, G.D. Moggridge, 2011, (Cambridge Series in Chemical Engineering) 2nd Edition, Cambridge University Press (ISBN: 9781139035132); Product Design & Development, K.T. Ulrich, S.D. Eppinger, 2008, 5th Edition, McGraw-Hill (ISBN: 9780073404776); Kansei/Affective Engineering (Industrial Innovation Series), Mitsuo Nagamachi (Ed), 2010, 1st Edition. CRC Press (ISBN: 9781439821336); Diapositivos em formato PowerPoint de resumo do material apresentado, incluindo notas explicativas em cada diapositivo, preparados pela docente.

4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem

4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:

Várias estratégias estão previstas (ver 4.7) e muitas já foram implementadas, nomeadamente:

- introdução/reforço de UCs baseadas em Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on, com um maior envolvimento dos estudantes na sala de aula e em processos de avaliação mútua e feed-back;**
- reforço da utilização de ferramentas e plataformas digitais (e.g. mooc.tecnico.ulisboa.pt) que permitem um feedback instantâneo, assim como aprendizagem à distância e avaliação;**
- integração de estudantes em projectos interdisciplinares/multidisciplinares, em institutos de investigação e/ou empresas, a nível do 2º ciclo e das dissertações de mestrado;**
- creditação de actividades extracurriculares, valorizando projectos multidisciplinares, organização de jornadas, cursos/ estágios de Verão, etc, que permitem o desenvolvimento de competências transversais;**
- reforço da avaliação continua com a redução (< 50%) do peso da avaliação por exames.**

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

Several strategies are foreseen (see 4.7) and many have already been implemented, namely:

- introduction / reinforcement of UCs based on Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on, aiming at a greater involvement of students in the classroom in mutual evaluation processes and feed-back;**

- reinforcement of the use of digital tools and platforms (e.g. mooc.tecnico.ulisboa.pt) that allow instant feedback, as well as e-learning and evaluation;
- integration of students in interdisciplinary / multidisciplinary projects, in research institutes and / or companies, at the level of the 2nd cycle and master's dissertations;
- accreditation of extracurricular activities, namely, multidisciplinary projects, organization of days, summer courses / internships, etc., which allow the development of transversal skills;
- reinforcement of continuous assessment with the reduction (<50%) of the weight of the evaluation by exams.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:

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

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

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

4.5.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Em julho de cada ano são efectuadas reuniões de coordenação dos vários cursos, de forma a calendarizar o trabalho exigido aos estudantes ao longo dos semestres lectivos e dos períodos de avaliação, pretendo-se distribuir o trabalho dos estudantes ao longo do tempo, dando-se especial ênfase à aprendizagem contínua. Esta calendarização atempada permite ao estudante planear o seu ano lectivo/semestre, potenciando o sucesso escolar. No âmbito do preenchimento dos inquéritos QUC (Qualidade das Unidades Curriculares) os estudantes têm de preencher um bloco de questões específicas relativo à aquisição e/ou desenvolvimento de competências obtidas no âmbito de cada UC, que inclui perguntas sobre o desenvolvimento de conhecimentos e compreensão das matérias, bem como a melhoria da capacidade de aplicação de conhecimentos de forma autónoma e de desenvolvimento do sentido crítico na utilização prática das mesmas.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

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

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

Existem diversas UCs do MEMat que proporcionam aos estudantes a participação em atividades de investigação, através da realização de monografias e da sua participação em trabalhos experimentais realizados em ambiente laboratorial, com a posterior elaboração de relatórios e a respetiva discussão dos resultados obtidos.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

There are several courses of the MEMat program that provide students with participation in research activities, through the elaboration of monographs and their participation in experimental work carried out in a laboratory environment, with the subsequent preparation of reports and the discussion of the results obtained.

4.6. Fundamentação do número total de créditos ECTS do ciclo de estudos

4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL n.º 74/2006, de 24 de março, com

a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto:

Tendo em consideração que a normativa legal aponta para uma formação de 2º ciclo no ensino universitário entre 90 e 120 créditos ECTS, e considerando os objectivos definidos para o 2º ciclo (Mestrado) em Engenharia de Materiais, entendeu-se estabelecer, à semelhança de outros ciclos similares da unidade orgânica, um total de 120 créditos ECTS, decorrendo ao longo de quatro semestres lectivos.

4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018, of August 16th:

Given that the legal regulation points to a formation of the 2nd cycle university course between 90 and 120 credits ECTS, and considering the established objectives for 2nd cycle (Master) in Materials Engineering, it was decided to establish, like to other similar cycles of the organic unities, a total of 120 ECTS, elapsing over four semesters.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

O Instituto Superior Técnico tem um padrão para a definição de ECTS nas unidades curriculares de todos os seus ciclos de estudo, e recentemente, uma reflexão e discussão aprofundada na escola conduziu a uniformização da oferta de UC de 12, 9, 6 e 3 ECTS.

Alterações específicas a esse padrão são analisadas caso a caso pelo Conselho Científico mediante proposta das coordenações de curso.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

IST has a pattern to define the ECTS for the course units of all its study cycles, and recently, in-depth reflection and discussion in the school has led to the standardization of the UC offer of 12, 9, 6 and 3 ECTS.

Specific amendments to that pattern are analyzed on a case-by-case approach at the request of the Scientific Board on a proposal from the course coordinators.

4.7. Observações

4.7. Observações:

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

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

Informação mais detalhada sobre algum destes aspectos poderá ser disponibilizada e consultada em: Relatório CAMEPP e documento PERCIST.

4.7. Observations:

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

The main measures that are going to be implemented, and that were incorporated in IST's 1st and 2nd cycle courses, are presented here in a generic way:

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

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

5. Corpo Docente

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

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

*Maria Emília da Encarnação Rosa, Professora Associada, Departamento de Engenharia Mecânica (DEM) - IST
José Paulo Sequeira Farinha, Professor Associado, Departamento de Engenharia Química (DEQ) - IST*

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

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

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
José Jorge Lopes da Cruz Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA METALURGICA E DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
Elsa Maria Simões Branco Lopes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física	100	Ficha submetida
Paulo Jorge Matos Fernandes Martins Ferreira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia e Ciência dos Materiais	100	Ficha submetida
Marco Alexandre De Oliveira Leite	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Líderes para indústrias tecnológicas	75	Ficha submetida
Pedro Miguel Gomes Abrunhosa Amaral	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA DE MATERIAIS	100	Ficha submetida

Luís Manuel Guerra da Silva Rosa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Ana Maria de Matos Charas	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Ana Paula Valagão Amadeu do Serro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	Ficha submetida
Inês da Fonseca Pestana Ascenso Pires	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Ermelinda Maria Sengo Maços	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	QUIMICA	0	Ficha submetida
Paulo Miguel Nogueira Peças	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
António Cândido Lampreia Pereira Gonçalves	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Carlos Miguel Calisto Baleizão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	Ficha submetida
João Carlos Salvador Santos Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Luís Filipe Da Silva dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
Maria Teresa Nogueira Leal da Silva Duarte	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Augusto Manuel Moura Moita de Deus	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Paulo António Firme Martins	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Maria Amélia Martins de Almeida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Maria Clara Henriques Baptista Gonçalves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA METALURGICA E DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
Ana Clara Lopes Marques	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciência e Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
José Paulo Sequeira Farinha	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria Emília Da Encarnação Rosa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA METALURGICA E DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
Fernanda Maria Ramos da Cruz Margarido	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA METALURGICA E DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
António Manuel Relógio Ribeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
José Carlos Garcia Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
Maria do Rosário Gomes Ribeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Alves da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Tecnologia Mecânica e Gestão Industrial	100	Ficha submetida
				2675	

<sem resposta>

5.4. Dados quantitativos relativos à equipa docente do ciclo de estudos.

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

5.4.1.1. Número total de docentes.

5.4.1.2. Número total de ETI.

26.75

5.4.2. Corpo docente próprio - Docentes do ciclo de estudos em tempo integral**5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral.* / "Full time teaching staff" – number of teaching staff with a full time link to the institution.***

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 teaching staff with a full time link to the institution:	26	97.196261682243

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor**5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor* / "Academically qualified teaching staff" – staff holding a PhD***

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem / Percentage
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	26.75	100

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado**5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / "Specialised teaching staff" of the study programme.**

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	26.75	100
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0	0

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.**5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente. / Stability and development dynamics of the teaching staff**

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	26	97.196261682243
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0	0

Pergunta 5.5. e 5.6.**5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.**

A avaliação do desempenho do pessoal docente do IST assenta no sistema multicritério definido no "Regulamento de Avaliação de Desempenho dos

Docentes do Instituto Superior Técnico" (Despacho n.º 3855/2017, DR 2ª série, n.º 88 de 8 de maio de 2017, que actualiza o Despacho n.º 262/2013, DR, 2.ª série, n.º 4, de 7 de janeiro de 2013, e o despacho n.º 4576/2010, DR 2ª Série, n.º 51 de 15 de março), sendo aplicado a cada docente individualmente e é aplicado nos períodos estipulados por Lei.

Permite a avaliação quantitativa da atuação do pessoal docente nas diferentes vertentes, e reflete-se nomeadamente sobre a distribuição de serviço docente regulamentada pelo Despacho Reitoral n.º 8985/2011 (DR, 2ª Série, N.º 130 de 8 de julho).

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

Performance assessment of IST teaching-staff relies on the multi-criteria system defined in the "Regulations of Performance of IST Teaching-staff" (Rectoral Order 3855/2017 Government Journal 2nd Series, No 88 of May 8, that updates the Rectoral Order 262/2013 Government Journal 2nd Series, No 4 of January 7 and the Rectoral Order 4576/2010, Government Journal 2nd Series, No. 51 of 15 March), which is applied to each professor individually and for periods established under the law. It allows for the quantitative assessment of the performance of the teaching staff in different strands and is reflected particularly on the allocation of the teaching duties, which is governed by the Rectoral Order 8985/2011 (Government Journal, 2nd Series, No. 130 of 8th July).

5.6. Observações:

NA

5.6. Observations:

NA

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

A identificação dos funcionários não docentes (FND) afetos ao MEMat não é fácil de estabelecer porque a organização do IST prevê a afetação de FND a departamentos e não a cursos, estando muitos funcionários a dar apoio a diversos cursos. Os serviços de apoio ao MEMat dividem-se pela Área Académica, o Núcleo de Apoio ao Estudante (NAPE), a Direcção dos Serviços de Informática (DSI) e a Biblioteca.

Sendo o MEMat da responsabilidade dos Departamentos de Engenharia Mecânica (DEM) e de Engenharia Química (DEQ), o apoio administrativo é prestado por um funcionário em cada um destes departamentos, que, no entanto, não se dedicam a tempo inteiro ao MEMat, já que aqueles departamentos são responsáveis por vários cursos.

Em relação aos técnicos de laboratório: no DEQ, há um técnico de laboratório que se dedica exclusivamente ao ensino de Materiais (licenciatura e mestrado), enquanto que no DEM, há um técnico de laboratório que dá apoio a vários cursos

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

The identification of non-teaching staff (FND) assigned to MEMat is not easy to establish because the IST organization provides for the allocation of FND to departments and not to courses, with many employees supporting various courses. MEMat support services are divided by the Academic Area, the Student Support Center (NAPE), the Directorate of Computer Services (DSI) and the Library.

Since MEMat is the responsibility of the Departments of Mechanical Engineering (DEM) and Chemical Engineering (DEQ), administrative support is provided by an employee in each of these departments, who, however, are not dedicated full time to MEMat, since those are responsible for several courses.

In relation to laboratory technicians: in DEQ, there is a laboratory technician who is dedicated exclusively to the teaching of Materials (bachelor's and master's degree), while in DEM, there is a laboratory technician who supports several courses

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

A qualificação do pessoal não-docente de apoio ao MEMat é a seguinte:

Apoio administrativo - Licenciatura (DEQ) e 12º ano (DEM)
Técnicos de laboratório - 12º ano (DEQ e DEM)

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

The qualification of non-teaching staff supporting MEMat is as follows:
Administrative support - Bachelor's Degree (DEQ) and 12th year (DEM)
Laboratory technicians - 12th year (DEQ and DEM)

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

O IST implementa o SIADAP desde a sua criação jurídica, em 2004, tendo actualizado o funcionamento e os procedimentos, com as revisões do sistema de avaliação, em 2007 e em 2013. A avaliação integra os subsistemas:

- *de Avaliação do Desempenho dos Dirigentes da Administração Pública - SIADAP 2, aplicado em ciclos de três anos, consoante as comissões de serviço dos avaliados*
- *de Avaliação do Desempenho dos Trabalhadores da Administração Pública - SIADAP 3, com carácter bianual, a partir do ciclo de 2013-2014.*

Todo este processo foi desmaterializado e está disponível na plataforma de aplicações centrais do IST (.dot), sendo acedido pelos vários intervenientes (avaliadores, avaliados, Direcção de Recursos Humanos e dirigentes de topo) electronicamente. O processo PREVPAP vai permitir a integração de muitos colaboradores do técnico que não detinham um vínculo com a administração pública. Mais informação está disponível na página da DRH do IST na Internet.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

Active since it was legally created in 2004, IST has updated its functioning and procedures and reviewed the evaluation system in 2007 and 2013. The evaluation includes the following subsystems:

- *the System for Performance Assessment of the Senior Officials of the Public Administration (SIADAP 2), applied in three cycles, depending on the service commissions of those evaluated;*
- *the System for Performance Assessment of the Public Administration Employees (SIADAP 3), every two years, from 2013-2014. This process was dematerialized and is available on the central application form of IST (.dot). Access is made by the different actors (evaluators, evaluated, HR Division, and senior officials) electronically.*

The PREVPAP regulations will drive IST to integrate diverse members of non-academic staff in the Public Administration. Further information about Human Resources Division available at IST webpage.

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

Aulas teóricas e práticas: em salas de aula, no Campus Alameda do IST, dotadas de modernos recursos multimédia. Aulas laboratoriais de diversas disciplinas horizontais: nos laboratórios de ensino e investigação do DEQ, DEM, DF, DBE do IST.

Algumas das aulas de laboratório e de demonstração em UCs mais específicas: nos laboratórios de apoio a atividades de investigação e de prestação de serviços do IST, onde são disponibilizadas técnicas de caracterização avançada de materiais, grandes equipamentos de ensaio e medição, e equipamentos específicos de processamento de materiais. Os alunos terão acesso livre aos Laboratórios de Tecnologias de Informação (LTI) do IST (com todos os meios físicos e virtuais disponíveis, incluindo acesso à b-on, Web of Knowledge, software específico, etc), bem como a laboratórios computacionais, salas de estudo 24 horas, bibliotecas, etc.

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

Theoretical and practical lectures: in classrooms, at the Alameda Campus of IST, with modern multimedia resources. Laboratory classes of several horizontal disciplines: in the teaching and research laboratories of DEQ, DEM, DF, DBE of IST.

Some of the laboratory and demonstration classes in more specific UCs: in laboratories to support research activities and service provision of IST, where advanced characterization techniques of materials, large test and measurement equipment, and specific material processing equipment are available.

Students will have free access to IST Information Technology Laboratories (LTI) (with all available physical and virtual

resources, including access to b-on, Web of Knowledge, specific software, etc.), as well as computer labs, 24-hour study rooms, libraries, etc.

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

As salas de aula estão equipadas com datashow, internet sem fios, etc.

Os LTIs estão equipados com computadores, datashow, impressoras, plotters, e software específico (ex: CES Edupack, Ansys).

Os laboratórios de apoio às disciplinas da responsabilidade do DEQ incluem laboratórios de química geral, analítica, orgânica. Os laboratórios da responsabilidade do DEM incluem equipamentos de ensaios mecânicos e ensaios não-destrutivos, bem como equipamentos de processamento (enformação, soldadura, fundição, fabricação aditiva, etc). Os laboratórios da especialidade incluem preparação de materiais, diversas técnicas de caracterização microestrutural (DRX, microscopia ótica, espectroscopia de UV/visível), análise térmica. É ainda dado apoio em técnicas específicas através do Microlab (Unidade de Microscopia Eletrónica do IST) e do acesso a laboratórios de investigação (espectroscopias (Raman, FTIR, Auger, etc), deposição assistida por laser, filmes finos, electroquímica, reologia, desgaste, etc).

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

The classrooms are equipped with datashow, wireless internet, etc.

LTIs are equipped with computers, datashows, printers, plotters, and specific software (e.g. CES Edupack, Ansys).

Laboratories supporting DEQ's disciplines include general, analytical, organic chemistry laboratories. DEM's responsibility laboratories include mechanical testing and non-destructive testing equipment, as well as processing equipment (forming, welding, casting, additive manufacturing, etc.).

Materials specific laboratories include material preparation, various microstructural characterization techniques (XRD, optical microscopy, UV/visible spectroscopy), thermal analysis. It is also supported in specific techniques through Microlab (Electron Microscopy Unit of IST) and access to research laboratories (spectroscopies (Raman, FTIR, Auger, etc.), laser-assisted deposition, thin films, electrochemistry, rheology, wear, etc.).

8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.

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

8.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica / Research centre(s) in the area of the study programme where teaching staff develops its scientific activity

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Classification FCT	IES / HEI	N.º de docentes do CE integrados / Number of study programme teaching staff integrated	Observações / Observations
CeFEMA - Centro de Física e Materiais Avançados	Muito Bom	50	4	
CQE - Centro de Química Estrutural	Excelente	180	16	
C2TN - Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares	Muito Bom	85	1	
IN+ - Centro de Estudos em Inovação, Tecnologia e Políticas de Desenvolvimento	Excelente	53	1	
LAETA - Laboratório de Energia, Transportes e Aeronáutica / IDMEC	Excelente	105	10	

Pergunta 8.2. a 8.4.

8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/526aa6f8-fb34-823c-c88b-5e78d2c0c528>

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/526aa6f8-fb34-823c-c88b-5e78d2c0c528>

8.4. 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.

- PEGASUS – Plasma Enabled and Graphene Allowed Synthesis of Unique Nano Structures, Horizon 2020 FETOPEN-RIA-2017-1, Projeto 766894, 2017-2021.
- LaserRepair – Innovative system for repairing of sanitary glazes by localized application of laser energy, SI I&DT Projeto em Co-Promoção, Projeto 33545, 2018-2021
- POSTEJO 4.0: Innovation for Diversification and SI I&DT Projeto em Co-Promoção, Projeto 33523, 2018-2021
- NanoMMC – Atomistic simulation of metal matrix nanocomposites
- Microstructure design of magnetoelectric materials

8.4. List of main projects and/or national and international partnerships underpinning the scientific, technologic, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme.

- PEGASUS – Plasma Enabled and Graphene Allowed Synthesis of Unique Nano Structures, Horizon 2020 FETOPEN-RIA-2017-1, Project 766894, 2017-2021.
- LaserRepair – Innovative system for repairing of sanitary glazes by localized application of laser energy, SI I&DT Co-Promoted Projects, Project 33545, 2018-2021
- POSTEJO 4.0: Innovation for Diversification and Exportation, SI I&DT Co-Promoted Projects, Project 33523, 2018-2021
- NanoMMC – Atomistic simulation of metal matrix nanocomposites
- Microstructure design of magnetoelectric materials

9. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

9.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclo de estudos similares com base em dados oficiais:

Para a análise solicitada consideraram-se os dados relativos ao desemprego dos diplomados da DGEEC. Os dados mais recentes são relativos à situação em Junho de 2019 (Fonte: Caracterização dos desempregados registados com habilitação superior – junho de 2019 – Tabela Geral).

Para efeitos comparativos foi considerada a oferta formativa universitária de 2º ciclo de Mestrados congéneres e/ou similares. Os níveis de desemprego variam entre 1,6% e 4,7% demonstrando assim um nível baixo de desemprego nesta área de oferta formativa (Diplomados entre 2010 e 2018).

O actual Mestrado Integrado em Engenharia Materiais a funcionar no IST apresenta um desemprego de 2,9%.

Os dados internos do IST indicavam que a totalidade dos inquiridos diplomados deste Mestrado encontram-se a desempenhar actividade remunerada (Fonte: Inquérito anual à situação profissional dos recém-diplomados de 2º Ciclo do IST – Observatório de Empregabilidade do IST, 2019).

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

For the requested analysis, data on unemployment of DGEEC graduates were considered. The most recent data are related to the situation in June, 2019 (Source: Characterization of the unemployed registered with higher qualification - June, 2019 - General Table).

For comparative purposes, the university training offer of the 2nd cycle of similar Masters was considered.

Unemployment levels range from 1.6% to 4.7% thus demonstrating a low level of unemployment in this area of training supply (Graduates between 2010 and 2018).

The current Integrated Master's degree in Material Engineering operating at IST has an unemployment rate of 2.9%.

Internal IST data indicated that all the graduates of this Master's degree are performing paid activity (Source: Annual survey of the professional situation of 2nd Cycle graduates of IST - Employability Observatory of IST, 2019).

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

É de esperar que a capacidade de atração de alunos do novo Ciclo de Estudos venha a apresentar resultados semelhantes aos do Ciclo de Estudos actual (Mestrado Integrado).

Nos dois últimos anos letivos, houve 271 e 261 candidatos para as 25 vagas existentes. A % de candidatos que colocaram o actual Mestrado Integrado em 1ª opção aumentou de 9% (25) para 12% (32). A Nota Mínima de seriação foi nos dois últimos anos letivos 160,3, enquanto que a Nota Média de seriação se manteve nos 166,7. Comparando com as Notas Mínimas de seriação nas várias Universidades Portugueses que oferecem formação em Engenharia de Materiais, o IST apresenta a nota mais alta (Universidade do Porto – 157,8; Universidade Nova de Lisboa – 151,8; Universidade do Minho – 150,0; Universidade de Aveiro – 139,0).

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

It is to be expected that the attractiveness of students of the new Cycle of Studies will present results similar to those of the current Cycle of Studies (Integrated Master).

In the last two academic years, there have been 271 and 261 candidates for the 25 existing vacancies. The % of candidates who placed the current Integrated Master's degree in 1st option increased from 9% (25) to 12% (32). The Minimum Grade of seriality was in the last two academic years 160.3, while the Average Grade of seriality remained at 166.7. Comparing with the Minimum Serialgrades in the various Portuguese Universiades that offer training in Materials Engineering, IST presents the highest score (University of Porto - 157.8; New University of Lisbon - 151.8; University of Minho - 150.0; University of Aveiro - 139.0)

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:
Não existem parcerias específicas com outras instituições da região.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:
There are no specific partnerships with other institutions in the region.

10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:

Há ciclos de estudos em Engenharia de Materiais com estrutura e duração similares em diversas Universidades Europeias:

- *École Polytechnique Fédérale de Lausanne*
- *Grenoble Institute of Technology*
- *Karlsruhe Institute of Technology*
- *Aalto University*
- *Politecnico di Torino*
- *Universitat Politècnica de Catalunya*
- *Imperial College*
- *University of Manchester*

A análise das ofertas formativas nesta área em Universidades Europeias e Americanas de referência revela ainda que para além da formação em Engenharia de Materiais, são oferecidas formações mais especializadas (Materiais para Aeronáutica, Materiais para Energia Nuclear, Materiais Funcionais, Materiais para Biotecnologia e Medicina, Ma-teriais para Microeletrónica e Microtecnologia, etc).

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

There are cycles of studies in Materials Engineering with similar structure and dura-tion in several European Universities:

- *École Polytechnique Fédérale de Lausanne*
- *Grenoble Institute of Technology*
- *Karlsruhe Institute of Technology*
- *Aalto University*
- *Politecnico di Torino*
- *Universitat Politècnica de Catalunya*
- *Imperial College*
- *University of Manchester*

The analysis of training offers in this area in European and American reference Uni-versities also reveals that in addition to training in Materials Engineering, more spe-cialized training (Aeronautical Materials, Materials for Nuclear Energy, Functional Materials, Materials for Biotechnology and Medicine, Materials for Microelectronics and Microtechnology, etc.) are offered.

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Uma visão moderna da Engenharia de Materiais, perspetivando o futuro, requer uma abrangência de ideias, métodos e técnicas que pressupõe um elevado nível de interdisciplinaridade e abrangência. Este ciclo de estudos visa fornecer ao estudantes:

- *uma sólida formação básica nas mais diversas áreas da Engenharia de Materiais*
- *prática de análise de projetos de engenharia*
- *competências de expressão oral, escrita e de comunicação*
- *capacidade de tomar decisões racionais*

- *capacidades de gestão, planeamento, organização e trabalho em equipa*
 - *capacidades intelectuais de modo a que a aquisição de conhecimentos não se esgote no curso, mas se mantenha ao longo da vida*
 - *aptidões de adaptação às empresas e à sociedade*
 - *capacidade de integrar conceitos criativos e incorporá-los no projeto de produtos e processos.*
- Estes objetivos estão em perfeita consonância com os definidos nos cursos das melho-res Universidades Europeias.*

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

A modern vision of Materials Engineering, looking to the future, requires a comprehensive range of ideas, methods and techniques that presupposes a high level of interdisciplinarity and scope. This cycle of studies aims to provide students with:

- *a solid basic training in the most diverse areas of Materials Engineering*
 - *practice of analysis of engineering projects*
 - *oral, written and communication skills*
 - *ability to make rational decisions*
 - *management, planning, organisation and teamwork capabilities*
 - *intellectual capacities so that the acquisition of knowledge is not exhausted in the course, but remains throughout life*
 - *ability to adapt to businesses and society*
 - *ability to integrate creative concepts and incorporate them into the design of products and processes.*
- These objectives are fully aligned with those defined in the courses of the best Europe-an Universities.*

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<sem resposta>

11.2. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

<sem resposta>

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

<no answer>

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	--	--	--	--

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

- *Sólida formação em Engenharia de Materiais;*
- *Formação de espectro largo;*
- *Corpo docente altamente qualificado;*
- *Inserção num meio científico rico e diversificado que permite aos estudantes complementar e enriquecer a sua formação através da participação em projetos de I&D e programas de mobilidade inter-nacional;*
- *Forte componente laboratorial;*
- *Fomenta a capacidade de trabalho individual e em equipa;*
- *Estimula a criatividade e o espírito de iniciativa dos alunos;*
- *Incentiva a capacidade para (auto)aprendizagem ao longo da vida.*

12.1. Strengths:

- *Solid training in Materials Engineering;*
- *Broad spectrum formation;*
- *Highly qualified faculty;*
- *Insertion in a rich and diversified scientific environment that allows students to complement and enrich their training through participation in R&D projects and international mobility programs;*
- *Strong laboratory component;*
- *Promotes individual and teamwork capacity;*
- *Stimulates the creativity and spirit of initiative of students;*
- *Encourages the ability to (self)lifelong learning.*

12.2. Pontos fracos:

A atratividade do anterior 2º ciclo (Mestrado) em Engenharia de Materiais, anterior à criação do Mestrado Integrado em Engenharia de Materiais, não era elevada, o que pode condicionar a do novo Mestrado agora proposto

12.2. Weaknesses:

The attractiveness of the previous 2nd cycle (Master) in Materials Engineering, prior to the creation of the Integrated Master in Materials Engineering, was not high, which may condition that of the new Master's degree now proposed

12.3. Oportunidades:

- *Lançamento de um 2º ciclo (Mestrado) renovado como forma de aumentar a sua visibilidade entre os candidatos;*
- *Potenciar a elevada procura do 2º ciclo do Mestrado Integrado em Engenharia de Materiais (actual) por estudantes ERASMUS para fixar estes estudantes no novo 2º ciclo (Mestrado);*
- *Possibilidade dos Mestres em Engenharia de Materiais virem a desenvolver trabalho em diversas áreas, incluindo áreas emergentes, tais como ambiente, energia, nanotecnologia, novos materiais;*
- *Reconhecimento social da formação em Engenharia de Materiais conferida pelo IST;*

- Mercados globais e internacionalização

12.3. Opportunities:

- *Launch of a renewed 2nd cycle (Master's degree) as a way to increase its visibility among candidates;*
- *Enhance the high demand of the 2nd cycle of the Integrated Master in Materials Engineering (current) by ERASMUS students to fix these students in the new 2nd cycle (Master);*
- *Possibility of Masters in Materials Engineering to develop work in several areas, including emerging areas, such as environment, energy, nanotechnology, new materials;*
- *Social recognition of the training in Materials Engineering conferred by IST;*
- *Global markets and internationalization*

12.4. Constrangimentos:

- *Captação de alunos essencialmente regional / local;*
- *Existência na região de ciclos de estudo com formações concorrentes*

12.4. Threats:

- *Attracting essentially regional/local students;*
- *Existence in the region of study cycles with competing formations*

12.5. Conclusões:

O objetivo do 2º ciclo (Mestrado) em Engenharia de Materiais é a aplicação dos conhecimentos básicos de Ciência de Materiais ao desenvolvimento de produtos, formando Engenheiros com capacidade de conceção e de integração de conhecimentos na área dos Materiais.

O plano curricular proposto inclui UCs em que são abordadas as tecnologias das várias classes de materiais (metais, cerâmicos, polímeros e compósitos), pelo que o curso proporciona a formação de engenheiros com um perfil de espectro largo de conhecimentos em Ciência, Tecnologia e Engenharia de Materiais. Esta formação de espectro mais largo do que o da maioria dos 2ºs ciclos de estudos em Engenharia de Materiais existente no país, permite que os engenheiros formados no IST ingressem facilmente no mercado de trabalho nas mais diversas áreas de actuação da Engenharia de Materiais, no país e no estrangeiro.

O curso confere uma formação sólida em Engenharia de Materiais, permitindo aos Engenheiros de Materiais formados no IST desenvolver atividades num vasto leque de sectores económicos, que incluem empresas de engenharia, novas tecnologias, empresas metalúrgicas e metalomecânicas, indústria de polímeros, indústria de cerâmica e vidro, indústria de construção, certificação e garantia da qualidade, materiais para eletrónica, materiais avançados e biomateriais.

A formação que é conferida ao longo do curso também lhes permite uma elevada capacidade de adaptação a áreas de conhecimento e a tecnologias na Engenharia de Materiais emergentes tais como energia, nanotecnologia, novos materiais.

12.5. Conclusions:

The objective of the 2nd cycle (Master) in Materials Engineering is the application of basic knowledge of Materials Science to product development, training Engineers with the ability to design and integrate knowledge in the area of Materials.

The proposed curriculum includes UCs in which the technologies of the various classes of materials (metals, ceramics, polymers and composites) are addressed, so the course provides the training of engineers with a broad spectrum profile of knowledge in Science, Technology and Materials Engineering. This broader spectrum formation than that of most of the 2nd cycles of studies in Materials Engineering in the country, allows engineers trained in IST to easily enter the labor market in the most diverse areas of material engineering, at home and abroad.

The course provides a solid background in Materials Engineering, allowing materials engineers trained at IST to develop activities in a wide range of economic sectors, which include engineering companies, new technologies, metallurgical and metalworking companies, polymer industry, ceramics and glass industry, construction industry, certification and quality assurance, materials for electronics, advanced materials and biomaterials.

The training that is conferred throughout the course also allows them a high capacity to adapt to areas of knowledge and technologies in the Engineering of emerging materials such as energy, nanotechnology, new materials.