

NCE/13/01436 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

Apresentação do pedido

Perguntas A1 a A4

A1. Instituição de ensino superior / Entidade instituidora:

Atlântica - Escola Universitária de Ciências Empresariais, Saúde, Tecnologias e Engenharia

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

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

Atlântica - Escola Universitária de Ciências Empresariais, Saúde, Tecnologias e Engenharia

A3. Designação do ciclo de estudos:

Engenharia de Materiais

A3. Study programme name:

Materials Engineering

A4. Grau:

Licenciado

Perguntas A5 a A10

A5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Engenharia de Materiais

A5. Main scientific area of the study programme:

Materials Engineering

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

543

A6.2. Classificação da área secundária do ciclo de estudos (3 algarismos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:

<sem resposta>

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

<sem resposta>

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

180

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

3 anos (6 semestres)

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

3 years (6 semesters)

A9. Número de vagas proposto:

40

A10. Condições específicas de ingresso:

O ingresso no curso pode ser efectuado através do Regime Geral e ainda através de Concursos Especiais de Acesso, Regimes Especiais de Acesso e Regimes de Reingresso, Mudança de Curso e Transferência.

Os candidatos do regime geral devem satisfazer as seguintes condições:

-Ter aprovação num curso de ensino secundário ou habilitação nacional ou estrangeira legalmente equivalente;

-Ter realizado as provas de ingresso exigidas para o curso a que se candidata com a classificação igual ou superior

à mínima fixada;

-Satisfazer os pré-requisitos exigidos.

Para além do regime geral há concursos especiais para candidatos que reúnam condições habilitacionais específicas possibilitando o ingresso no ensino superior a novos públicos numa lógica de aprendizagem ao longo

da vida:

-Adultos Maiores de 23 anos que tenham obtido aprovação em provas especialmente adequadas destinadas a

avaliar a capacidade para a frequência do ensino superior;

-Titulares de um curso de especialização tecnológica

A10. Specific entry requirements:

Admission to the programme is possible through one of the following: General Regime; Special Competitions for Admission; Special Conditions; Re-Entry, Course Change or Transfer Systems. National and foreign students wishing to apply through the general regime to the first cycle of studies must fulfill the following conditions:

-Have successfully completed a secondary course or a national or foreign qualification legally equivalent;

-Have set for the entrance examinations required for the degree programme the student wishes to attend and get the minimal mark required.

Besides the general regime and the special conditions there are also special competitions for applicants with certain specific qualifications thus allowing new publics to accede to higher education in a perspective of lifelong learning, namely:

-Applicants over 23 years old who have passed an especial exam for assessing their capacity to accede to higher education

-Holders of a specialization technological course

Pergunta A11

Pergunta A11

A11. Percursos alternativos como ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):

Não

A11.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento (se aplicável)

A11.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento, em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches, options, specialization areas of the master or specialities of the PhD (if applicable)

Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento:

Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD:

<sem resposta>

A12. Estrutura curricular

Mapa I -

A12.1. Ciclo de Estudos:

Engenharia de Materiais

A12.1. Study Programme:

Materials Engineering

A12.2. Grau:

Licenciado

A12.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

<sem resposta>

A12.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

<no answer>

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos* / Optional ECTS*
Física	441	12	0
Química	442	12	0
Estatística	462	6	0
Ciências Informáticas	481	6	0
Metalurgia e metalomecânica	521	6	0
Engenharia de Materiais	543	105	18
Gestão e administração	345	3	0
Matemática	461	24	0
(8 Items)		174	18

Perguntas A13 e A16

A13. Regime de funcionamento:

Diurno

A13.1. Se outro, especifique:

<sem resposta>

A13.1. If other, specify:

<no answer>

A14. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

No Campus da Universidade Atlântica. Foram estabelecidos Protocolos para cedência de instalações para aulas práticas e laboratoriais e trabalhos de investigação, com o Instituto Superior Técnico - laboratórios de Materiais e Química, equipados com equip. de processamento e tratamento de metais, cerâmicos e vidros, polímeros e compósitos; equip. de caracterização de materiais: técnicas de espectroscopia (de raios X, ótica, de superfície), técnicas de microscopia ótica, eletrónica, de força atómica, ressonância magnética nuclear, análise térmica diferencial, calorimetria diferencial, difração de raios X, análise química por absorção atómica, fluorescência de raios-X, técnicas de caracterização electroquímica, entre outras; e com o Centro de Formação de Setúbal e Évora (IEFP), com laboratórios equipados aos da Embraer e permitem sem restrições de escalas de produção a realização de atividades laboratoriais na área de compósitos e estruturas metálicas.

A14. Premises where the study programme will be lectured:

It will be taught in the campus of University Atlântica. It was also established cooperation protocols for provision of facilities for practical and laboratorial classes and Research work, namely with the institute Superior Técnico - material and chemistry laboratories, equipped with processing equipment and processing of meta, ceramics and glasses, polymers and composites; materials characterization equipment: techniques spectroscopy (x rays, optical and surface) optical microscopy techniques, electronic, atomic force, nuclear magnetic resonance, differential thermal analysis, differential calorimetry, X-ray diffraction, chemical analysis by atomic absorption, X-ray fluorescence, electrochemical characterization techniques, among others; and with the training center in Setubal and Evora (IEFP) with equivalent laboratories to Embraer that allow unrestricted production scales to conduct laboratory activities in the composite areas and metallic structures

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

[A15._regulamento_creditacao_competencias_DR.pdf](#)

A16. Observações:

<sem resposta>

A16. Observations:

<no answer>

Instrução do pedido

1. Formalização do pedido

1.1. Deliberações

Mapa II - Conselho Pedagógico

1.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico

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

[1.1.2._Proposta de criação de novos ciclos de estudos_Pedagógico.pdf](#)

Mapa II - Conselho Científico

1.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico

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

[1.1.2._Proposta criação de novos ciclos de estudos - Científico.pdf](#)

Mapa II - Reitor

1.1.1. Órgão ouvido:

Reitor

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

[1.1.2._Proposta de criação de novos Ciclos de Estudos-Reitor.pdf](#)

Mapa II - Conselho de Administração Executivo da E.I.A.

1.1.1. Órgão ouvido:

Conselho de Administração Executivo da E.I.A.

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

[1.1.2._Carta para DGES 11-06-2014.pdf](#)

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

1.2. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos A(s) respectiva(s) ficha(s) curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa V.

Ana Clara Lopes Marques

2. Plano de estudos

Mapa III - - 1.º Ano / 1.º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Engenharia de Materiais

2.1. Study Programme:

Materials Engineering

2.2. Grau:

Licenciado

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

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

1.º Ano / 1.º Semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

1.st year / 1.st Semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Cálculo I	461	Semestral	168	TP-45; OT-15	6	
Química I	442	Semestral	168	T-24; P-24; PL-12	6	
Programação Aplicada	481	Semestral	168	TP_45; PL-15	6	
Álgebra Linear	461	Semestral	168	T-30; P-30	6	
Introdução à Engenharia de Materiais	543	Semestral	168	T-35; P-15; S-5; OT-5	6	
(5 Items)						

Mapa III - - 1.º Ano / 2.º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Engenharia de Materiais

2.1. Study Programme:

Materials Engineering

2.2. Grau:

Licenciado

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

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

1.º Ano / 2.º Semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

1.st year / 2.st Semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Cálculo II	461	Semestral	168	TP-45; OT-15	6	
Mecânica e Ondas	441	Semestral	168	T-40; P-20	6	
Química II	442	Semestral	168	T-24; P-24; PL-12	6	
Caracterização de Materiais I	543	Semestral	168	T-20; PL-40	6	
Estrutura de Materiais e Transformações de Fase	543	Semestral	168	TP-60	6	

(5 Items)

Mapa III - - 2.º Ano / 1.º semestre**2.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia de Materiais***2.1. Study Programme:***Materials Engineering***2.2. Grau:***Licenciado***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

2.º Ano / 1.º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

2nd year / 1st semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Cálculo III	461	Semestral	168	TP-45; OT-15	6	
Probabilidade e Estatística para as Engenharias	462	Semestral	168	TP-45; OT-15	6	
Electromagnetismo e Ótica	441	Semestral	168	T-40; P-20	6	
	543	Semestral	168	T-35; PL-25	6	

Química-Física de Materiais					
Desenho e Modelação Geométrica	543	Semestral	168	TP-45; OT-15	6
(5 Items)					

Mapa III - - 2.º Ano / 2.º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Engenharia de Materiais

2.1. Study Programme:

Materials Engineering

2.2. Grau:

Licenciado

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

<sem resposta>

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

<no answer>

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

2.º Ano / 2.º Semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

2nd year / 2nd Semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Fenómenos de Transferência	543	Semestral	168	T-30; P-30	6	
Corrosão e Proteção de Materiais	543	Semestral	168	T-40; P-10; PL-10	6	
Propriedades Físicas dos Materiais	543	Semestral	168	T-40; P-10; PL-10	6	
Fenómenos de Interfaces	543	Semestral	168	T-30; P-20; PL-10	6	
Caracterização de Materiais II	543	Semestral	168	T-20; PL-40	6	

(5 Items)

Mapa III - - 3.º Ano / 1.º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Engenharia de Materiais

2.1. Study Programme:

Materials Engineering

2.2. Grau:

Licenciado

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

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

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
3.º Ano / 1.º Semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
3rd year / 1st Semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Materiais Metálicos	521	Semestral	168	T-40; P-20	6	
Materiais Celulares	543	Semestral	168	T-40; P-20	6	
Materiais Cerâmicos e Vidros	543	Semestral	168	T-40; P-20	6	
Materiais Poliméricos	543	Semestral	168	T-40; P-10; PL-10	6	
Biomateriais	543	Semestral	168	T-40; P-10; PL-10	6	Optativa
Processos de Produção	543	Semestral	168	T-40; PL-20	6	Optativa
Materiais para Energia	543	Semestral	168	TP-60	6	Optativa

(7 Items)

Mapa III - - 3.º Ano / 2.º Semestre

2.1. Ciclo de Estudos:
Engenharia de Materiais

2.1. Study Programme:
Materials Engineering

2.2. Grau:
Licenciado

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

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

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:
3.º Ano / 2.º Semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:
3rd year / 2nd Semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

ECTS

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	Observações / Observations (5)
Gestão Estratégica e Operacional	345	Semestral	84	TP-30	3
Mecânica dos Materiais	543	Semestral	168	T-40; P-10; PL-10	6
Materiais Compósitos	543	Semestral	168	T-40; P-20	6
Projeto de Materiais	543	Semestral	420	P-30; OT-30	15

(4 Items)

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

3.1. Dos objectivos do ciclo de estudos

3.1.1. Objectivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

O 1º ciclo em Engª de Materiais tem por objetivo formar licenciados de elevada qualidade, que não só demonstrarão liderança técnica e profissional, como também a adaptabilidade necessária numa sociedade em constante mudança. Pretende dotar os alunos de um amplo conhecimento da extensa área dos Materiais ficando aptos a resolver problemas de Engenharia de Materiais nas suas diversas vertentes e a adaptarem-se a equipas multidisciplinares relacionadas com áreas de saber afins. Ao mesmo tempo, pretende fornecer conhecimentos também na área de Materiais Compósitos, que servirão de base para o 2º ciclo Engª de Materiais para Aeronáutica, e lhes trará uma vantagem competitiva face a alunos de outras Universidades. Os Licenciados ficarão possibilitados de ser admitidos em outras formações de 2º ciclo ministradas no Espaço Europeu, bem como ter empregabilidade em serviços de natureza generalista relacionados com a Ciência de Materiais, que não requeiram competências específicas do 2º ciclo.

3.1.1. Generic objectives defined for the study programme:

The 1st cycle in Materials Engineering aims to graduate high profile students who will be defined not only by their technical and professional leadership but by their adaptability to a constantly changing society. Students should gain comprehensive knowledge in Materials, being able to solve Materials Engineering problems in different areas and adapt themselves to multidisciplinary teams in this field. Also, students gain knowledge on Composite Materials, which will be vital for the Masters postgraduate program in Aeronautical Materials, gaining a competitive advantage comparatively to students in other universities. Graduates in Materials Engineering will be able to enrol in other postgraduate programs in the European Union, as well as applying for positions in general services related with Materials Science, if these do not require the specific skills offered in the Masters program.

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

O presente ciclo de estudos visa proporcionar ao aluno (1) uma sólida fundação em ciência e engenharia de materiais, com ênfase nos princípios que regem a microestrutura, propriedades, processamento e desempenho de todas as classes de materiais de engenharia, (2) competências para aplicar os conceitos de ciência e engenharia de materiais na análise e design de sistemas de materiais de importância corrente e futura para a sociedade, (3) conhecimentos avançados na área de materiais compósitos, que servirão de base para o 2º ciclo, Mestrado em Materiais para Aeronáutica, (4) uma forte componente prática e ligação com a indústria, substanciada com uma indispensável componente teórica, (5) capacidades de aprendizagem e resolução de problemas de forma independente, bem como de comunicação e trabalho em equipa, (6) a compreensão das responsabilidades profissionais e éticas e do impacto da engenharia de materiais na sociedade e ambiente, bem como a promoção da aprendizagem ao longo da vida.

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

The present program aims to provide students with (1) comprehensive knowledge in materials science and engineering with focus on the principles behind microstructure, properties, processing and performance of all classes of engineering materials, (2) skills to apply the concepts of science and engineering of materials in materials analysis and design of current and future relevance for society, (3) advanced knowledge in the field of composite materials, which will be essential for the Masters program in Aeronautic Materials, (4) a strong practical component connected with the industry, substantiated with an essential theoretical component, (5) learning skills and independent problem solving skills, as well as communication and teamwork skills, (6) an understanding of the professional and ethical responsibilities and the impact of materials engineering in society and the environment, together with promoting a lifelong learning.

3.1.3. Coerência dos objetivos definidos com a missão e a estratégia da Instituição de ensino:

O presente ciclo de estudos está inserido numa atmosfera académica propícia a (1) formar alunos altamente qualificados através de um programa educacional que cultiva a excelência, (2) produzir novos e inovadores resultados de investigação que promovem o avanço do conhecimento básico e aplicado em ciência e engenharia de materiais, (3) produzir interações efetivas com a comunidade através de colaborações industriais e programas educacionais.

3.1.3. Coherence of the defined objectives with the Institution's mission and strategy:

This present program is set in an academic atmosphere conducts to (1) creating highly qualified students under an educational program that reaches for excellence, (2) producing new and innovative research results which promote advances on Materials Science and Engineering's elementary and applied knowledge and (3) providing effective interactions with the community through industrial collaborations and educational programs.

3.2. Adequação ao projeto educativo, científico e cultural da Instituição**3.2.1. Projeto educativo, científico e cultural da Instituição:**

Guiando-se pela preocupação de manter sempre o mais elevado grau de qualidade científica e pedagógica e, ao mesmo tempo, buscando prolongar e acentuar as tendências mais positivas do tempo presente e criar, de maneira proactiva e inovadora, as formas de realização desse objectivo, a Universidade Atlântica pretende distinguir-se e ser um valioso instrumento de progresso universitário em Portugal.

A Universidade Atlântica é uma instituição orientada para a criação, a transmissão e a difusão da cultura, do saber, da ciência e da tecnologia através da articulação do estudo, do ensino, da investigação científica e tecnológica, do desenvolvimento experimental e da prestação de serviços à Comunidade, visando a qualificação de alto nível da população, estimulando a produção e a difusão do conhecimento, e oferecendo formações científicas sólidas para aquisição e desenvolvimento de competências nas suas áreas de formação.

A estratégia da Universidade Atlântica visa, assim, construir um conjunto integrado na sua diversidade científica e pedagógica; desenvolver actividades que garantam o reconhecimento e o prestígio tanto nos meios científicos como nos meios profissionais, portugueses e estrangeiros, tendo por objectivos orientadores:

a) Ter por objecto saberes cujo défice mais se faça sentir na fase actual do processo de modernização e de desenvolvimento do país, formando em áreas inovadoras profissionais de que o país carece;

b) Situar-se claramente no contexto europeu e internacional, o que significa, antes de mais, garantir uma qualidade de ensino correspondente à que se pratica nas melhores universidades dos países mais avançados da Europa e dos EUA e ter por preocupação formar profissionais capazes de prosseguir os seus estudos e/ou de trabalhar no estrangeiro. Isto é, fomentar a mobilidade dos estudantes e diplomados da e pela Universidade Atlântica e a internacionalização das suas formações;

c) Praticar, articuladamente com o ensino, a investigação científica, assim como a prestação de serviços à comunidade e a ligação ao tecido empresarial e à indústria - tendo sempre presente que a Universidade é um lugar onde se aprende, mais do que um lugar onde se ensina, e que o ensino deverá ser baseado no desenvolvimento de competências e não apenas na transmissão de conhecimentos;

A Universidade Atlântica considera no seu projecto pedagógico a estreita ligação à Carbures Europe, empresa industrial de elevado nível tecnológico e principal acionista da entidade instituidora da Universidade.

Para implementação desta estratégia, a Universidade oferece os três ciclos de estudos numa vasta pluralidade, interdisciplinar e transdisciplinar, do ponto de vista temático: Estudos Empresariais, onde se destacam as novas áreas em Economia e em Psicologia, as novas áreas das Técnicas e Tecnologias, salientando as Engenharias dos Materiais e Aeronáutica, Tecnologias da Informação e Comunicação, Ambiente e Território e Ciências da Saúde.

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

Following its goal of maintaining the highest level of scientific and teaching quality and at the same time, seeking to extend and accentuate the most positive tendencies of the present time and create in a proactive and innovated way to achieve this goal, the university seeks to distinguish itself and be a valuable tool for the university progress in Portugal

Universidade Atlântica is an institution directed to establish, transmission and spread of culture, knowledge, science and technology through the articulation of study, of teaching, scientific and technology research, experimental development and providing community services, aiming high quality of population simulating the production, spreading knowledge and providing solid scientific background for acquisition and development of skills in their areas of training.

Universidade Atlântica's strategy aims to build an integrated set of their scientific and educational diversity, develop activities that ensure the recognition and prestige both in scientific and professional areas, Portuguese and foreign, with the guiding objectives:

A) It aims the knowledge whose deficit at this stage is felt in the process of the modernization and country development, forming professional in innovative areas that the country lacks;

b) Clearly be placed in a European and international context, meaning first of all, to ensure a quality education corresponding to what is practiced in the best universities of most advanced countries in Europe and the United States and have as a concern to train professionals able to continue their studies and/or work overseas. This is to encourage mobility of students and graduates from Universidade Atlântica and the internationalization of their education.

c) Practicing on with teaching, scientific research, as well as providing services to the community and the connection to business community and industry- always having present that the university is a place where one learns, more than a place where its taught, and that teaching must be based on the development of skills and not only to transmit knowledge.

The University Atlântica believes in its teaching project and in the close link to Carbures Europe, industrial company with high technological level and the main shareholder of the founding body of the University. In order to implement this strategy, the university offers three wide study courses, interdisciplinary and Trans disciplinary, in a thematic point of view. Business studies, which point out new areas in Economics and Psychology, the new areas of Techniques and Technologies, pointing out of Engineering of Materials and Aeronautics, Information Technologies and Communication, Environment and Territory and Health

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

O elevado grau de qualidade científica e pedagógica do corpo docente de Engenharia de Materiais promoverá a aprendizagem nesta área de conhecimento e a aptidão para a resolução de problemas de Engenharia de Materiais nas suas diversas vertentes, criando futuros profissionais que demonstrarão liderança técnica e profissional, versatilidade e capacidade de trabalho em equipas multidisciplinares. A estrutura curricular deste 1º ciclo foi criada tendo em atenção o contexto europeu e internacional, de modo a garantir uma oferta e qualidade de ensino correspondente à que se pratica nas melhores Universidades nacionais e internacionais. E, principalmente, foi criada de modo a se adaptar às áreas inovadoras profissionais de que o país carece, como é o caso da formação em Materiais Compósitos, que é introduzida neste curso (1º ciclo), uma lacuna em qualquer outra Universidade Portuguesa, área esta de extrema importância para responder às necessidades da indústria, nomeadamente, de componentes para aeronáutica, em clara expansão em Portugal (como é o caso da Embraer, Lauak, Carbures, etc.). Um outro objetivo deste ciclo de estudo é que os licenciados fiquem habilitados de ser admitidos em outras formações de 2º ciclo ministradas no Espaço Europeu, o que está totalmente alinhado com o projeto educativo, científico e cultural da Universidade Atlântica, fomentando assim a mobilidade dos estudantes e diplomados da e pela Universidade Atlântica e a internacionalização das suas formações

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

The high degree of scientific and pedagogical quality of the faculty of Engineering Materials promote learning in this area of knowledge and the ability to solve problems of Materials Engineering in its various forms, creating future professionals who demonstrate technical and professional leadership, versatility and ability to work in multidisciplinary teams. The curricular structure of this 1st cycle was created taking into account the European and international context, in order to ensure the quality of education which corresponds to what is practiced in the best national and international Universities. Moreover, it was created in order to adapt to the emerging professional areas in Portugal, which are lacking of trained employees. An example is the training in Composite Materials, which is introduced in this course (1st cycle), and is currently a gap in any other Portuguese University. This is extremely important to meet the needs of industry, in particular, that of components for aircrafts, clearly growing in Portugal (such as Embraer, Lauak, Carbures, etc). Another objective of this cycle of study is that the graduated students are able to be accepted in other formations (2nd cycle) in European Space, which is fully aligned with the educational, scientific and cultural project of the Atlântica University, thereby encouraging the mobility of students and graduates of the University and the internationalization of its formations.

3.3. Unidades Curriculares

Mapa IV - Álgebra Linear

3.3.1. Unidade curricular:

Álgebra Linear

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

Gonçalo da Camara e Almeida Pinto (T= 30h; P = 30h)

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

<sem resposta>

3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Conhecer a estrutura de espaço vectorial. Conhecer o conceito de aplicação linear e as suas propriedades. Saber operar em espaços de matrizes. Conhecer a teoria dos determinantes e aplicá-la na resolução de problemas. Reconhecer a importância da diagonalização de matrizes.

3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
To know the structure of the vector space. To know the concept of linear application and its properties. To know how to work with matricial spaces. To know the theory on determinants and use it on problem solving. To acknowledge the importance of matrix diagonalization.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1: Matrizes e Sistemas de Equações Lineares Matrizes reais ou complexas; Operações com matrizes; Operações elementares e condensação; Característica de uma matriz. Resolução de sistemas de equações lineares; Inversa de uma matriz. 2: Determinantes Determinante de uma matriz quadrada; Propriedades; Complementos algébricos; Teorema de Laplace; Matriz adjunta e inversa de uma matriz; Aplicação à resolução de sistemas de equações lineares; 3: Espaços Vetoriais Definição de espaço vectorial; Subespaços; Combinações lineares e conjunto gerador; Dependência e independência linear; Base e dimensão de um espaço vectorial; 4: Transformações Lineares Definição e exemplos; Propriedades; Matriz de uma aplicação linear; Matriz mudança de base; 5: Valores e vetores próprios de uma matriz. 6: Geometria Analítica Cálculo vectorial; Produto vectorial e produto misto.

3.3.5. Syllabus:

1: Matrices and linear equations systems; real and complex matrices; operations with matrices; elementary and condensation operations; matrix characteristics; linear equation system resolution; matrix inversion. 2: Determinants; square matrix determinant; properties; algebraic complements; Laplace theorem; adjunct and invertible matrix; application in the resolution of linear equation systems; 3: Vector spaces; Definition of vector space; subspaces; linear combinations and generator group; linear dependence and independence; vector space dimension and base; 4: Linear transformations: definition and examples; properties: linear transformation matrix; base transformation matrix; 5: Values and matrix vectors; 6: Analytic geometry: Vector calculus; vector product and mixed product.

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

A coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos principais da unidade curricular pode ser demonstrada através do uso dos conhecimentos adquiridos para definir a melhor estratégia na resolução de problemas. Além disso, o aluno desenvolve o raciocínio analógico e dedutivo e adquire a capacidade para lidar com várias caracterizações dos problemas propostos.

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

The syllabus is in accordance with the course unit main objectives as the application of the knowledge gained herein will define the best strategy for problem solving. Also, students develop analogic and deductive reasoning, gaining the ability to manage different methodologies for solving a given problem.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino baseia-se em aulas teóricas e aulas práticas. Nas aulas teóricas são apresentados os conceitos e fundamentação teórica com alguns exemplos. Nas aulas práticas são resolvidas fichas de trabalho, disponibilizadas com antecedência, na primeira parte da aula pelo docente, na segunda parte pelos discentes.

A avaliação consiste em três testes a realizar nas aulas práticas e dois trabalhos. O primeiro teste com cotação 20%, 2º e 3º testes com cotações 30%. Os trabalhos 10% cada.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methodology is based on theoretical and practical classes. Theoretical classes will introduce concepts and theoretical bases with a few examples. Practical classes are based on worksheets, which are given beforehand and used by the lecturer during the first half of the class and by students during the second one.

Assessment will consist of three tests to take place during practical classes and two papers. The first test weights 20% and both second and third tests weighting 30% each. Papers weight 10% each.

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

A disponibilização prévia do material teórico e fichas de trabalho permite que o aluno prepare com antecedência as aulas e que participe de forma activa no processo de aprendizagem. A resolução de problemas nas aulas práticas permite o desenvolvimento das capacidades de análise para situações variadas.

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

Students will be given supporting materials and worksheets beforehand, thus allowing them to prepare classes and take an active role in the learning process. Problem solving in practical classes will allow developing the analysis ability of students in several situations.

3.3.9. Bibliografia principal:

- [1] L. Magalhães (1992). *Álgebra Linear como Introdução à Matemática Aplicada*, Texto Editora
 [2] S. Lipschutz, 1994. *Álgebra Linear, Schaum's Outline Series*. McGraw-Hill
 [3] F. R. Dias Agudo, *Introdução à Álgebra Linear e Geometria Analítica*, Livr. Escolar Editora.

Mapa IV - Cálculo I

3.3.1. Unidade curricular:

Cálculo I

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

Gonçalo da Camara e Almeida Pinto (TP: 45h; OT; 15h)

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

<sem resposta>

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

Esta disciplina insere-se no primeiro ano da Licenciatura. Pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos gerais e técnicas necessárias à análise e resolução de problemas que poderão surgir quer no âmbito desta disciplina, como noutros que integram o currículo deste curso, como também, em situações da vida real.

De um modo mais global, pretende-se formar o raciocínio científico e crítico dos futuros licenciados.

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

This course is offered on the first year of this degree. The main aim is that the students acquire the general knowledge and the necessary techniques that allow the resolution of the problems that may occur in this course or in any other course of this degree that uses mathematics, as well as solutions to problems of the real life.

Generally, we intend to implement the scientific and critical maturity of the student.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Funções Reais de Variável Real: Definição. Principais funções elementares. Funções algébricas. Funções exponencial e logarítmica. Limite e continuidade de funções. Derivada: definição, interpretação geométrica da derivada, regras de derivação, regra de Cauchy. Esboço gráfico de funções: monotonia e extremos, concavidades e pontos de inflexão, assíntotas.

Funções Reais de várias Variáveis Reais: Derivação de funções reais de várias variáveis reais. Funções compostas, regra da cadeia. Funções definidas implicitamente, Teorema da função implícita, Teorema da função inversa. Fórmula de Taylor, extremos locais, extremos absolutos, extremos condicionados.

Séries numéricas. Critérios de convergência. Séries de potências. Intervalo de convergência. Séries de Taylor.

3.3.5. Syllabus:

Real functions of one variable: Elementary functions. Algebraic functions. Exponential and logarithmic function. Limits and continuity. Definition of derivative of a real function with one real variable. Geometric interpretation of derivatives. Differentiation rules. Cauchy's rule. Applications to the sketch of the function. Increasing and decreasing functions. Concavity and inflections. Maximum-minimum problems.

Real functions of several variables: Derivatives of real function with several real variables. Composed functions, chain rule. Implicit functions, implicit function Theorem, inverse function Theorem, Taylor formulae, local extremes, absolute extremes, extremes with conditions.

Series: Numerical series. Convergence criteria. Power series. Convergence intervals. Taylor's series.

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

Para cada noção matemática, considera-se a sua utilidade, implementação e principais características. Tal complementado com a evidência de aplicação a casos concretos, evidencia coerência com os objetivos desta Unidade Curricular.

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

For each mathematical concept that is presented we consider its utility, implementation and principal characteristics and properties. Complemented with the applications to specific situations, shows coherence with the targets of the unit's objectives.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia proposta para que o aluno assimile os conceitos e os resultados principais da teoria, é a expositiva.

A avaliação é constituída por dois momentos escritos de avaliação presenciais com, respectivamente, 40% e 60%. Em alternativa, o aluno pode apresentar-se a exame final com percentagem de 100%.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

We use the expositive method. There are two written test with percentage respectively 40% and 60%. As an alternative, the students can present to a final exam also with percentage 100%.

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

No sentido de adequar a metodologia de ensino aos objetivos da disciplina entende-se que se deve adoptar uma abordagem metodológica múltipla. Assim, utilizaremos o método expositivo para transmitir os conceitos teóricos necessários à compreensão das matérias e inter-actividade entre os elementos da turma durante a aula. Procuraremos complementar esta metodologia de ensino com a utilização do método demonstrativo.

- a) motivação através de exemplos*
- b) apresentação teórica do conceito*
- c) resolução de exemplo de aplicação*
- d) Utilização de ferramentas informáticas*
- e) exemplos de aplicação à engenharia*

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

We use the expositive method, complemented with the demonstrative method.

The methodology used in order to the students understand the main concepts and theoretical results, is the following:

- a) Motivation through examples*
- b) Theoretical presentation of the concept*
- c) Resolution of applied examples*
- d) Applications to engineering*

3.3.9. Bibliografia principal:

Apostol, Tom (1964), Calculus, volume I, New York: Blaisdell, 4ª edição.

Campos Ferreira, Jaime (1999), Introdução à Análise Matemática, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 7ª edição.

Larson, R. et al, (2006), Cálculo volumes 1 e 2, Lisboa: McGraw Hill, 8ª edição.

Santos Guerreiro, J. (1989), Curso de Análise Matemática, Lisboa: Escolar Editora.

Mapa IV - Cálculo II

3.3.1. Unidade curricular:

Cálculo II

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

Gonçalo da Camara e Almeida Pinto (TP: 45h; OT; 15h)

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

<sem resposta>

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

Esta disciplina insere-se no primeiro ano da Licenciatura. Pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos gerais e técnicas necessárias à análise e resolução de problemas que poderão surgir quer no âmbito desta disciplina, como noutros que integram o currículo deste curso, como também, em situações da vida real. De um modo mais global, pretende-se formar o raciocínio científico e crítico dos futuros licenciados.

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

This course is offered on the first year of this degree. The main aim is that the students acquire the general knowledge and the necessary techniques that allow the resolution of the problems that may occur in this course or in any other course of this degree that uses mathematics, as well as solutions to problems of the real life.

Generally, we intend to implement the scientific and critical maturity of the student.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Cálculo Integral

Primitivação: imediatas, por partes, racionais, substituição. Integral definido: propriedades fundamentais do integral definido, cálculo do integral definido, fórmula de Barrow. Cálculo de áreas de regiões limitadas do plano.

Integral indefinido. Integrais impróprios. Cálculo de áreas de regiões ilimitadas do plano.

Integrais duplos. Teorema de Fubini. Mudança de variáveis. Coordenadas polares.

Equações Diferenciais.

Equações diferenciais não lineares de primeira ordem: variáveis separáveis, Bernoulli, exact, homogenous. Equações de Euler. Equações lineares de ordem n com coeficientes constantes.

Transformada de Laplace

Ideias introdutórias. Propriedades operacionais. Aplicações da transformada de Laplace.

3.3.5. Syllabus:

Integration: immediate, by parts, rational, by substitution. Defined integral: fundamental properties, calculus, Barrow's formulae. Calculus of limited areas of the real plane. Indefinite integrals. Improper integrals. Calculus of unlimited areas of the real plane.

Integrals with two real variables. Fubini's Theorem. Change of variables. Polar coordinates.

Differential Equations: First order non-linear differential equations: separable, Bernoulli, exact, homogeneous. Euler equations. Linear differential equations of order n with constant coefficients.

Laplace Transform: introductory ideas, operational properties, applications.

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

Para cada noção matemática, considera-se a sua utilidade, implementação e principais características. Tal complementado com a evidência de aplicação a casos concretos, evidencia coerência com os objetivos desta Unidade Curricular.

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

For each mathematical concept that is presented we consider its utility, implementation and principal characteristics and properties. Complemented with the applications to specific situations, shows coherence with the targets of the unit's objectives.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia proposta para que o aluno assimile os conceitos e os resultados principais da teoria, é a expositiva.

A avaliação é constituída por dois momentos escritos de avaliação presenciais com, respectivamente, 40% e 60%. Em alternativa, o aluno pode apresentar-se a exame final com percentagem de 100%.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

We use the expositive method. There are two written test with percentage respectively 40% and 60%. As an alternative, the students can present to a final exam also with percentage 100%.

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

No sentido de adequar a metodologia de ensino aos objetivos da disciplina entende-se que se deve adoptar uma abordagem metodológica múltipla. Assim, utilizaremos o método expositivo para transmitir os conceitos teóricos necessários à compreensão das matérias e inter-actividade entre os elementos da turma durante a aula. Procuraremos complementar esta metodologia de ensino com a utilização do

método demonstrativo.

- a) *motivação através de exemplos*
- b) *apresentação teórica do conceito*
- c) *resolução de exemplo de aplicação*
- d) *Utilização de ferramentas informáticas*
- e) *exemplos de aplicação à engenharia*

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

We use the expositive method, complemented with the demonstrative method.

The methodology used in order to the students understand the main concepts and theoretical results, is the following:

- a) *Motivation through examples*
- b) *Theoretical presentation of the concept*
- c) *Resolution of applied examples*
- d) *Applications to engineering*

3.3.9. Bibliografia principal:

Apostol, Tom (1964), Calculus, volume I, New York: Blaisdell, 4ª edição.

Campos Ferreira, Jaime (1999), Introdução à Análise Matemática, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 7ª edição.

Larson, R. et al, (2006), Cálculo volumes 1 e 2, Lisboa: McGraw Hill, 8ª edição.

Santos Guerreiro, J. (1989), Curso de Análise Matemática, Lisboa: Escolar Editora.

Jeffrey, A. (1990), Linear Álgebra and Ordinary Differential Equations, Blackwell Scientific Publications.

Mapa IV - Cálculo III

3.3.1. Unidade curricular:

Cálculo III

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

Gonçalo da Camara e Almeida Pinto (TP: 45h; OT; 15h)

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

<sem resposta>

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

Esta disciplina insere-se no segundo ano da Licenciatura. Pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos gerais e técnicas necessárias à análise e resolução de problemas que poderão surgir quer no âmbito desta disciplina, como noutros que integram o currículo deste curso, como também, em situações da vida real. De um modo mais global, pretende-se formar o raciocínio científico e crítico dos futuros licenciados.

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

This course is offered on the second year of this degree. The main aim is that the students acquire the general knowledge and the necessary techniques that allow the resolution of the problems that may occur in this course or in any other course of this degree that uses mathematics, as well as solutions to problems of the real life.

Generally, we intend to implement the scientific and critical maturity of the student.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Integração

Integrais triplos. Coordenadas cilíndricas, esféricas, mudança de variáveis. Integrais curvilíneas e de superfície. Teorema de Green. Campos conservativos, potencial. Campos vectoriais. Divergência, rotacional. Teoremas de Stokes e de Gauss.

Análise Complexa

Estrutura algébrica e topológica dos números complexos. Diferenciabilidade de funções complexas.

Equações de Cauchy-Riemann. Séries de potências. Integração de funções complexas: teoremas e fórmulas integrais de Cauchy e aplicações fundamentais. Singularidades isoladas, séries de Laurent, teorema dos resíduos e aplicações.

Equações Diferenciais Parciais

Método de separação de variáveis; problemas de valor inicial e fronteira. Noções básicas de séries de

Fourier. Algumas soluções de problemas de valor inicial e fronteira para as equações do calor, de Laplace e das ondas.

3.3.5. Syllabus:

Integration

Triple integrals. Change of variables. Cylindric coordinates, Spherical coordinates. Curvilinear and surface integrals. Theorem of Green. Conservative fields. Divergence. Rotational. Theorem of Gauss. Theorem of Stokes.

Complex Analysis

Algebraic and topological structure of the complex numbers. Differentiability of complex functions. Cauchy-Riemann equations. Power series. Integration of complex functions. Theorem and Cauchy formulae. Fundamental applications. Isolated singularities. Laurent series. Residuals theorem and applications.

Partial Derivatives Equations

Separation of variables method. Initial and border value problems. Basic notions of Fourier series. Some solutions of initial and border value problems for the equations of Laplace, waves and heat.

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

Para cada noção matemática, considera-se a sua utilidade, implementação e principais características. Tal complementado com a evidência de aplicação a casos concretos, evidencia coerência com os objectivos desta Unidade Curricular.

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

For each mathematical concept that is presented we consider its utility, implementation and principal characteristics and properties. Complemented with the applications to specific situations, shows coherence with the targets of the unit's objectives.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia proposta para que o aluno assimile os conceitos e os resultados principais da teoria, é a expositiva.

A avaliação é constituída por dois momentos escritos de avaliação presenciais com, respectivamente, 40% e 60%. Em alternativa, o aluno pode apresentar-se a exame final com percentagem de 100%.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

We use the expositive method. There are two written test with percentage respectevily 40% and 60%. As an alternative, the students can present to a final exam also with percentage 100%.

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

No sentido de adequar a metodologia de ensino aos objectivos da disciplina entende-se que se deve adoptar uma abordagem metodológica múltipla. Assim, utilizaremos o método expositivo para transmitir os conceitos teóricos necessários à compreensão das matérias e inter-actividade entre os elementos da turma durante a aula. Procuraremos complementar esta metodologia de ensino com a utilização do método demonstrativo.

- a) motivação através de exemplos*
- b) apresentação teórica do conceito*
- c) resolução de exemplo de aplicação*
- d) Utilização de ferramentas informáticas*
- e) exemplos de aplicação à engenharia*

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

We use the expositive method, complemented with the demonstrative method.

The methodology used in order to the students understand the main concepts and theoretical results, is the following:

- a) Motivation through examples*
- b) Theoretical presentation of the concept*
- c) Resolution of applied examples*
- d) Applications to engineering*

3.3.9. Bibliografia principal:

Apostol, Tom (1964), Calculus, volumes I e II, New York: Blaisdell, 4ª edição.

Guedes de Figueiredo, D. (1987), Análise de Fourier e Equações Diferenciais Parciais, Projecto Euclides, vol. 5, Instituto de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro.

Braun, M. (1993), Differential Equations and Their Applications, 4th edition, Texts in Applied Mathematics, vol. 11, Springer-Verlag, New York.

Mapa IV - Probabilidades e Estatística para as Engenharias

3.3.1. Unidade curricular:

Probabilidades e Estatística para as Engenharias

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

Paulo Sérgio Dias dos Santos Pires (TP: 45h; OT:15h)

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

<sem resposta>

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

O objetivo desta unidade curricular é de facultar aos discentes o conhecimento básico de Probabilidades e Estatística presente na tomada de decisão nas ciências exatas, nomeadamente na área da engenharia. A unidade curricular permite adquirir competências relativas às principais técnicas de apresentação, sintetização e exploração de dados e, ainda, competências relativas a um conjunto de conceitos e métodos da teoria das probabilidades, com especial ênfase nos tópicos necessários para compreender os métodos de inferência estatística, apresentados noutras unidades curriculares.

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

The goal of this curricular unit is to give the students the basic knowledge of Statistics and Probabilities, present in the decision making of exact sciences (namely in the field of Engineering). The curricular unit will allow the knowledge acquisition of competences regarding the presentation, synthesizing and exploration of data. Also the acquisition of concepts and methods of probability theories with special focus on topics that are necessary in order to understand the methods of inferential statistics needed in other curricular units.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Espera-se que no fim desta unidade curricular o discente seja capaz de:

- *Organizar, construir e interpretar tabelas de frequências e medidas descritivas*
- *Calcular probabilidades (modelo clássico e a partir da função de probabilidade e distribuição)*
- *Verificar se dois eventos são independentes*
- *Calcular o valor médio e a variância e aplicar as suas propriedades*
- *Indicar as principais características das famílias de distribuições e identificar a distribuição de probabilidade de fenómenos concretos*
- *Calcular probabilidades e percentis das distribuições Normal, t-Student, Chi quadrado e F*
- *Verificar se duas variáveis aleatórias são independentes*
- *Calcular a covariância e o coeficiente de correlação.[*

3.3.5. Syllabus:

We expect the student to be able to, by the end of the curricular unit:

- *Organize, build and interpret frequency tables and descriptive measurements*
- *Calculate probabilities (classic model and using the probability and distribution function)*
- *Verify if two events are independent*
- *Calculate the average value and the variance and also know how to apply its properties*
- *Indicate the mains features of the distributions and identify each distribution*
- *Calculate probabilities of the Normal, t-Student, Chi quadrado and F distribution*
- *Obtain joint probabilities, marginal distributions and density functions of conditional probabilities*
- *Verify if two random variables are independent*
- *Calculate the covariance and the correlation coefficient.*

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

Definição/identificação operacional de hipóteses, ou "questões de investigação", em termos da análise de dados
Identificação das variáveis envolvidas no plano de análise (amostra, relação entre variáveis,...) recorrendo a exemplos específicos da área da psicologia

*Escolha do(s) procedimento(s) estatísticos adequados à situação de investigação e seus objetivos: identificação do leque de possibilidades e limites de aplicação de cada uma delas
Análise e interpretação dos resultados*

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

*Definition/Identification of operational hypothesis, "research question" in terms of data analysis
Identification of variables involved within the analysis plan (sample, relation between variables,...) using specific examples from the area of psychology
Choosing the statistic procedures that are relevant for the investigation and its purposes: identification of the range of possibilities and limits of the application of each one of them
Analysis and interpretation of the results*

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino empírico com base em estudo de casos para aplicação das técnicas e metodologias probabilísticas e estatísticas.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Empirical teaching based on case studies: in order to apply the probability and statistic techniques and methods

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

A metodologia de ensino baseada em aulas teórico permite que o discente obtenha uma relevante competência na utilização das metodologias definidas no programa e permitindo assim atingir os objetivos da unidade curricular

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

The teaching methodology based on theoretical/practical classes allows the student to obtain a relevant competence using the methodologies defined in the program, thus achieving the goals of the curricular unit

3.3.9. Bibliografia principal:

Nunes, C., (2012), Probabilidades e Estatística, Escolar Editora

Afonso, A. e Nunes, C. (2011). Probabilidades e Estatística. Aplicações e Soluções em SPSS. Escolar Editora, Lisboa.

Mood, A. M., Graybill, F. A. e Boes, D. C. (1974). Introduction to the Theory of Statistics. 3rd Edition, McGraw Hill.

Murteira, B., Ribeiro, C. S., Silva, J. A. e Pimenta, C. (2002). Introdução à Estatística. McGraw Hill. Reis, E. (1996). Estatística Descritiva. 3ª Edição, Edições Sílabo, Lisboa.

Mapa IV - Química I

3.3.1. Unidade curricular:

Química I

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

Diogo Miguel Franco dos Santos (T: 24h; P: 24h; PL:12h)

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

<sem resposta>

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

A disciplina pretende que o aluno adquira conhecimentos gerais de Química que sirvam como base para a compreensão de diversos fenómenos a serem tratados ao longo do curso.

Ao ser aprovado na disciplina, o aluno deverá estar apto a:

- Compreender os conceitos-base da estrutura, propriedades e transformação dos materiais em geral.*
- Entender de que forma os elementos se combinam, formando substâncias ou materiais através de*

ligações químicas, e como podemos prever as suas propriedades com base na sua composição e estrutura.

-Conhecer os vários tipos de reações químicas, saber acertar equações, fazer balanços mássicos e de carga, e calcular rendimentos.

-Identificar reações de transferência eletrónica, entender os fenómenos de conversão de energia química em energia elétrica (células galvânicas) e de energia elétrica em energia química (células electrolíticas), e os fundamentos dos diversos tipos de processos corrosivos.

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

This course unit aims to introduce students the general bases of chemistry which are essential to understand the different phenomena dealt with during the course.

Students who successfully complete this unit will be able to:

- Understand the basic concepts of structure, properties and transformation of materials in general.

- Understand how are elements combined, forming substances or materials by means of chemical bonds and predicting their properties according to their composition and structure.

- Know various types of chemical reactions, balance chemical equations, charge and mass balances and calculate yields.

- Recognise charge transfer reactions, understand the conversion of chemical energy into electric energy (galvanic cells) and electric energy into chemical energy (electrolytic cells) and the fundamentals of several types of corrosion processes.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Conceitos fundamentais. Classificação periódica dos elementos e suas propriedades: energia de ionização, raio atómico, eletronegatividade. Ligação química em moléculas. Teoria do enlace de valência e teoria das orbitais moleculares. Forças intermoleculares e propriedades macroscópicas de compostos moleculares. Ligação química: iónica, covalente, e metálica. Momento dipolar e polaridade.

Reações e equações químicas. Cálculos estequiométricos: reagente limitante e rendimento de uma reação.

Equilíbrio químico. Reações ácido-base: balanços de massa e de carga, cálculo de pH, curvas de titulação.

Reações de precipitação: produto de solubilidade. Cinética química: velocidade e ordem de reação. Lei de Arrhenius e energia de ativação.

Noções de eletroquímica e corrosão. Equilíbrio em reações de transferência eletrónica. Reações redox.

Tabela de potenciais padrão. Equação de Nernst. Células galvânicas e eletrolíticas. Armazenamento e conversão de energia eletroquímica. Corrosão metálica.

3.3.5. Syllabus:

Basic concepts. Periodic element classification and their properties: ionization energy, atomic radius, electronegativity. Chemical bonding in molecules. Valence bond theory and molecular orbital theory. Intermolecular forces and macroscopic properties of molecular compounds. Chemical bonding: ionic, covalent and metallic. Dipole moment and polarity.

Reactions and chemical equations. Stoichiometric calculations: limiting reagent and reaction yield.

Chemical equilibrium. Acid-base reactions: charge and mass balances, pH calculation, titration curves.

Precipitation reactions: solubility product. Chemical kinetics: rate of reaction and reaction order.

Arrhenius' law and activation energy.

Notions of electrochemistry and corrosion. Equilibrium in charge transfer reactions. Redox reactions.

Table of standard electrode potentials. Nernst equation. Electrolytic and galvanic cells. Electrochemical energy conversion and storage. Metallic corrosion.

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

Os conteúdos programáticos coadunam-se com os objectivos de aprendizagem desta unidade curricular na medida em que os assuntos propostos permitem uma introdução aos fundamentos da química, nas suas várias vertentes, proporcionando aos alunos conceitos básicos e terminologia específica que lhes permitirão entenderem outros fenómenos mais avançados ministrados ao longo do curso. Desde a introdução à ligação química, essencial na constituição de moléculas a partir da junção dos átomos dos seus elementos constituintes, passando pelos diversos tipos de reações químicas que conduzem à transformação da matéria, a unidade curricular de Química Geral pretende dar uma visão global dos principais processos químicos envolvidos na produção e transformação de materiais. Dentro do possível, procuram-se também focar as aplicações práticas, a nível industrial, dos conteúdos tratados no programa da disciplina.

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

The syllabus is in accordance with the course unit objectives as the application of the knowledge gained herein will introduce students to the fundamentals of chemistry in various levels, providing students the basic concepts and terminology that will allow them to understand more complex phenomena discussed further in course. From the introduction to chemical bonding, which is essential for molecule constitution from the atoms of their parent elements, to the various types of chemical reactions leading to the transformation of matter, this General Chemistry course unit sets a global overview of the main chemical

processes involved in the production and transformation of materials. Whenever possible, there will be a focus on the practical applications at the industrial level of the contents of the unit.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conteúdos programáticos serão expostos em aulas teóricas, intercaladas por aulas práticas e aulas de laboratório. Nas aulas de laboratório serão executados 4 trabalhos no âmbito dos temas debatidos nas aulas expositivas. A frequência das aulas de laboratório é obrigatória, sendo tolerada a não realização de 1 único trabalho. O regime geral de avaliação contínua implica a realização de 3 testes escritos (com ponderação para a nota final de 25% cada) e a elaboração de relatórios dos trabalhos de laboratório, realizados em grupos de 3 alunos (com ponderação de 25%). Os 4 elementos de avaliação (3 testes + relatórios) serão classificados numa escala de 0 a 20 valores e têm uma nota mínima de 9 valores. O aluno é aprovado se obtiver pelo menos 10 valores como média final das provas prestadas e se cumprir as notas mínimas definidas. A não realização de qualquer um dos momentos de avaliação implica a exclusão da modalidade de avaliação contínua e a necessidade de avaliação por exame final.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The syllabus will be presented in the theoretical classes, alternated with practical and laboratory classes. Laboratory classes will include 4 practical lab works related with the topics given during theoretical classes. Laboratory classes are mandatory and students can only fail one lab work. The general continuous assessment requires 3 written tests (each weighting 25% of the final mark) and the written reports of the lab works, done in groups of 3 students (weighting another 25%). Scores for the 3 tests and for the lab work reports range from 0 to 20 with a minimum score of 9. Students will pass with a minimum score of 10 as the resulting final average of the written tests and lab reports, if all scored above the minimum pass marks. Failing to show to any of the tests (or submitting less than 3 lab reports) will make the student ineligible for continuous assessment and requiring to take a final exam.

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

De modo a serem atingidos os objectivos propostos, as metodologias de ensino da unidade curricular de Química Geral visam fornecer um equilíbrio entre o tratamento coerente da teoria base apresentada nas aulas teóricas, com a componente mais prática e experimental das aulas práticas e laboratoriais. Para atingir esta coerência as aulas teóricas serão intercaladas por aulas práticas, para esclarecimento de dúvidas e para fortalecer a consolidação dos conhecimentos através da resolução individual de problemas. As aulas de laboratório, em grupo, permitirão aos alunos conhecer procedimentos em laboratórios de química. Serão executados quatro trabalhos de laboratório no âmbito dos temas debatidos nas aulas expositivas para que os alunos entendam as aplicações práticas dos conceitos lecionados. Pretende-se que haja um acompanhamento pedagógico do aluno com disponibilidade permanente, i.e., sempre que tal seja requisitado pelo aluno, seja por solicitação direta ou através de correio eletrónico.

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

To accomplish the objectives defined for the General Chemistry unit, the teaching methodologies aim to provide a balance between the basic theory introduced in theoretical classes and the more practical/experimental component of the practical and laboratory classes. In this way, theoretical classes will be alternated with practical classes, to answer students' questions and consolidate knowledge through individual problem solving. Group laboratory classes will allow students to learn about chemistry lab procedures. Four lab works will be carried out so that students understand the practical use of the concepts lectured in theoretical classes. Tutor supervision should be permanently available to students upon request, whether in person or by email.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Chang, R. (2005). *Química*, 8ª ed. Lisboa: McGraw-Hill.
2. Atkins, P.W., Beran, J.A. (1992). *General Chemistry*, 2nd ed. New York: W.H. Freeman.
3. Reger, D., Goode, S., Mercer, E. (2010) *Química: Princípios e Aplicações*, 2ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Mapa IV - Química II

3.3.1. Unidade curricular:

Química II

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

Diogo Miguel Franco dos Santos (T: 24h; P: 24h; PL:12h)

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

<sem resposta>

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

A disciplina pretende que o aluno adquira conhecimentos básicos fundamentais de Química Orgânica. Ao ser aprovado na disciplina, o aluno deverá estar apto a:

- *Compreender as propriedades físicas e químicas, aplicações e reações químicas características de várias famílias de compostos orgânicos (alcanos, alcenos, alcinos, álcoois, éteres, aminas, tióis, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, compostos aromáticos, halogenetos de alquila, etc.).*
- *Representar e identificar estruturas de compostos orgânicos.*
- *Conhecer as reações características de cada família de compostos orgânicos e os respetivos mecanismos reacionais.*
- *Sugerir esquemas reacionais que lhe permitam preparar moléculas simples a partir de reagentes específicos.*

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

This course unit aims to introduce students the basic fundamentals of organic chemistry.

Students who successfully complete this unit will be able to:

- *Understand the physical and chemical properties, applications and chemical reactions, characteristics of various families of organic compounds (alkanes, alkenes, alkynes, alcohols, ethers, amines, thiols, aldehydes, ketones, carboxylic acids, aromatics, alkyl halides, etc.).*
- *Name and represent the organic compound structures.*
- *Know the typical reactions of each family of organic compound and its reactive mechanisms.*
- *Suggest reactive schemes in order to prepare simple molecules from specific reagents.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Origem da química orgânica. Estrutura eletrónica e molecular. Estruturas de Lewis e de Kekulé. Híbridizações. Deslocalização eletrónica. Híbridos de ressonância. Grupos funcionais e respetiva nomenclatura. Estereoquímica. Tipos de isómeros e respetiva quiralidade. Projeções de Fischer. Análise conformacional. Ácidos e bases de Brønsted-Lowry. Noções de nucleófilo, eletrófilo, e grupos de saída. Reações SN2, SN1, E1 e E2. Reatividade de ligações π . Hidrogenação e halogenação de compostos alifáticos. Adição eletrófila a alcenos. Regra de Markovnikov. Hidratação. Adição radicalar. Oxidações e reduções. Adição nucleófila ao carbonilo. Introdução à síntese orgânica. Reatividade de aromáticos. Aromaticidade. Compostos heterocíclicos aromáticos. Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos. Substituição eletrófila e nucleófila aromática. Polimerização.

3.3.5. Syllabus:

Origins of organic chemistry. Electronic and molecular structure. Lewis and Kekulé structures. Hybridizations. Electronic delocalization. Hybrid resonance. Functional groups and respective nomenclature. Stereochemistry. Types of isomers and their chirality. Fischer projections. Conformational analysis. Brønsted-Lowry acids and bases. Notions of nucleophile, electrophile and leaving groups. SN2, SN1, E1 and E2 reactions. Reactivity of π bonds. Halogenation and hydrogenation of aliphatic compounds. Electrophile addition to alkenes. Markovnikov's rule. Hydration. Radical addition. Oxidations and reductions. Nucleophilic addition to the carbonyl. Introduction to organic synthesis. Reactivity of aromatics. Aromaticity. Heterocyclic aromatic compounds. Polycyclic aromatic hydrocarbons. Aromatic nucleophilic and electrophilic substitution. Polymerization.

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

Os conteúdos programáticos coadunam-se com os objetivos de aprendizagem desta unidade curricular na medida em que os assuntos propostos permitem uma introdução às bases da química orgânica. Desde as noções de nomenclatura, passando pelos diferentes tipos de reações químicas e mecanismos reacionais característicos de cada família de compostos orgânicos, a unidade curricular pretende essencialmente introduzir os conceitos mais fundamentais da química orgânica, permitindo ao aluno reconhecer os principais grupos funcionais e relacioná-los com a sua reatividade. Dentro do possível, serão focados processos de síntese química orgânica a nível industrial que façam uso das reações expostas.

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

The syllabus is in accordance with the course unit objectives as the application of the knowledge gained herein will introduce students to the fundamentals of organic chemistry. From notions on nomenclature, to the different types of chemical reactions and reactive mechanisms of each family of organic compounds, the Organic Chemistry course unit looks to introduce the main organic chemistry concepts, allowing students to know the main functional groups and relate them according to their reactivity. If possible, there will be a focus on processes of organic chemistry synthesis that would use these reactions at an industrial level.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conteúdos programáticos serão expostos em aulas teóricas, intercaladas por aulas práticas para resolução individual de problemas. Nas aulas de laboratório serão executados trabalhos no âmbito dos temas debatidos nas aulas expositivas. A frequência das aulas de laboratório é obrigatória, sendo tolerada a não realização de um único trabalho. O regime geral de avaliação contínua implica a realização de 3 testes escritos (com ponderação de 25% cada) e a elaboração de relatórios dos trabalhos de laboratório, realizados em grupos de 3 alunos (25%). Os 4 elementos de avaliação (3 testes + relatórios) serão classificados numa escala de 0 a 20 valores e têm uma nota mínima de 9 valores. O aluno é aprovado se obtiver pelo menos 10 valores como média final das provas prestadas e se cumprir as notas mínimas definidas. A não realização de qualquer um dos momentos de avaliação implica a exclusão da modalidade de avaliação contínua e a avaliação por exame final.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The syllabus will be presented in the theoretical classes, alternated with practical classes. Laboratory classes will include exercises related with the topics given during theoretical classes. Laboratory classes are mandatory and students can only fail to provide up to one laboratory exercise. The general continuous assessment requires three written tests (each weighting 25% of the final mark) and a laboratory team report (in groups of 3 students) weighting another 25%. Scores for the three tests and report range from 0 to 20 with a minimum score of 9. Students will pass with a minimum score of 10 as the resulting final average of the written tests, if all scored above the minimum pass marks. Failing to show to any of the tests will make the student ineligible for continuous assessment and to sit a final exam.

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

De modo a serem atingidos os objectivos propostos, as metodologias de ensino da unidade curricular de Química Orgânica visam fornecer um equilíbrio entre o tratamento coerente da teoria base apresentada nas aulas teóricas, com a componente mais prática e experimental das aulas práticas e laboratoriais. Para atingir esta coerência as aulas teóricas serão intercaladas por aulas práticas, para esclarecimento de dúvidas e para fortalecer a consolidação dos conhecimentos através da resolução individual de problemas. Nas aulas de laboratório, em grupo, serão executadas algumas das reações típicas das famílias de compostos orgânicos apresentadas nas aulas expositivas, de modo a que os alunos consigam observar as modificações das propriedades físicas decorrentes das transformações químicas operadas. Especificamente, os alunos irão executar experiências que visam demonstrar as particularidades dos compostos orgânicos do ponto de vista estrutural e da sua reatividade, em particular reações de formação de ligações carbono-carbono e de modificação de grupos funcionais. Pretende-se que haja um acompanhamento pedagógico do aluno com disponibilidade permanente, i.e., sempre que tal seja requisitado pelo aluno, seja por solicitação direta ou através de correio eletrónico.

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

To accomplish the objectives defined for the Organic Chemistry unit, the teaching methodologies aim to provide a balance between working the basic theory introduced in theory classes and the more practical and experimental component of the practical and laboratory classes. In this way, theoretical classes will be alternated with practical classes, to answer students' questions and consolidate knowledge individually through problem solving. Group laboratory classes will allow students to perform some of the typical reactions of the families of organic compounds introduced in theoretical classes. Students will then be able to observe the modifications of the physical properties resultant of the chemistry experiments that have been performed. Students will specifically carry out experiments that aim to demonstrate the particularities of the organic compounds at structural level, together with their reactivity, mainly the reactions which form carbon-carbon bonds and functional group modifications. Tutor supervision should be permanently available to students upon request, whether in person or by email.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Morrison, R. T., Boyd, R. N. (2011). *Química Orgânica*, 16.^a ed. Lisboa, Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian.
2. Solomons, T. W. G. (1996). *Organic Chemistry*, 6th ed. New York, USA: John Wiley & Sons.
3. Vollhardt, K. P. C., Schore, N. E. (2010). *Organic Chemistry - Structure and Function*, 6th ed. New York, USA: W.H. Freeman.
4. Sorrell, T. N. (2006). *Organic Chemistry*, 2nd ed. Sausalito (CA), USA: University Science Books.

Mapa IV - Programação Aplicada**3.3.1. Unidade curricular:**

Programação Aplicada

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

José Braga Vasconcelos (TP: 45h)

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

Armando Manuel Garcia da Silva Fernandes (PL: 15h)

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

Ao completar esta Unidade Curricular o aluno deverá:

- *Ser capaz de transformar um problema num algoritmo.*
- *Ser capaz de escrever em Matlab, Visual C++, ou Visual Basic para Excel, programas que executem um algoritmo.*
- *Ser capaz de identificar qual a linguagem mais eficaz para resolver o problema em mãos.*
- *Ser capaz de depurar um programa.*

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

Students who successfully complete this course unit should:

- *Be able to transform a problem into an algorithm*
- *Be able to write in Matlab, Visual C++ or Visual Basic into Excel, programs that will execute na algorithm.*
- *Be able to identify the most efficient language to solve a specific problem.*
- *Be able to debug a program.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Definição de algoritmo. Transformação de um problema num algoritmo. Pseudo-código.*
- 2. Conceitos básicos de programação (em Matlab). Decisões e loops. Matrizes, vectores e strings. Estrutura modular. Depuração de programas.*
- 3. Matlab mais avançado. Operações com matrizes e vectores. Estruturas de dados. Introdução a funções estatísticas e de processamento de imagem. Apresentação visual de resultados. Operações com ficheiros.*
- 4. Programação em C++. Conceitos básicos de programação aplicados a C++. Compilação. Apontadores. Introdução à programação por objectos. Operações com ficheiros.*
- 5. Visual Basic em Excel. Conceitos básicos de programação aplicados a Visual Basic. Macros. Aprendizagem de código através da gravação de macros. Comandos específicos para seleccionar células: cell, range e offset. Uso de funções do Excel. Propriedades dos objectos. Formulários.*

3.3.5. Syllabus:

- 1. Algorithm definition. Transforming a problem into an algorithm. Pseudocode.*
- 2. Basic programming concepts (in Matlab). Decisions and loops. Matrices, vectors and strings. Modular structure. Program debugging.*
- 3. Advanced Matlab. Operations with matrices and vectors. Data structures. Introduction to statistical functions and image processing. Visual presentation of results. File operations.*
- 4. C++ programming. Basic applied programming concepts for C++. Compiling. Markers. Introduction to object-oriented programming. File operations.*
- 5. Visual Basic in Excel. Basic concepts of Visual Basic applied programming. Macros. Learning code by saving macros. Specific commands for cell selection: cell, range and offset. Excel functionalities. Object properties. Forms.*

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

Os conteúdos programáticos descrevem os fundamentos de programação e focam os comandos essenciais para se escrever um programa. Estes conteúdos incidem também sobre a utilização de ferramentas de depuração do código.

Inicialmente será dada uma introdução ao que é um algoritmo e a possíveis formas de estruturar e escrever os passos de um algoritmo por forma a permitir a sua implementação.

A utilização de três linguagens diferentes ajudará os utilizadores a perceber as vantagens e desvantagens de cada uma delas.

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

The syllabus describes the programming bases and is focused on the essential commands for programming. These contents are also focused on the use of code debugging tools.

There will be an initial introduction to algorithms and ways for structuring and writing the steps of an algorithm in order to allow its implementation.

The use of three different languages will help users to understand the advantages and disadvantages of

each one of them.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas serão teórico-práticas para que cada novo conceito seja sempre acompanhado por exercícios práticos, que os alunos implementarão (se possível) nos seus próprios computadores, ou em computadores da Universidade. Durante os exercícios procurar-se-á identificar tópicos de dificuldade na aprendizagem que serão novamente explicados.

Nos exemplos serão introduzidos pequenos erros para que os alunos aprendam a reconhecer as mensagens de erro.

Será dado especial destaque à necessidade de criar uma sequência de passos simples até ao limite de uma linha de código para criar um programa.

Será dada primazia à aprendizagem robusta dos conceitos fundamentais em detrimento de exemplos muito complexos.

A avaliação será feita através da realização de exercícios semanais que serão resolvidos todas as semanas nas aulas práticas com peso de 20% na nota final.

A avaliação final consistirá de um trabalho final e de um exame com peso de 40% cada na nota final.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Classes are simultaneously theoretical and practical so that each new concept is supported by practical exercises that students will carry out (if possible) in their own computers or in campus computers. During these exercises, the most difficult topics for students will be singled out for further explanation.

Small errors will be introduced in the examples so that students can learn how to point out error messages.

In the beginning of each class, the concepts introduced in the previous one will be recalled.

Focus will be on the need of creating a simple sequence of steps up to the end of a code line to create a program.

Preference will be given to learning fundamental concepts rather than complex examples.

Assessment will be comprised of weekly exercises carried out each week during practical classes, which weight 20% of the final mark.

Final assessment will be comprised of a final paper and an exam, each weighting 40% of the final mark.

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

A forte utilização de exemplos a ser reproduzidos pelos alunos (sempre que possível) durante as aulas permitirá eliminar barreiras à utilização das linguagens de programação.

O facto de as aulas serem teórico-práticas ajuda os alunos a compreender que programar é uma ferramenta e não simplesmente uma construção teórica.

Uma avaliação baseada na execução de trabalhos de casa e de um trabalho final permitirá aos alunos ganhar facilidade na utilização das linguagens.

Rever a matéria da aula anterior no início de cada aula ajuda a relembrar e solidificar conceitos. Há também a tentativa de que os alunos acompanhem a matéria através da realização de exercícios semanais e da repetição de aulas com conceitos que o docente note que estão a ser dificilmente assimilados pelos alunos.

O exame final consistirá de exercícios do mesmo grau de dificuldade dos exercícios semanais.

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

The heavy use of examples to be reproduced by students (whenever possible) during class will allow students to overcome the barriers for using programming languages.

Classes are simultaneously theoretical and practical which helps students to understand that programming is a tool and not just a theoretical formulation.

Assessment is based on homework and a final assignment which will allow students to handle programming languages with ease.

Recalling the previous contents in the beginning of each class helps students to remember and consolidate concepts. The weekly exercises may lead students to keep track of the unit's contents, as well as repeating the concepts the students may find most difficult.

The final exam will consist of exercises as difficult as the weekly exercises provided in class.

3.3.9. Bibliografia principal:

Attaway, S. (2009). Matlab: A Practical Introduction to Programming and Problem Solving. Amsterdam ; Boston: Butterworth-Heinemann.

Horton, I. (2010). Ivor Horton's Beginning Visual C++ 2010. Indianapolis, IN: Wrox.

Walkenbach, J. (2010). Excel 2010 Power Programming with VBA. Hoboken, NJ: Wiley.

Mapa IV - Introdução à Engenharia de Materiais

3.3.1. Unidade curricular:

Introdução à Engenharia de Materiais

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

Ana Clara Lopes Marques (T=35h, P=15h, S=5h, OT=5h)

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

<sem resposta>

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

Esta unidade curricular (UC) tem como principal objetivo introduzir aos estudantes o papel do Engenheiro de Materiais na indústria e na sociedade atual, as diversas áreas temáticas abordadas ao longo da licenciatura e, em particular os conceitos chave relacionados com seleção e aplicações de materiais. O aluno deverá compreender a importância da relação estrutura / propriedades / aplicações dos materiais e aperceber-se da larga variedade e potencialidade dos materiais naturais e sintéticos e de como estes poderão ser críticos no desenvolvimento tecnológico, desde que corretamente trabalhados e utilizados. O aluno deverá ficar apto a identificar as diferenças estruturais e funcionais dos materiais metálicos, cerâmicos, poliméricos e compósitos, que por sua vez serão alvo de estudo mais aprofundado no decorrer do curso, e a selecionar os vários tipos de materiais consoante as suas propriedades, para aplicações específicas.

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

This course unit aims to introduce students to the role of a materials engineer in industry and society contexts, as well as the various areas presented along the undergraduate program, mainly the key concepts regarding material selection and application.

Students should be able to understand the relevance of the interplay between materials structure, properties and application. Students are also expected to realize the large variety and potential of natural and synthetic materials and their critical importance on technological developments when properly used. Students should be able to identify the structural and functional differences between metallic, ceramic, polymeric and composite materials (which in turn will be further analyzed during the course) and to select the various types of materials according to each property and specific use.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- Introdução:

O papel e a importância da Ciência de Materiais e do Engenheiro de Materiais no desenvolvimento de produto e na sociedade atual. As funções dos materiais em Engenharia. As diferentes classes de materiais. Princípios fundamentais da seleção de materiais. Competição e complementaridade entre materiais.

- Relação estrutura / propriedades:

Microestrutura e propriedades típicas dos materiais. Relação entre o comportamento mecânico, térmico e elétrico dos materiais e o tipo de ligação química (iônica, covalente, metálica, Van de Walls e pontes de hidrogénio), a estrutura cristalina (e.g. amorfa e cristalina) e a microestrutura (empacotamento e arranjos atômicos, conceitos de cristalografia, defeitos da rede cristalina, difusão, solidificação, diagramas de fase, etc.).

- Noções de técnicas de processamento e reciclagem de materiais (metais, cerâmicos, polímeros e compósitos). Breve análise do ciclo de vida de materiais.

- Aplicações e estudo de casos exemplificativos.

3.3.5. Syllabus:

(1) Introduction:

The relevance and the role of Materials Science and Materials Engineers for the development of products in today's society. The use of materials in engineering. The different classes of materials. Fundamental principles for selecting materials. Competition and complementarity between materials.

(2) Structure/properties relationship:

Microstructure and typical properties of materials. Relationship between the materials mechanical, thermal and electrical behavior and the type of chemical bonding (ionic, covalent, metallic, Van der Walls and hydrogen bonding), the crystalline structure (i.e. amorphous and crystalline) and the microstructure (packing and atomic arrangements, crystallography concepts, crystalline network defects, diffusion, solidification, phase diagrams, etc.).

(3) Technical notions of processing and recycling of materials (metal, ceramic, polymer and composite). Brief analysis of the materials life cycle.

(4) Applications and case studies.

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

Entendendo que a função do Engenheiro de Materiais abrange, mas também ultrapassa as suas competências técnicas, acha-se fundamental elucidar os alunos quanto à sua missão como futuros Engenheiros de Materiais. Essa missão, no sentido mais abrangente, pode ser caracterizada nas seguintes vertentes: participar na criação e desenvolvimento de produto; participar na manutenção e gestão de processos de produção, assegurando a sua qualidade; ser elemento ativo no processo de criação de riqueza, com base na Inovação de base Tecnológica; promover a competitividade pela integração da Investigação Científica. O ponto (1) dos Conteúdos Programáticos visa introduzir aos estudantes o papel do Engenheiro de Materiais e incluirá uma série de seminários em que Engenheiros de Materiais que trabalham em diversos sectores apresentarão a sua experiência profissional a nível de desenvolvimento de produto, gestão de processos de fabrico e da qualidade. Outro aspeto que certamente irá promover a apreensão da sua missão é o facto da Docente desta UC (formada em Engenharia de Materiais) ter desenvolvido funções de desenvolvimento de produto e de coordenação de atividades de I&D tanto na indústria como no mundo académico.

As competências técnicas dos Engenheiros de Materiais são imprescindíveis para o cumprimento da sua missão, pelo que esta UC destinar-se-á também à introdução dos conceitos chave e princípios básicos da Engenharia de Materiais que servirão de alicerce para a prossecução do curso em Engenharia de Materiais e, conseqüentemente para o desempenho profissional dos futuros Engenheiros a formarem-se nesta área. Deste modo, ainda no ponto (1) dos Conteúdos Programáticos, serão abordadas as diversas classes de materiais e princípios para a sua seleção e no ponto (2) dar-se-ão as noções de ligação química, estrutura cristalina e microestrutura dos materiais (metais, cerâmicos, polímeros e compósitos) e a sua relação com as propriedades físicas, térmicas e mecânicas típicas de cada classe de materiais. A estrutura dos materiais depende dos métodos de processamento utilizados, cujas noções serão apreendidas no ponto (3) dos Conteúdos Programáticos, e as propriedades obtidas (incluindo outros fatores, como os custos associados), permitirão determinadas aplicações descritas no ponto (4). Esta estruturação dos Conteúdos Programáticos permitirá a compreensão da relação estrutura / propriedades / aplicações, um dos principais objetivos de aprendizagem nesta UC, bem como promoverá a aquisição de conhecimentos das várias classes de materiais, a nível de estrutura e propriedades. O estudo de vários casos exemplificativos (ponto (4)) onde, de entre vários tipos de materiais apresentados, será selecionado o material mais adequado para uma determinada aplicação, treinará os estudantes a relacionar, de maneira crítica, a estrutura com as propriedades que dela derivam e a aplicar os critérios de seleção de materiais, pondo em prática os conhecimentos adquiridos nesta UC.

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

Considering that the role of materials engineers extends beyond their technical competences, it is highly important to explain to students their mission as tomorrow's materials engineers. This mission, broadly speaking, can be described as: participating in product creation and development; participating in maintenance and management of production processes, guaranteeing its quality; taking an active part in the creation of value, based on technology innovation; promoting competitiveness through scientific research. In this syllabus, topic (1) aims to introduce the role of the materials engineer to students and includes a series of seminars where materials engineers from different sectors will bring their professional experience on product development, quality and manufacturing process management. Another aspect that will most certainly promote this mission is based on the fact that the lecturer of this unit (graduated in Materials Engineering) has professional experience on product development and coordination of R&D activities in both the industry and academy environment.

The technical skills of a materials engineer are indispensable to be well succeeded in his work. This unit will also introduce key concepts and basic principles of Materials Engineering that will be the foundations for the following subjects in the Materials Engineering degree and consequently also for tomorrow's engineer professional performance. In this way, point (1) focus on the different classes of materials and principles for their selection. In point (2), it will be presented the notions of chemical bonding, crystalline structure and materials microstructure (metal, ceramic, polymer and composite) and their relationship with the physical, thermal and mechanical properties of each class of materials. The materials structure will depend upon the processing methods used, which will be addressed on point (3) of the syllabus. The obtained properties (including other factors such as the associated costs) will enable specific applications described on point (4). This syllabus structure will promote the understanding of the structure/properties/applications relationship, which is one of the main objectives to be achieved in this unit, as well as getting knowledge on the different classes of materials at both the structure and property levels. The case studies on point (4), show how to select the most suitable material for a specific application, training the students to critically apply their learnings on the structure/properties/applications relationship and materials selection criteria.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta UC compreenderá aulas de carácter teórico (T) e prático (P), seminários (S) e orientação tutorial (OT). A componente T será exposta por apresentação/discussão oral acompanhada por diapositivos. As aulas de carácter P incluem estudos de casos exemplificativos. Será realizado um trabalho de grupo, que consistirá na seleção, justificada, do material mais adequado, para uma determinada aplicação. Será

realizado parcialmente na aula, onde os alunos serão avaliados quanto à sua pro-atividade, capacidade técnica, capacidade de trabalho em grupo e de liderança. No final farão uma apresentação oral, em que as suas competências de comunicação serão também avaliadas.

As aulas de seminários serão dedicadas à apreensão do papel do Engenheiro de Materiais e consistirão em apresentações dadas por Engenheiros de Materiais que trabalham em diversos sectores desde desenvolvimento de produto a gestão de processos de fabrico e da qualidade.

Avaliação: exame (80%) e trabalho de grupo (20%).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

This course unit will comprise theoretical (T) and practical (P) classes, as well as seminars (S) and tutorials (OT). T classes consist of oral presentations and discussions supported by powerpoint presentations. P classes include example case studies. There will be a team project based on a justified selection of the most suitable material for a specific application. It will be partially performed in class, where students will be assessed according to their proactivity, technical know-how, team work and leadership. Students are also expected to provide a final oral presentation where their communication skills will also be assessed. Seminars will be dedicated to learning the role of a materials engineer and will consist of presentations given by actual materials engineers working in different sectors, from product development to quality and manufacturing process management.

Assessment: Exam (80%) and team project (20%).

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

A metodologia expositiva utilizada para explicar a matéria teórica e o conjunto de atividades previstas na UC possibilitam atingir todos os objetivos de aprendizagem.

Uma vez que a compreensão do papel do Engenheiro de Materiais é um dos objetivos desta Unidade Curricular, será incluída uma série de seminários em que Engenheiros de Materiais que trabalham em diversos sectores apresentarão a sua experiência profissional a nível de desenvolvimento de produto, gestão de processos de fabrico e da qualidade. Os seminários darão uma visão de como se faz Engenharia de Materiais num contexto real, e mostrarão como é importante o domínio dos fundamentos de Ciência e Tecnologia de Materiais na resolução de problemas tecnológicos na indústria. Outro aspeto que certamente irá promover a apreensão da sua missão como futuros Engenheiros de Materiais é o facto da Regente desta Unidade Curricular (formada em Engenharia de Materiais) ter também participado em atividades de desenvolvimento de produto e de coordenação de I&D durante vários anos na indústria, bem como no mundo académico. O trabalho de grupo que consistirá no estudo de casos exemplificativos onde serão considerados vários materiais para a mesma aplicação e se terá que selecionar o melhor, treinará os estudantes a relacionar, de maneira crítica, a estrutura com as propriedades que dela derivam e a aplicar os critérios de seleção de materiais, pondo em prática os conhecimentos adquiridos nesta Unidade Curricular e a consolidação da aprendizagem dos conceitos fundamentais. Competências técnicas, proatividade, trabalho em equipa, liderança e capacidade de comunicação são características que um aluno de Engenharia deverá desenvolver, pelo que estas serão tidas em conta na avaliação do trabalho de grupo. Os conhecimentos no âmbito da relação estrutura/propriedades/aplicações e de seleção de materiais, um principal objetivo desta Unidade Curricular, serão apreendidos nas aulas T e TP e avaliados através do trabalho de grupo e exame. Estes métodos de avaliação permitem averiguar se o aluno adquiriu conhecimentos suficientes para atingir os objetivos propostos na UC.

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

The expositive methodology used to demonstrate the theory and all the programmed activities in the course unit will therefore allow the accomplishment of all the learning objectives.

Since the understanding of the role of a materials engineer is one of this units objectives, it will be included a series of seminars where materials engineers who work in different sectors, from product development to quality and manufacturing process management, will introduce their professional experience. Seminars will allow the understanding of materials engineering in real world situations and will show the importance of the fundamentals on Materials Science and Technology in technical problem solving. Another aspect that will most certainly promote this mission is based on the fact that the lecturer of this unit (graduated in Materials Engineering) has professional experience on product development and coordination of R&D activity in both industry and academy. The team project consists of case studies where various materials will be considered for the same application and the most suitable one will be selected. This will train the students to critically apply their learnings on the structure/properties/applications relationship and materials selection criteria, consolidating the fundamental know-how acquired. The team project evaluation will take into account the technical knowledge, proactivity, team work, leadership and communication skills, which are qualities that an engineering student should develop.

T and TP classes will provide knowledge on the structure/properties/applications relationship (one of the main objectives in this course unit) which will be assessed in the exam and team project.

The assessment methodology will make possible to know if the course unit objectives have been accomplished by the student.

3.3.9. Bibliografia principal:

- (1) Smith, W.F. (1990) *Principles of Materials Science and Engineering*. McGraw-Hill International Editions.
- (2) Callister Jr, W.D. (2007) *Materials Science and Engineering: an Introduction, 7th ed.*. John Wiley & Sons, Inc.
- (3) Askeland, D.R., Phulé, P.P. (2003). *The Science and Engineering of Materials*. Thomson.
- (4) Callister, W.D. (2001). *Fundamentals of Materials Science and Engineering / An Interactive e.Text*. Wiley.
- (5) Shackelford, J.F. (2000). *Introduction to Materials Science for Engineers*. Prentice Hall.
- (6) Ashby, M.F. (2006). *Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures, Processing and Design*, e-book. Elsevier.
- (8) Jacobs, J.A., Kilduff, T. (2005). *Engineering Materials Technology: Structures, Processing, Properties and Selection*. Pearson-Prentice Hall.
- (10) Budinsky, K.G., Budinsky, M.K. (2010). *Engineering Materials: Properties and Selection*. Pearson-Prentice Hall.

Mapa IV - Mecânica e Ondas**3.3.1. Unidade curricular:**

Mecânica e Ondas

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

Armando Manuel Garcia da Silva Fernandes; T=40h; P=20h

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

<sem resposta>

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

O objetivo da aprendizagem dessa UC é dar ao aluno a capacidade de descrever, analisar e resolver problemas relacionados com alguns fenómenos elementares da mecânica, incluindo ondas e vibrações. Além disso, introduzir os conceitos básicos de mecânica clássica com ênfase na resolução de problemas para lhe servir de base para a sua formação profissional.

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

This course unit aims to provide students the ability to describe, analyze and solve problems related with basic mechanical phenomena, including waves and vibrations. It also aims to introduce the basic concepts of classical mechanics with focus on problem solving as an adequate support for the students' professional training.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Sistemas de unidades, grandezas e dimensões
Movimento unidimensional e bidimensional
Leis de Newton. Trabalho. Energia potencial.
Conservação da energia mecânica.
Centro de massa. Colisões.
Momento de uma força e momento de inércia. Momento angular.
Gravidade. Leis de Kepler. Lei da gravitação de Newton.
Equilíbrio estático e elasticidade. Tensão e deformação.
Fluidos. Pressão num fluido. Impulsão e princípio de Arquimedes. Hidrostática. Equação de Bernoulli.
Escoamento viscoso. Lei de Poiseuille
Número de Reynolds.
Oscilações. Ondas transversais e ondas longitudinais.
Reflexão. Refração. Difração.
Sobreposição de ondas e ondas estacionárias.*

3.3.5. Syllabus:

*Systems of units, scales and dimensions
Unidimensional and bidimensional movements
Newton's laws. Work. Potential energy.
Conservation of mechanical energy
Center of mass. Collisions.
Movement of a force and moment of inertia. Angular momentum.
Gravity. Kepler's laws. Newton's law of gravitation.*

*Static equilibrium and elasticity. Tension and deformation.
Fluids. Fluid pressure. Impulsion and Archimedes' principle. Hydrostatics. Bernoulli's equation.
Viscous flow. Poiseuille's law.
Reynolds number.
Oscillations. Transverse and longitudinal waves.
Reflection. Refraction. Diffraction.
Wave superposition and stationary waves.*

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

Os assuntos relacionados no conteúdo programático são fundamentais para desenvolver a capacidade do aluno em reconhecer, analisar e resolver problemas da mecânica. Através desde o aluno tem toda uma fundamentação teórica necessária para descrever matematicamente um problema físico na mecânica ou em outras áreas.

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

The syllabus subjects are essential for students to develop their abilities for acknowledging, analyzing and solving mechanical problems. Students will be provided a comprehensive theoretical base for the mathematical description of a physical problem in the field of mechanics or other.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino baseia-se em aulas teóricas e aulas práticas. Nas aulas teóricas são apresentados os conceitos e fundamentação teórica com alguns exemplos. Nas aulas práticas são resolvidas fichas de trabalho, disponibilizadas com antecedência, na primeira parte da aula pelo docente, na segunda parte pelos discentes.

A avaliação consiste em três testes a realizar nas aulas práticas e dois trabalhos. O primeiro teste com cotação 20%, 2º e 3º testes com cotações 30%. Os trabalhos 10% cada.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching methodology is based on theoretical and practical classes. The concepts and the theoretical bases will be introduced in theoretical classes, along with examples. In practical classes, worksheets that will have been provided beforehand to students will be used by the lecturer in the first half and by students on the second.

Assessment is comprised of three tests that will take place during practical classes and two papers. The first test is weighted 20%, with the second and third tests weighting 30% each. Papers weight 10% each.

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

A disponibilização prévia do material teórico e fichas de trabalho permite que o aluno prepare com antecedência as aulas e que participe de forma ativa no processo de aprendizagem. A resolução de problemas nas aulas práticas permite o desenvolvimento das capacidades de análise para situações variadas.

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

Students will be given texts and worksheets beforehand, thus allowing them to prepare classes and take an active part in the learning process. Problem solving in practical classes will allow developing the analysis ability of students in several situations.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. TIPLER, P. A.; MOSCA, G. (2006) Física para cientistas e engenheiros - Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica. 5.ed. LTC.

2. HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; E. WALKER, J. (1996) Fundamentos da Física. V. 1. 4.ed.- Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos.

3. YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. F. (2004). Física I. 10.ed. Prentice-Hall.

Mapa IV - Caracterização dos Materiais I

3.3.1. Unidade curricular:

Caracterização dos Materiais I

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

Luís Miguel Amante Fortes (T=10h PL=20h)

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

Sónia Cristina da Conceição de Matos Eugénio (T=10h PL=20h)

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

Nesta UC os alunos tomarão conhecimento das normas vigentes de ensaios para a determinação de propriedades físicas de materiais e aprenderão a analisar metalograficamente e microscopicamente uma amostra metálica onde a sua composição é desconhecida. Além disso, esta UC visa a compreensão do modo de funcionamento de várias técnicas de caracterização (física, estrutural, microscópica, química), destrutivas e não destrutivas, e sua aplicação aos diversos materiais, incluindo preparação de amostras e tratamento de resultados.

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

In this Course Unit students will be elucidated about the existing test standards for the determination of physical properties of materials and they will learn how to analyse metallographic and microscopically a metal sample whose composition is unknown. Furthermore, this course unit aims to make students understand the mode of operation of various destructive and non-destructive characterization techniques (physical, structural, microscopic, chemical) and their application in various materials, including sample preparation and processing of results.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução às normas de ensaio e caracterização*
- 2. Ensaios para caracterização de propriedades físicas. Exemplos de normas para determinação da: densidade; porosidade; tamanho de grão; expansão térmica; calor específico; condutividade térmica; condutividade elétrica.*
- 3. Difração de raios X*
- 4. Microscopia óptica e electrónica (SEM e TEM)*
- 5. Metalografia: preparação de amostras metálicas para exame metalográfico; determinação e quantificação das fases que compõem o metal; relação entre a estrutura e constituição de metais e suas ligas, com as suas propriedades físicas, químicas e mecânicas.*
- 6. Caracterização química: análise química por absorção atómica, ICP e fluorescência de raios-X.*
- 7. Ensaios não-destrutivos: objetivos e classificação dos métodos; técnicas de inspeção visual; emissão acústica; métodos electromagnéticos: correntes de Eddy; inspeção por partículas magnéticas; líquidos penetrantes; métodos radiográficos, por ultra-sons e vibracionais.*

3.3.5. Syllabus:

- 1. Introduction to test standards and characterization*
- 2. Tests for characterization of physical properties. Examples of standards for determination of: density; porosity; grain size; thermal expansion; specific heat; thermal conductivity; electrical conductivity*
- 3. X-ray diffraction*
- 4. Optical and Electron Microscopy*
- 5. Metallography: Preparation of metallic samples for metallographic examination; determination and quantification of the phases that compose the metal; relationship between the structure and constitution of metals and their alloys, with their physical, chemical and mechanical properties.*
- 6. Chemical characterization: chemical analysis by atomic absorption, ICP and X-ray fluorescence.*
- 7. Non- destructive tests: purposes and classification of methods; visual inspection techniques; acoustic emission; electromagnetic methods: Eddy currents; magnetic particle inspection; penetrating liquids; radiographic methods, with ultrasounds and vibrations.*

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

Os conteúdos desta unidade curricular abrangem os conceitos fundamentais que qualquer Engenheiro de Materiais deve dominar. Acrescenta-se a estes fundamentos, uma componente de introdução a várias técnicas de caracterização de materiais (física, estrutural, mecânica, térmica), destrutiva e não destrutiva, as quais foram devidamente enquadradas nos conteúdos previstos (pontos 2, 3, 4, 6 e 7 dos Conteúdos Programáticos), tendo sempre em atenção a utilização das normas vigentes de ensaios (cuja importância é referida no ponto 1). Estas técnicas de caracterização incluem ainda as técnicas de determinação da distribuição granulométrica de partículas, bem como as técnicas de avaliação de densidades, porosidade, tamanho de poros e área de superfície específica, de crucial importância para os processos que envolvem materiais na forma de pós e/ou porosos (ponto 2).

O ponto 5 dos Conteúdos Programáticos visa o tema de Metalografia, que permitirá a aprendizagem da análise metalográfica de uma amostra metálica onde a sua composição é desconhecida, um dos objetivos desta UC. A análise microscópica destes materiais será aprendida no ponto 4 dos Conteúdos Programáticos.

O programa geral desta disciplina foi definido tendo por base manuais de referência, sendo complementado a uma escala de maior detalhe com a experiência dos docentes envolvidos. Este binómio é relevante para atingir os objetivos desta unidade.

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

The contents of this course unit cover the fundamental concepts that any Materials Engineer must master. Added to these fundamentals, there is one component of introduction to various characterization techniques of materials (physical, structural, thermal), which were duly adapted to the contents provided (Sections 2, 3, 4, 6 and 7 of the Program Contents), always bearing in mind the use of existing test standards (whose importance is referred to in point 1).

These characterization techniques include also the techniques for determining granulometric distribution of particles as well as the techniques for evaluation of density, porosity, grain size and specific surface area of crucial importance for the processes involving materials in the form of powders and / or porous (point 2).

The point 5 of the Program Contents is about the theme of Metallography, which will allow the learning of metallographic analysis of a metal sample where its composition is unknown, one of the goals of this Course Unit. Microscopic analysis of these materials will be learned in Section 4 of the Program Contents. The syllabus of this course unit was set based on well-known manuals complemented at a more detailed level by the experience of the teachers involved. This interface is relevant in order to achieve the goals of this unit.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Teaching method:

- *Theoretical classes, lecture method.*
- *Laboratory practical classes, with characterization of materials using various techniques.*

Assessment:

Assessment will be comprised of frequency or frequency and an exam. Assessment based on frequency will include two tests and laboratory work. Student will not have to sit a final exam if, either in tests or presentation and laboratory exercise, a minimum mark of 9.5 is obtained, and if tests score no lower than 8.

The exam score should not be below 9.5. The final mark cannot be lower than 10 and will be determined by the following:

$$Cf = C1 \times 0,4 + C2 \times 0,6$$

C1 – Classification of Exam or Average of Tests

C2 – Classification of Laboratory Work.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

This course unit will be comprised of theoretical (T) and practical (P) classes, as well as laboratory classes (PL). T classes consist of oral presentations and discussions of concepts supported by powerpoint presentations. P classes include problem solving and example case studies and are alternated with PL classes. These will involve experiments related with observation, analysis and manipulation of interfacial phenomena, measuring interfacial parameters, preparing colloidal systems, studying emulsions, foams and their stability, and more. Students will be expected to present the reports of their experiments. Assessment will be comprised of 3 tests (90%) and a final laboratory report (10%). The report mark will also consider the student's performance during classes and laboratory activities.

Students with pass marks in all three tests and laboratory report will not be required to sit an exam.

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

Esta unidade curricular possui uma componente descritiva dominante, e frequentemente os alunos de Engenharia apresentam mais dificuldades neste contexto. Assim, será maioritariamente nas aulas práticas (80% dos ECTS), i.e. em laboratório, que a componente descritiva será explicada, de modo a que os alunos, lado a lado com o equipamento, possam melhor visualizar e compreender o princípio de funcionamento das várias técnicas de caracterização. A explicação será seguida por um ensaio de caracterização na técnica respetiva. Esta abordagem servirá para promover a dinamização do processo de aprendizagem, facilitando a apreensão das matérias e complementando-as. Nestas aulas, os alunos serão chamados a participar de forma ativa, individualmente ou em grupo, para cumprirem objetivos definidos para cada aula. A cada grupo de alunos será alocado um tema de trabalho (estudo de um material selecionado usando uma determinada técnica de caracterização), tendo a oportunidade de utilizar o equipamento de modo a obter os dados que serão posteriormente tratados, reportados, analisados e discutidos na forma de um relatório, contendo uma introdução teórica sobre a técnica utilizada. Tal

trabalho terá um peso de 60% na avaliação da UC.

A possibilidade de realização de dois testes e trabalho laboratorial permite uma maior distribuição do esforço dos alunos ao longo do semestre, refletindo-se no sucesso alcançado.

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

This course unit has a dominant descriptive component, and often Engineering students have more difficulties in this context. Thus, it will be mostly in practical classes (80% dos ECTS), that's to say, in laboratory, that the descriptive component will be explained, so that the students, side by side with the equipment, can visualize in a proper way and understand the functioning principle of the various characterization techniques. The explanation will be followed by a test of characterization of the corresponding technique. This approach will promote dynamics in the learning process, making the understanding of contents easier and complementing the same. In these classes, students will be asked to participate actively, individually or in groups, in order to achieve the defined objectives for each class. Each group of students will be assigned a topic of work (study of a selected material using a particular characterization technique), having the opportunity to use the equipment in order to get the data to be further processed, reported, analyzed and discussed in the form a report, containing a theoretical introduction regarding the technique used.

The possibility of performing two tests and laboratory work permits a better distribution of students' efforts throughout the semester, being reflected in the success achieved.

3.3.9. Bibliografia principal:

Flewitt, P.E.J., Wild, R. K. (2003), Physical Methods for Materials Characterisation (Second Edition), Philadelphia: CRC Press. ISBN-13: 978-0-7503-0808-3, ISBN-10: 0-7503-0808-7

Brundle, C.R., Evans Jr. C.A., Wilson, S. (1992) Encyclopedia of Materials Characterization, Stoneham: Butterworth-Heinemann. ISBN-10: 0-7506-9168-9.

Cardarelli, F. (2008), Materials Handbook, A Concise Desktop Reference (2nd Edition), London: Springer-Verlag. ISBN-13: 978-1-84628-668-1.

Mapa IV - Estrutura de Materiais e Transformações de Fases

3.3.1. Unidade curricular:

Estrutura de Materiais e Transformações de Fases

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

Sónia Cristina da Conceição de Matos Eugénio (TP: 60h)

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

<sem resposta>

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

Pretende-se que o aluno adquira sólidos conhecimentos sobre cristalografia e estrutura dos materiais, diagramas de fases e transformações de fases. Os objectivos da disciplina incluem o conhecimento de:

- fundamentos de cristalografia, abordando temas como operações de simetria, rede cristalina, rede recíproca;*
- a estrutura dos materiais metálicos, cerâmicos e poliméricos;*
- defeitos que ocorrem nas estruturas cristalinas,*
- termodinâmica e diagramas de fases*
- difusão atómica em sólidos*
- transformações em fase sólida com e sem difusão (cinética, mecanismos e microestruturas).*

Estes conhecimentos fornecem ao aluno as ferramentas básicas que permitirão relacionar a estrutura com as propriedades dos materiais a abordar em disciplinas futuras.

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

Students should gain a solid knowledge on crystallography and materials structure, phase diagrams and phase transformation. The course unit objectives include:

- Fundamentals of crystallography, covering topics such as symmetry operations, lattice, reciprocal lattice;*
- Metallic, ceramic and polymeric materials structure;*
- Defects on crystal structures;*
- Thermodynamics and phase diagrams*
- Atomic diffusion in solids*
- Solid phase transformations with and without diffusion (kinetic, mechanisms and microstructures).*

These skills will provide students the elementary tools that will allow relating structure with the properties of the materials to be addressed further on this course.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1 *Cristalografia: Estruturas amorfas e cristalinas. Redes bidimensionais. Redes de Bravais. Índices de Miller e de Miller-Bravais. Direções e planos cristalográficos. Grupos pontuais e espaciais de simetria. Grupos simórficos e não simórficos. Zona e eixo de zona. Projeção estereográfica.*
- 2 *Estruturas dos materiais metálicos, cerâmicos e poliméricos. Fullerenos e nanotubos.*
- 3 *Defeitos cristalinos, deslocações.*
- 4 *Termodinâmica e diagramas de fases.*
- 5 *Difusão: Difusão atómica, intersticial e substitucional. Difusão em sistemas binários multifásicos.*
- 6 *Solidificação: Nucleação e crescimento em metais puros. Solidificação em lingotes, estruturas vazadas e soldadas.*
- 7 *Transformações em fase sólida com difusão: Nucleação homogénea e heterogénea. Crescimento de precipitados. Diagramas TTT. Endurecimento por precipitação. Transformação spinodal. Precipitação de ferrite.*
- 8 *Transformações em fase sólida sem difusão: Nucleação e crescimento da martensite. Ligas com memória de forma.*

3.3.5. Syllabus:

- 1 *Crystallography: amorphous and crystalline structures. Bidimensional networks. Bravais lattices. Miller and Miller-Bravais index. Crystallographic planes and directions. Point and space groups of symmetry. Symorphic and non symorphic groups. Zone and zone axis. Stereographic projection.*
- 2 *Structures of metallic, ceramic and polymeric materials. Fullerenes and nanotubes.*
- 3 *Crystalline defects, dislocations.*
- 4 *Thermodynamics and phase diagrams.*
- 5 *Diffusion: atomic, substitutional and interstitial diffusion. Diffusion in multiphase binary systems.*
- 6 *Solidification: Nucleation and growth in pure metals. Solidification in ingots, castings and welded structures.*
- 7 *Transformations in solid phase diffusion: homogeneous and heterogeneous nucleation. Growth of precipitates. TTT diagrams. Precipitation hardening. Spinodal transformation. Precipitation of ferrite.*
- 8 *Solid phase diffusionless transformations: Nucleation and growth of martensite. Shape memory alloys*

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

A sequência de conteúdos proposta tem o objectivo de transmitir ao aluno sólidos conhecimentos sobre estrutura dos materiais (incluindo defeitos estruturais), diagramas de fases e transformações de fases. Estes são os conceitos fundamentais da ciência de materiais que um engenheiro de materiais terá que compreender e manipular de modo a desenvolver a suas atividade com sucesso. Estes conhecimentos dotarão o aluno das ferramentas necessárias que lhe permitirão relacionar a estrutura com as propriedades dos materiais a abordar e desenvolver em unidades curriculares subsequentes.

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

The sequence of topics proposed in the program aims to provide knowledge to students on the structure of materials (including structural defects), phase diagrams and the basics of phase transformations. These are the fundamental concepts of materials science that a successful materials engineer should understand and know how to manipulate. This knowledge will provide the students the necessary tools that allow relating materials structure and its properties that will addressed and developed further on the next course units.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Tratando-se de um curso para alunos de licenciatura, as horas de contacto docente-aluno são destinadas à exposição dos conteúdos do programa, bem como à resolução de diversos exercícios de aplicação prática. Serão também efectuadas algumas aulas de demonstração em laboratório. A avaliação inclui duas opções: testes ou exame final. Nota mínima de cada teste/exame: 9.5 (numa escala de 20 valores).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Being an undergraduate program, student-lecturer time will be dedicated to the explanation of the unit contents, together with practical exercises. Laboratory classes will also take place for demonstrations.

Assessment includes two options: tests or final exam.

Minimum pass score for each test or exam: 9.5 (out of 20).

The exam can be made for improving grades, as one of the test can be repeated.

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

Os métodos de ensino baseiam-se na transferência de conhecimentos por apresentações multimédia e ainda através da resolução de exercícios e problemas. Esta abordagem permite cumprir os objectivos da unidade curricular, fornecendo aos alunos as bases necessárias para unidades curriculares futuras, permitindo ainda o nivelamento do conhecimento de alunos com diferentes proveniências e formação prévias.

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

The teaching methodologies are based on knowledge transfer through multimedia presentations, together with exercises and practical problems. This approach enables meeting the objectives of the course unit, providing students the necessary knowledge for further course units, levelling their knowledge as to different backgrounds and previous academic experience.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Hammond, C. (2009). The Basics of Crystallography and Diffraction, 3rd Edition. Oxford University Press.
Porter, D.A., Easterling, K.E. (2009). Phase Transformations in Metals and Alloys, 3rd Edition, CRC Press.
Callister, W.D., Rethwisch, D.G. (2010). Materials Science and Engineering, 8th Edition, J. Wiley and Sons.*

Mapa IV - Electromagnetismo e óptica

3.3.1. Unidade curricular:

Electromagnetismo e óptica

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

Armando Manuel Garcia da Silva Fernandes (T=40h P=20h)

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

<sem resposta>

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

Ao completar esta unidade curricular, o aluno deverá:

- Conhecer e compreender os fundamentos teóricos e as aplicações práticas relacionadas com o electromagnetismo e a óptica geométrica.*
- Ser capaz de reconhecer, formular e resolver um problema de electromagnetismo e óptica geométrica.*
- Dominar os conceitos e métodos matemáticos relacionados com a cadeira e ter a agilidade necessária para os aplicar aos problemas.*

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

Students who successfully complete this course unit should:

- Know and understand the theoretical fundamentals and practical applications related with electromagnetism and geometrical optics.*
- Be able to recognize, formulate and solve problems in electromagnetism and geometrical optics.*
- Master the concepts and mathematical methods related with this unit and have the necessary agility to used them in problem solving.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Campos escalares e vectoriais. Gradiente. Divergência. Rotacional. Fluxo de um campo vectorial. Circulação de um campo vectorial.*
- 2. Electrostática. Campo e potencial eléctrico. Lei de Coulomb. Princípio de sobreposição. Lei de Gauss. Energia electrostática. Aplicações.*
- 3. Dieléctricos. Condensador. Polarização.*
- 4. Corrente eléctrica estacionária. Densidade e intensidade de corrente. Equação da continuidade da carga.*
- 5. Magnetoestática. Campo magnético. Lei de Biot-Savart. Lei de Ampère. Força de Lorentz. Fluxo magnético. Bobina. Energia em magnetostática. Aplicações.*
- 6. Materiais magnéticos. Magnetização. Diamagnetismo, paramagnetismo e ferromagnetismo.*
- 7. Indução magnética. Lei de Faraday. Motores e geradores eléctricos. Energia no campo magnético.*
- 8. Equações de Maxwell. Ondas electromagnéticas. Energia e intensidade das ondas electromagnéticas.*

9. *Óptica geométrica e ondulatória. Reflexão, refração, interferência, difração, polarização. Lentes delgadas. Aplicações.*

3.3.5. Syllabus:

1. *Scalar and vector fields. Gradient. Divergence. Curl. Vector field flux. Vector field circulation.*
2. *Electrostatics.*
Electric field and potential. Coulomb's Law. Superposition principle. Gauss' Law. Electrostatic energy. Applications.
3. *Dielectrics.*
Capacitor. Polarization.
4. *Stationary electric current.*
Current density and intensity. Charge continuity equation.
5. *Magnetostatics*
Magnetic field. Biot-Savart's Law. Ampère's Law. Lorentz force. Magnetic flux. Coil. Energy in magnetostatics. Applications.
6. *Magnetic materials.*
Magnetization. Diamagnetism, paramagnetism and ferromagnetism.
7. *Magnetic induction.*
Faraday's Law. Electric motors and generators. Magnetic field energy.
8. *Maxwell's equations. Electromagnetic waves. Energy and intensity of electromagnetic waves.*
9. *Wave and geometrical optics. Reflection, refraction interference, diffraction, polarization. Thin lenses. Applications.*

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

Os conteúdos programáticos descrevem os fundamentos de electromagnetismo e óptica geométrica e ondulatória.
Os conteúdos programáticos contêm uma explicação inicial dos métodos matemáticos a utilizar e da sua interpretação física adequada à unidade curricular.
A apresentação dos fundamentos será feita partindo de uma situação física. Seguidamente, contrói-se um mapa de parâmetros fornecidos e de variáveis a determinar e vai-se construindo a sequência de equações que permitam chegar às equações fundamentais.
Serão dados exemplos de aplicações dos fenómenos físicos apresentados.

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

The syllabus describes the fundamentals of electromagnetism and wave and geometrical optics.
The syllabus contains an initial explanation of the mathematical methods to be used and their physical interpretation for this course unit.
The fundamentals will be presented from a physical situation. Then, a chart of the given parameters and variables to be determined will be drafted, leading to the development of a sequence of equations that will lead to the fundamental equations.
Practical examples of the presented physical phenomena will be provided.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas são apresentados os conceitos teóricos relevantes. Sempre que possível serão dados exemplos de aplicações dos conceitos apresentados, de modo a que os alunos consigam relacionar a teoria com a prática.
Será dada uma especial importância à compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos uma vez que estes impedem muitas vezes a aprendizagem dos conceitos físicos. Em vez de se apresentarem casos extremamente complexos será dada primazia à aprendizagem robusta dos conceitos fundamentais.
As aulas práticas consistirão da resolução de exercícios tipo, com o maior input possível por parte dos alunos. Procurar-se-á identificar tópicos de dificuldade na aprendizagem que serão novamente explicados em aulas teóricas.
A avaliação será feita através da realização de exercícios semanais (20% da nota final), que serão resolvidos todas as semanas nas aulas práticas, e num exame (80% da nota final).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The relevant theoretical concepts will be presented on theoretical classes. In the beginning of each class, the concepts previously presented will be recalled.
Practical examples of the introduced concepts will be provided whenever possible, so that students can relate theory and practice.
A special attention will be given to the understanding of the mathematical concepts involved in the unit, which are indispensable for acquiring the physical concepts.

Instead of introducing extremely complex cases, the focus will be on an effective learning of the fundamental concepts.

Practical classes will consist of standard problem solving, with the largest possible student input. The most difficult topics for students will be identified for further work in theoretical classes.

Assessment will be comprised of an exam (80% of the final mark) and weekly exercises (20% of the final mark) that will be carried out during practical classes every week.

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

As metodologias de ensino recorrem à forma convencional de aulas teóricas com o intuito de passar os conceitos fundamentais para os alunos. As aulas teóricas e práticas serão dadas de forma a que os alunos consigam perceber fisicamente os fenómenos em análise.

O facto de no início de cada aula se rever a matéria da aula anterior ajuda a relembrar e solidificar conceitos.

Há também a tentativa de que os alunos acompanhem a matéria através da realização de exercícios semanais e da repetição de aulas com conceitos que o docente note que estão a ser dificilmente assimilados pelos alunos. O exame final consistirá de exercícios do mesmo grau de dificuldade dos exercícios semanais.

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

The teaching methodologies are based on conventional theoretical classes in order to provide students with the fundamental concepts. Theoretical and practical classes will be taught in a way that students can physically understand the analyzed phenomena.

Recalling the materials taught during the previous lesson will also help to remember and consolidate concepts.

Students will also be encouraged to work with the unit's contents through weekly exercises and by repeating the concepts the lecturer may find most difficult for students to grasp. The final exam will consist of exercises as difficult as the ones found on the weekly practices.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Feynman, R. (1970). The Feynman Lectures on Physics - Volume 2. Boston, MA: Addison Wesley Longman.
Griffiths, D. (1999). Introduction to Electrodynamics. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall.
Hecht, E. (2002). Optics. San Francisco: Addison-Wesley.*

Mapa IV - Química Física de Materiais

3.3.1. Unidade curricular:

Química Física de Materiais

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

Elisabete Ribeiro Silva Galdes (T=35h; PL=25h)

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

<sem resposta>

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

Cada vez mais é exigido aos profissionais na área das ciências aplicadas conhecimentos na interface Química e Física. Nesta disciplina serão abordadas as grandes áreas da Química-Física numa vertente mais fundamental e qualitativa, tendo como principal objetivo transmitir aos alunos, conceitos que serão aprofundados em disciplinas mais específicas. Pretende-se que o aluno fique apto a:

- Interpretar e compreender os diferentes estados da matéria;*
- Interpretar e aplicar a leis fundamentais da Termodinâmica;*
- Executar e interpretar diagramas de fases de sistemas de componentes puros ou multicomponentes;*
- Identificar sistemas em equilíbrio químico e determinar os principais parâmetros envolvidos;*
- Interpretar a estrutura atômica, interações moleculares, e ligação química;*
- Usar conceitos teóricos/práticos adquiridos por forma a identificar as técnicas adequadas para análise molecular/interações da radiação com a matéria de materiais por técnicas de espectroscopia molecular.*

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

There is an increasing demand for applied sciences professionals knowledgeable on the chemistry and physics interface. This unit will introduce the main areas of chemistry physics on its qualitative and fundamental side. Students will be given knowledge on concepts that will be further developed on more

detailed units, being able to:

- *Understand and interpret the different states of matter;*
- *Understand and interpret the fundamental laws of thermodynamics;*
- *Execute and read phase diagrams of pure-component and multicomponent systems;*
- *Identify systems in chemical equilibrium and determine the main parameters involved;*
- *Interpret the atomic structure, molecular interactions, and chemical bonding;*
- *Use theoretical and practical concepts to identify the suitable techniques for molecular analysis / radiation interactions with matter analysis of materials using techniques of molecular spectroscopy.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1 Introdução ao estado da matéria e propriedades dos gases. Conceitos fundamentais e descrição do estado da matéria. A lei zero; equação de estado, teoria cinética dos gases; Gases imperfeitos.

2 Introdução à termodinâmica química

2.1 A primeira lei da Termodinâmica

2.2 A segunda lei da Termodinâmica

3 Equilíbrio de fases

3.1 Equilíbrio de fases em sistemas de um componente

3.2 Soluções ideais e reais de não electrólitos, Propriedades coligativas

3.3 Sistemas Multicomponentes: Diagrama de fases de misturas binárias

4 Equilíbrio químico: velocidades e mecanismos das reações químicas. Cinética das reações: constante de equilíbrio, dependência com a pressão e temperatura

5. Estrutura atômica. Estrutura e espectros de átomos hidrogenóides. Estrutura molecular. Teoria da ligação química.

6. Introdução à espectroscopia molecular. Espectroscopias rotacional e vibracional; Transições electrónicas, espectroscopia do fotoelectrão; Ressonância magnética nuclear e de spin electrónico.

3.3.5. Syllabus:

1. Introduction to states of matter and properties of gases

Main concepts and description of states of matter. The zeroth law; equation of state, kinetic theory of gases; imperfect gases.

2. Introduction to chemical thermodynamics

2.1 The first law of thermodynamics

2.2 The second law of thermodynamics

3. Phase equilibrium

3.1 Phase equilibrium in single component systems

3.2 Ideal and real solutions of non-electrolytes

3.3 Multicomponent systems: Phase diagram of binary mixtures

4. Chemical Equilibrium: chemical reactions rates and mechanisms

Reaction kinetics: equilibrium constant, pressure and temperature dependence

5. Atomic structure

Hydrogenic atoms spectra and structure. Molecular structure, Theory of chemical bonding.

6. Introduction to molecular spectroscopy

Rotational and vibrational spectroscopy; Electronic transitions, photoelectron spectroscopy; nuclear magnetic resonance and electron spin.

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

Conhecer Físico-Química é requisito indispensável para exercer, com segurança e profissionalismo, cargos nas mais diversas áreas como sejam em Engenharia de Materiais, Engenharia Química, Química Industrial, Química, Bioquímica, Farmácia, Física e mesmo Biologia. Os conceitos fundamentais, bem como a parte prática da Físico-Química mostra-se absolutamente necessária, como base e complemento para a maioria das unidades curriculares científicas. O conteúdo programático proposto nesta unidade é uma coletânea de fundamentos e ferramentas expostos de uma forma básica, e que permitirá ao aluno aplicar futuramente não só noutras unidades, mas também nas mais diversas áreas profissionais que venha a executar.

Em concordância com os principais objetivos temos a seguinte correspondência com o conteúdo programático:

- *Interpretar e compreender os diferentes estados da matéria (Capítulo 1);*
- *Interpretar e aplicar a leis fundamentais da Termodinâmica (Capítulo 2);*
- *Execução e interpretação de diagramas de fases de sistema de componentes puros ou multicomponentes (Capítulo 3);*
- *Identificar sistemas em equilíbrio e determinar os principais parâmetros envolvidos (capítulo 4).*
- *Interpretar a estrutura atômica, interações moleculares, e ligação química (capítulo 5);*
- *Usar conceitos teóricos/práticos adquiridos por forma a identificar as técnicas adequadas para análise molecular/interações da radiação com a matéria de materiais por técnicas de espectroscopia molecular (Capítulo 6).*

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

Being knowledgeable on physics chemistry is indispensable to perform, in a safe and professional manner, any duty in Materials Engineering, Chemical Engineering, Industrial Chemistry, Chemistry, Biochemistry, Pharmacy, Physics and even Biology. The main concepts, as well as the practical side of physics chemistry are of the utmost importance, as it lays the foundations for most of the scientific course units. The syllabus programmed for this course unit is a collection of tools and fundamentals explained in a simple manner, allowing students to use them further on other course units and in their future professional contexts.

In accordance with the main objectives, the syllabus is addressed as follows:

- *Understanding and interpreting the different states of matter (Chapter 1);*
- *Understanding and interpreting the fundamental laws of thermodynamics (Chapter 2);*
- *Executing and reading phase diagrams of pure-component and multicomponent systems (Chapter 3);*
- *Identifying systems in chemical equilibrium and determining the main parameters involved (Chapter 4);*
- *Interpreting the atomic structure, molecular interactions, and chemical bonding (Chapter 5);*
- *Using theoretical and practical concepts to identify the suitable techniques for molecular analysis / radiation interactions with matter analysis of materials using techniques of molecular spectroscopy (Chapter 6).*

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta unidade curricular visa aulas teóricas e aulas práticas e/ou experimentais em laboratório com grupos de 2/3 alunos.

A avaliação terá duas opções:

1. *Modalidades de dois testes, um aproximadamente a meio do semestre e um outro antes da época de exames.*
2. *Modalidade de exame final.*

Para aprovação o aluno deverá obter uma classificação igual ou superior a 9,5 valores (numa escala de 20 valores) em uma das opções acima descritas.

Na 1ª opção é aplicada a média aritmética obtida nos testes (mínima por teste de 8,5 valores). A nota final será dada pela fórmula: $NF = 0,7 \cdot \text{Nota dos testes (1ª opção) ou exame (2ª opção)} + 0,3 \cdot \text{Nota trabalho prático/experimental (média aritmética de trabalhos práticos (exercícios) e relatório experimental - com eventual apresentação/discussão oral)}$.

Em caso de não aprovação pela modalidade de testes, é permitido ao aluno realizar exame final, mas apenas numa só época.

Será ainda disponibilizado um horário de dúvidas de 1h duas vezes por semana.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

This unit is comprised of the theoretical classes and practical classes and/or experimental laboratory classes in groups of 2 to 3 students.

Assessment can be performed in one of these two options:

1. *Two tests. One taking place mid-semester and another before final exams.*
2. *Final exam.*

Students will successfully complete this unit with a final score of 9.5 or higher (out of 20) in one of the above described options. In the first option, it is used the arithmetic average mark resultant of the two tests (with a minimum pass score of 8.5). The final mark is calculated as follows: $FM = 0.7 \cdot \text{test scores (first option) or exam (second option)} + 0.3 \cdot \text{Experimental/practical exercise score (arithmetic average of the practical exercises and experimental report, with its eventual oral presentation and discussion)}$.

Students failing to pass their tests can sit a final exam in only one of the exam weeks.

Student questions will also be answered during a one hour period up to twice a week.

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

A metodologia adotada na unidade curricular pretende proporcionar aos alunos a aquisição de conceitos fundamentais. Por forma a promover a consolidação destes conceitos será proporcionada também uma vertente mais prática e aplicada, por intermédio de aulas teórico/práticas, bem como por trabalhos experimentais em laboratório, que terão um peso de 30% na nota final.

Nas aulas práticas os alunos realizarão exercícios práticos por forma a consolidar os conceitos adquiridos nas aulas teóricas. Em laboratório serão realizados trabalhos experimentais demonstrativos da aplicação da química-física em sistemas reais, podendo incluir caracterização de materiais por técnica de espectroscopia molecular. Os alunos deverão preparar um relatório final do trabalho realizado com eventual apresentação/discussão oral.

Em particular e para os objetivos propostos temos a seguinte consonância entre objetivos/metodologia:

Objetivos

- Interpretar e compreender os diferentes estados da matéria;
- Interpretar e aplicar a leis fundamentais da Termodinâmica;
- Execução e interpretação de diagramas de fases de sistema de componentes puros ou multicomponentes;
- Identificar sistemas em equilíbrio e determinar os principais parâmetros envolvidos;

Metodologia

Os princípios e conceitos básicos serão transmitidos nas exposições teóricas bem com exercícios das aulas práticas. Nas aulas práticas a título de exemplo irá realizar a interpretação de diagrama de fases, determinação de massa molecular, de constantes físicas fundamentais, velocidade de reação, aplicação das leis da termodinâmica

Objetivos

- Interpretar a estrutura atômica, interações moleculares, e ligação química;
- Usar conceitos teóricos/práticos adquiridos por forma a identificar as técnicas adequadas para análise molecular/interações da radiação com a matéria de materiais por técnicas de espectroscopia molecular.

Metodologia

Em semelhança à metodologia descrita acima serão transmitidos e consolidados os conceitos por intermédio de aulas teórico-práticas. Nas aulas práticas serão por exemplo facultados espectros de materiais obtidos pelas diversas técnicas expostas nas aulas teóricas, e discutida a sua interpretação. Adicionalmente, serão proporcionados planos de trabalho experimental onde será reforçado a obtenção prática de constantes fundamentais através de técnicas adequadas de análise, conceitos de estrutura molecular, interação de materiais com a radiação, e propriedades químico-físicas de materiais, por exemplo com recurso a técnicas de espectroscopia molecular.

Esta componente prática promoverá competências ao nível de escrita, trabalho de grupo, exposição, análise crítica e discussão, que incentivará por sua vez a consolidação do conteúdo programático e objetivos de aprendizagem propostos.

Face à metodologia descrita torna-se relevante avaliar o aluno por intermédio de testes e/ou exame final, bem como pelos seus resultados e interpretação ao nível experimental e prático.

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

The methodology used in this course unit aims to provide students the main concepts. In order to consolidate these concepts, they will be put to practice in theoretical-practical classes and in experimental laboratory exercises, which weight 30% of the final mark.

Practical classes will introduce students to practical exercises so as to consolidate the knowledge gained in theoretical classes. Experimental exercises will be carried out at the laboratory with the application of chemical physics in real-life systems, which may include characterization of materials using techniques of molecular spectroscopy. Students should draft a final report and prepare its eventual oral presentation and discussion.

The given objectives and methodology are particularly organized as follows:

Objectives:

- Understand and interpret the different states of matter;
- Understand and interpret the fundamental laws of thermodynamics;
- Execute and read phase diagrams of pure-component and multicomponent systems;
- Identify systems in chemical equilibrium and determine the main parameters involved;

Methodology

The basic concepts and principles will be given to students on theoretical explanations and exercises during practical classes. Practical classes will address, for example, reading a phase diagram, determining molecular mass, fundamental physical constants, reaction rate, application of the laws of thermodynamics.

Objectives

- Interpret the atomic structure, molecular interactions, and chemical bonding;
- Use theoretical and practical concepts to identify the suitable techniques for molecular analysis / radiation interactions with matter analysis of materials using techniques of molecular spectroscopy.

Metodologia

Similarly to the above described methodology, concepts will be given during theoretical-practical classes. Practical classes will address, for example, material spectra obtained through the various techniques demonstrated in theoretical classes, together with the discussion of its interpretation. In addition, experimental work plans will be provided reinforcing practices for obtaining fundamental constants with suitable analytical techniques, concepts of molecular structure, radiation interaction of materials and chemical-physical properties of materials using, for an example, the molecular spectroscopy techniques. This practical component will develop skills such as communicational oral and writing skills, team work, critical analysis and discussion, contributing to the consolidation of this syllabus and the accomplishment of the learning objectives.

Given the above described methodology, it is important to perform student assessment with tests and/or final exam, together with the results and performance at both experimental and practical levels.

3.3.9. Bibliografia principal:

Atkins, P. W., Paula J. (2009). *Elements of Physical Chemistry*. (5th edition). Great Britain, UK: Oxford Univ. Press.

Dias, A. R. (2009). *Ligação Química*. (2ª edição). Lisboa, Portugal: IST Press.

Smith, J.M., Van Ness H.C., Abbott M.M. (2005). *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. (7th edition). New York, USA: McGraw-Hill.

Silbey, R. J., Alberty, R. A. (2005). *Physical Chemistry*. (4th edition). New York, USA: John Wiley & Sons.

Além disso, serão facultados, pelo professor responsável, artigos científicos e material de apoio, considerados relevantes para o conteúdo programático, em particular para as aulas práticas.

Mapa IV - Fenómenos de Transferência

3.3.1. Unidade curricular:

Fenómenos de Transferência

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

Diogo Miguel Franco dos Santos (T=30h, P=30h)

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

<sem resposta>

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

A disciplina de Fenómenos de Transferência pretende que o aluno adquira conhecimentos de transferência de quantidade de movimento, de calor e de massa, que lhes permitam a análise e compreensão de fenómenos quotidianos em engenharia e com possível aplicação na sua futura actividade profissional. Ao ser aprovado na disciplina, o aluno deverá estar apto a:

- Compreender os conceitos e processos que envolvem os fenómenos de transferência mais característicos das tecnologias de engenharia.
- Conhecer os modelos matemáticos fundamentais que governam os fenómenos de transferência de quantidade de movimento, de calor e de massa.
- Utilizar as equações de conservação de quantidade de movimento, calor e massa.
- Reconhecer aspetos diversos no âmbito do escoamento de fluidos.
- Interpretar o comportamento de sistemas térmicos e resolver problemas práticos de transferência de calor.
- Identificar processos de transferência de massa em estado estacionário e em regime transiente.

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

Transport Phenomena course unit aims to provide knowledge on the transfer of mass, energy and momentum, allowing students to analyze and understand common phenomena in engineering that can have relevance to their professional future. Students who successfully complete this unit should be able to:

- Understand the concepts and the processes involving transport phenomena specific to engineering technology.

- Know the basic mathematic models under transport phenomena in the transfer of mass, heat and momentum.
- Use conservation equations for mass, heat and momentum.
- Point out various aspects on fluid flow.
- Understand the behavior of thermic systems and solve practical problems on heat transfer.
- Recognize processes of mass transfer in steady and transient state.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Transferência de quantidade de movimento. Introdução aos conceitos fundamentais. Propriedades dos fluidos. Leis de Newton da viscosidade. Fluxo laminar e fluxo turbulento. Equação da conservação da quantidade do movimento. Aplicações de balanços de energia ao escoamento de fluidos. Equação de Bernoulli. Equação de Hagen-Poiseuille. Perdas de carga e fator de atrito.

Introdução à transferência de calor. Lei de Fourier. Condutividade térmica de sólidos, líquidos e gases e efeitos da temperatura e pressão. Equação da conservação da energia. Correlações e dados para coeficientes de transferência de calor. Isolamento térmico. Modelo do sólido semi-infinito. Método das diferenças finitas. Convecção livre e forçada.

Conceitos de transferência de massa. Leis de Fick. Difusividade de materiais. Transferência de massa em regime transiente. Difusão num meio semi-infinito. Coeficientes de transferência de massa. Transferência de massa em sistemas fluídicos. Transferência de massa entre fases.

3.3.5. Syllabus:

Transfer of momentum. Introduction to the basic concepts. Properties of fluids. Newton's law of viscosity. Laminar and turbulent flow.

Conservation equation for momentum. Uses of energy balance on fluid flow. Bernoulli's equation. Hagen-Poiseuille's equation. Pressure drop and friction factor.

Introduction to heat transfer. Fourier's law. Thermal conductivity on solids, liquids and gases and pressure and temperature effects. Energy conservation equation. Correlations and data for heat transfer coefficients. Thermal insulation. Semi-infinite solid model. Finite difference method. Forced and natural convection.

Concepts of mass transfer. Fick's laws. Diffusivity of materials. Transfer of mass in transient state.

Diffusion in a semi-infinite medium. Mass transfer coefficients. Mass transfer in fluid systems. Mass transfer between phases.

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

Os conteúdos programáticos coadunam-se com os objectivos de aprendizagem desta unidade curricular na medida em que os assuntos propostos permitem uma introdução aos vários tipos de fenómenos de transferência. Desde as noções de transferência de quantidade de movimento, de calor e de massa, passando pelas equações que governam estes fenómenos e que demonstram a conservação destas quantidades, a unidade curricular de Fenómenos de Transferência pretende introduzir aos alunos conceitos essenciais para a compreensão de problemas fundamentais de engenharia, com possível aplicação na sua futura actividade profissional.

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

The syllabus is in accordance with the course unit objectives as the application of the knowledge gained herein will introduce students to the various types of transport phenomena. From the notions of transfer of mass, heat and momentum, to the equations that define these phenomena and illustrate their conservation, the Transport Phenomena course unit aims to introduce students to fundamental concepts that are essential for the understanding of basic problems in engineering, which can be of major relevance to their professional future

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conteúdos programáticos serão expostos em aulas teóricas, recorrendo à projeção de apresentações em PowerPoint. As aulas teóricas serão intercaladas por aulas práticas para resolução individual de problemas de referência. As apresentações em PowerPoint serão disponibilizadas aos alunos antes das correspondentes aulas de problemas. O regime geral de avaliação contínua implica a realização de 3 testes escritos (com ponderação para a nota final de 1/3 cada). Os 3 elementos de avaliação serão classificados numa escala de 0 a 20 valores e têm uma nota mínima de 9 valores. O aluno é aprovado se obtiver pelo menos 10 valores como média final das provas prestadas e se cumprir as notas mínimas definidas. A não realização de qualquer um dos momentos de avaliação implica a exclusão da modalidade de avaliação contínua e a avaliação por exame final.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

– The syllabus will be presented in the theoretical classes by the means of PowerPoint presentations. Theoretical classes will be alternated with practical classes in order to perform reference problem solving individually. PowerPoint presentations will be given out to students before the corresponding problem

solving classes. The general continuous assessment requires three written tests (each weighting a third of the final mark). Scores for the three tests range from 0 to 20 with a minimum score of 9. Students will pass with a minimum score of 10 as the resulting final average of the written tests, if all scored above the minimum pass marks. Failing to show to any of the tests will make the student ineligible for continuous assessment and requiring to take a final exam.

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

De modo a serem atingidos os objectivos propostos, as metodologias de ensino da unidade curricular de Fenómenos de Transferência visam fornecer um equilíbrio entre o tratamento coerente da teoria base apresentada nas aulas teóricas, com a componente mais prática das aulas práticas. Para atingir esta coerência as aulas teóricas serão intercaladas por aulas práticas, para esclarecimento de dúvidas e para fortalecer a consolidação dos conhecimentos através da resolução individual de problemas. De modo a tornar a apresentação dos conteúdos programáticos mais clara e objetiva, as aulas teóricas serão dadas com recurso à projeção de apresentações em PowerPoint. Essas apresentações em PowerPoint serão disponibilizadas aos alunos antes das correspondentes aulas de problemas, para que as possam estudar e estruturar melhor os conhecimentos adquiridos, facilitando a compreensão e consequente resolução dos exercícios das aulas práticas. Pretende-se que haja um acompanhamento pedagógico do aluno com disponibilidade permanente, i.e., sempre que tal seja requisitado pelo aluno, seja por solicitação direta ou através de correio eletrónico.

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

To accomplish the objectives defined for the Transport Phenomena unit, the teaching methodologies aim to provide a balance between the basic theory introduced in theoretical classes and the practical component of the practical classes. In this way, theoretical classes are alternated with practical classes, to answer students' questions and consolidate knowledge through individual problem solving. To make the syllabus even clearer, theoretical classes will be supported by PowerPoint presentations. These will be given out to students before the corresponding practical classes so they can better organize the class materials, making comprehension and problem solving easier. Tutor supervision should be permanently available to students upon request, whether in person or by email.

3.3.9. Bibliografia principal:

- 1. Coulson, J. M. and Richardson, J. F. (2004). Tecnologia Química I. Fluxo de fluidos, transferência de calor e transferência de massa, 4ª ed. Lisboa, Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian.*
- 2. Bayazitoglu, Y. and Ozisik, M. N. (1988). Elements of Heat Transfer. New York, USA: McGraw-Hill.*
- 3. Bird, R. B., Stewart, W. E., and Lightfoot, E. N. (2007) Transport Phenomena, revised 2nd ed. New York, USA: Wiley.*

Mapa IV - Corrosão e Proteção de Materiais

3.3.1. Unidade curricular:

Corrosão e Proteção de Materiais

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

Elisabete Ribeiro Silva Galdes (T=40h, P=10h, PL=10h)

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

<sem resposta>

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

Esta unidade curricular pretende que o aluno fique apto a:

- Identificar e avaliar o tipo de corrosão e a sua causa nos diversos materiais usados na atividade humana;*
- Avaliar as consequências a nível económico, social e de segurança da corrosão de materiais em diferentes ambientes (corrosão atmosférica, corrosão em meio aquático ou outros meios aquosos, solos, na indústria do cimento, etc.);*
- Identificar e avaliar os diferentes tipos de corrosão de materiais e os principais mecanismos de corrosão;*
- Usar os conceitos teóricos/práticos adquiridos nesta unidade curricular por forma a identificar as técnicas/métodos adequadas para o teste, monitorização e inspeção do grau de corrosão de materiais;*
- Identificar os meios e técnicas/procedimentos disponíveis para o combate e prevenção da corrosão de materiais.*

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

Students who successfully complete this unit should be able to:

- *Identify and evaluate the type of corrosion and its cause in daily common materials;*
- *Evaluate the economic, social and safety consequences of material corrosion in different environments (atmospheric corrosion, corrosion in water or other aqueous media, soil, cement industry, etc.);*
- *Identify and evaluate the different types of corrosion of materials and the main corrosion mechanisms;*
- *Use the theoretical and practical concepts introduced in this unit to identify suitable techniques and methods for testing, monitoring and inspecting the material corrosion degree;*
- *Identify the available means, techniques and procedures for prevention and controlling material corrosion.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:**1. Introdução****1.1 Corrosão: causas e consequências****2. Corrosão: Impacto na degradação de materiais****2.1 Definição dos principais grupos de corrosão – terminologia****2.2 Mecanismos e cinética da corrosão: a termodinâmica e eletroquímica na corrosão****2.3 Passivação****3. Tipos de corrosão****3.1 Classificação com base na aparência**

Corrosão Uniforme ou geral, corrosão por picadas, corrosão em fendas, corrosão filiforme, corrosão galvânica, corrosão seletiva, corrosão intergranular.

3.2 Biocorrosão

Corrosão que ocorre pro ação biológica.

3.3 Corrosão associada à ação mecânica

Corrosão sob: fadiga, tensão, erosão, atrito, cavitação e/ou por fragilização pelo hidrogénio.

4. Monitorização e inspeção da deterioração por corrosão em materiais**5. Proteção: Controle e prevenção da corrosão de materiais****3.3.5. Syllabus:****1. Introduction****1.1 Corrosion: causes and consequences****2. Corrosion: Impact on degradation of materials****2.1 Definition of the main groups of corrosion - terminology****2.2 Corrosion mechanisms and kinetics: thermodynamics and electrochemistry in corrosion****2.3 Passivation****3. Types of corrosion****3.1 Appearance based classification**

Uniform or general corrosion, pitting corrosion, corrosion cracks, filiform corrosion, galvanic corrosion, selective corrosion, intergranular corrosion.

3.2 Biocorrosion

Biological corrosion

3.3 Mechanical corrosion

Corrosion due to: fatigue, stress, erosion, friction, cavitation and / or hydrogen embrittlement.

4. Monitoring and inspecting deterioration by corrosion of materials;**5. Protection: Control and prevention of material corrosion****3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

A deterioração de materiais por corrosão é um processo destrutivo que causa danos na maioria dos setores da atividade humana (tubagem residencial, veículos, eletrodomésticos, navios, etc.), muitas das vezes com consequências irreversíveis que conduzem a penalizações económicas e de segurança críticas. Danos que podem incluir o meio ambiente e o próprio homem incluem, por exemplo, deterioração de condutas de gases, fluídos tóxicos ou comburentes, queda de pontes entre outras estruturas. Revela-se assim, de extrema importância que qualquer profissional na área de Engenharia de Materiais adquira conhecimento e competências não só nas causas da deterioração por corrosão, como nas suas consequências, i.e. comportamento em serviço dos materiais afetados por corrosão, e também nos mecanismos de resistência (Capítulo 1).

Para que os alunos venham a ser capazes de atuar como profissionais no combate e prevenção aos processos de corrosão de materiais, o conteúdo programático inclui:

- *Mecanismos electroquímicos e termodinâmicos associados à corrosão de várias classes de materiais. Tipos de corrosão, mecanismos e impactos da corrosão, sob a ação de diversos fatores (ex.: mecânicos e/ou biológicos, entre outros) (Capítulos 2 e 3);*

- *Monitorização e inspeção (Capítulo 4) da degradação de materiais por corrosão, com especial relevância para os métodos de teste, monitorização e inspeção tipicamente usados em plantas de processos industriais, entre outros;*

- *Na sequência da monitorização e inspeção, e por forma a fornecer ferramentas aos alunos para que possam no meio laboral combater e, especialmente prevenir a deterioração de materiais por corrosão, serão apresentadas as principais técnicas disponíveis para a prevenção e controle da corrosão de materiais (capítulo 5): seleção e design de materiais, aplicação de revestimentos, etc..*

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

Deterioration of materials by corrosion is a destructive process that provokes damage in most fields of human activity (residential piping, vehicles, appliances, ships, etc.) often with irreversible consequences leading to critical security and economic losses. For example, human beings and the environment itself can be affected by the deterioration of gas ducts, toxic and oxidizing fluids or falling bridges and other structures. Therefore, it is of utmost importance that every materials engineering professional should gain skills and knowledge on both the causes of corrosion deterioration and its consequences like in-service behaviour of materials affected by corrosion, as well as on resistance mechanisms (Chapter 1).

In order for students to become real professionals on controlling and preventing material corrosion, the syllabus is defined as follows:

- *Thermodynamic and electrochemical mechanisms related with the corrosion of various classes of materials. Types of corrosion, corrosion mechanisms and impact under different factors (i.e. mechanical and / or biological and more) (Chapters 2 and 3);*
- *Monitoring and inspection (Chapter 4) of materials corrosion degradation, with focus on testing monitoring and inspection methods usually performed in industrial plants and other facilities;*
- *Further to monitoring and inspection, students will be introduced to the professional skills for controlling and, most importantly, preventing materials corrosion deterioration with the available main techniques for control and prevention of materials corrosion (Chapter 5): material selection and design, etc.*

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta unidade curricular visa aulas teóricas, práticas e de práticas de laboratório.

Nas aulas práticas os alunos realizarão trabalhos experimentais demonstrativos e de validação dos conceitos adquiridos no que respeita a causas e consequências de processos de corrosão de materiais. Os alunos deverão preparar um relatório final do trabalho realizado com eventual apresentação/discussão oral.

A avaliação será realizada através de exame final, e da avaliação do relatório/discussão do relatório experimental.

O aluno obtém aprovação na disciplina com uma classificação no exame final igual ou superior a 9 valores (numa escala de 20 valores) e por uma média aritmética da nota do exame (peso de 60% da nota) + trabalho prático (peso de 40% da nota) igual ou superior a 9,5 valores (numa escala de 20 valores). Será ainda disponibilizado um horário de dúvidas de 1h duas vezes por semana como apoio aos alunos.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

This course unit is comprised of theoretical, practical and laboratory classes.

Practical classes will consist of demonstrative experimental exercises, validating the concepts learned regarding causes and consequences of materials corrosion processes. Students should draft a final report and prepare its eventual oral presentation and discussion.

Assessment is comprised of a final exam and final experimental report evaluation / discussion.

Students will successfully complete this unit with a final exam score of 9 points or higher (out of 20) and arithmetic average mark of 9.5 or higher (out of 20), comprised of the exam (weighting 60%) and practical exercise (weighting 40%).

Students questions will be answered during two specially dedicated weekly hour periods to be scheduled.

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

A metodologia adotada na unidade curricular (recorrendo a aulas teóricas e práticas) pretende proporcionar aos alunos a aquisição e aplicação de conhecimentos na área da deterioração de materiais por corrosão. Em particular, e para os objetivos propostos temos a seguinte consonância entre objetivos/metodologia:

- *Objetivo: Identificar e avaliar o tipo de deterioração e causa de danos nos diversos materiais usados na atividade humana;*

Metodologia: As competências são não só transmitidas pelas exposições teóricas, bem como por intermédio de demonstrações realizadas nas aulas práticas.

- *Avaliar as consequências a nível económico, social e de segurança da corrosão de materiais em*

diferentes ambientes (corrosão atmosférica, corrosão em meio aquático ou outros meios aquosos, solos, na indústria do cimento, etc.);

Metodologia: Os conhecimentos serão essencialmente transmitidos através de exposições teóricas e material de apoio, e avaliados por exame final. Adicionalmente, “case studies” serão apresentados para discussão.

- *Objetivos:* Identificar os principais mecanismos de deterioração/corrosão; e Identificar e avaliar os diferentes tipos de corrosão de materiais; técnicas/métodos adequadas para o teste, monitorização e inspeção e combate/prevenção de deterioração de materiais;

Metodologia: Todas estas competências a adquirir pelos alunos serão garantidas pelas exposições teóricas e consolidadas através do envolvimento dos alunos nos trabalhos práticos. Os trabalhos práticos envolverão o estudo das causas e efeitos de processos de corrosão, bem como das técnicas de controlo e inspeção desses processos. Adicionalmente, os alunos deverão reflectir criticamente e sugerir soluções de combate e prevenção de tais processos de corrosão. Nesta unidade curricular, pretende-se ilustrar os desenvolvimentos mais recentes no que respeita à investigação e desenvolvimento de combate à corrosão de materiais em serviço, de modo a cumprir a legislação e regulamentação ambiental, imposta por entidades competentes. A inclusão na avaliação final, como condição de aprovação do aluno, de um trabalho experimental, além do exame final irá promover a consolidação dos conhecimentos transmitidos nas aulas teóricas.

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

The methodology used in this course unit (resorting to practical and theoretical classes) aims to provide students the knowledge in materials corrosion deterioration. The given objectives and methodology are particularly organized as follows:

- *Objective:* To identify and evaluate the type of deterioration and cause of damage in various common daily materials;

Methodology: Skills will be provided by the means of theoretical explanations as well as by demonstrations in practical classes

- *Objective:* To evaluate the economic, social and safety consequences of material corrosion in different environments (atmospheric corrosion, corrosion in water or other aqueous media, soil, cement industry, etc.);

Methodology: Knowledge will be gained through theoretical explanations and class materials, with a final exam as assessment. In addition, case studies will also be presented and discussed.

- *Objective:* To identify the main mechanisms of corrosion / deterioration; identify the different types of materials corrosion; identify the techniques and procedures for prevention and controlling material corrosion

Methodology: All these skills will be gained through the theoretical explanations which will be consolidated on practical exercises. Practical exercises will involve studying causes and effects of corrosion processes, as well as control and inspection techniques for these processes. In addition, students should provide critical reasoning and solutions to control and prevent these corrosion processes. This course unit aims to provide the most recent achievements on research and in-service control of materials corrosion, in compliance with the environmental laws and regulations of the enforcing authorities. The final report which has been included as part of the assessment will promote the consolidation of the knowledge provided during theoretical classes.

3.3.9. Bibliografia principal:

Kutz, M. (2013). Handbook of Environmental Degradation of Materials. (2nd edition). UK: Elsevier.

Andrew, W. B., Nee, L. L., Margan C. (2011). Materials Degradation and its Control by Surface Engineering. (3rd edition). London, UK: Imperial College Press.

Alec, G. (2010). Corrosion for Everybody. London/New York: Springer.

Stansbury, E.E., Buchanan, R. A. (2000). Fundamentals of electrochemical corrosion. USA: ASM International.

Pierre, R. R. (2008). Corrosion Engineering: Principles and Practice. (1st edition). McGraw-Hill Book Company.

Artigos científicos e material de apoio facultado pelo professor responsável, considerados relevantes para o conteúdo programático, em particular para as aulas práticas, o que inclui “cases studies”.

Mapa IV - Propriedades Físicas dos Materiais

3.3.1. Unidade curricular:

Propriedades Físicas dos Materiais

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

Luís Miguel Amante Fortes (T=40h; P=10h; PL=10h)

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

<sem resposta>

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

Obter conhecimento alargado das diferentes propriedades físicas que afetam o desempenho dos materiais e como podem ser avaliadas. Aprender a selecionar os materiais mais adequados a determinadas aplicações, consoante as suas características intrínsecas e ambiente de aplicação.

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

Obtain extended knowledge of the different physical properties that affect the performance of the materials and how they can be evaluated. Learn to select the materials which better suit certain applications, depending on their intrinsic characteristics and application environment.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Apresentação das diferentes propriedades físicas dos materiais, associando o material e suas especificidades à aplicação e ao ambiente de trabalho.

Mais especificamente:

Propriedades mecânicas da matéria

Estados da matéria, teoria cinética, fases e diagramas de fase (breves noções)

Propriedades térmicas da matéria (capacidade calorífica, calor específico, condutividade térmica, condução/convecção/irradiação, expansão térmica)

Propriedades elétricas da matéria: carga elétrica, lei de Coulomb, campo elétrico, potencial elétrico, condutividade elétrica, resistividade. Análise de circuitos, incluindo a lei de Ohm, resistências em série e paralelas, leis de Kirchoff.

Espectro eletromagnético.

Propriedades eletroquímicas.

Comportamento ótico da matéria, reflexão, refração, índice de refração. O comportamento de espelhos, prismas, lentes.

Quantidades físicas, unidades, dimensões, erros e incertezas na medição.

3.3.5. Syllabus:

Presentation of the different physical properties of materials, combining the material and its specific application and work environment.

More specifically:

Mechanical properties of matter

States of matter, kinetic theory, phases and phase diagrams (brief notions)

Thermal properties of matter (heat capacity, specific heat, thermal conductivity, conduction / convection / radiation, thermal expansion)

Electrical properties of matter: electrical charge, Coulomb's law, electric field, electric potential, electric conductivity, resistivity. Circuit analysis, including Ohm's Law, in series and parallel resistors, Kirchoff's laws.

Electromagnetic spectrum.

Electrochemical properties.

Optical behavior of matter, reflection, refraction, refraction index.

The behavior of mirrors, prisms, lenses.

Physical quantities, units, dimensions, errors and uncertainties in measurement.

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

O desenvolvimento dos conceitos base associados às propriedades físicas dos materiais permitirão aos alunos conhecer as características e possíveis aplicações dos mesmos. Através da construção de um espírito crítico poderão selecionar criteriosamente os melhores materiais para determinada aplicação.

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

The development of the basic concepts related to the physical properties of the materials will enable students to know their characteristics and possible applications. By building a critical spirit, they could carefully select the best materials for a certain type of application.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Método de ensino:

- *Aulas teóricas, de carácter expositivo.*
- *Aulas práticas e práticas de laboratório, com demonstração das propriedades físicas dos materiais.*

Modo de avaliação:

A avaliação será feita por frequência ou por frequência e exame. A avaliação por frequência incidirá sobre a realização de dois testes, uma apresentação oral e trabalho laboratorial. Serão dispensados da prova de exame os alunos que, quer nos testes quer na classificação da apresentação e do trabalho laboratorial, tenham obtido a nota mínima de 9,5 valores, não podendo qualquer teste ter classificação inferior a 8 valores. A classificação do exame não poderá ser inferior a 9,5 valores. A classificação final não poderá ser inferior a 10 valores e será determinada pela expressão seguinte:

$$Cf = C1 \times 0,5 + C2 \times 0,25 + C3 \times 0,25$$

C1 - Classificação do Exame ou média dos Testes

C2 - Apresentação oral

C3 - Classificação Laboratorial.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Teaching method:

- *Theoretical classes, lecture method.*
- *Practical classes and laboratory practical classes, with demonstration of physical properties of materials.*

Assessment:

Assessment will be comprised of frequency or by frequency and an exam. Assessment based on frequency will include two tests and laboratory work. Students will not have to sit a final exam if, either in tests or presentation and laboratory exercises, a minimum mark of 9.5 is obtained, and if tests score no lower than 8.

The exam score should not be below 9.5. The final mark cannot be lower than 10 and will be determined by the following:

$$Cf = C1 \times 0,5 + C2 \times 0,25 + C3 \times 0,25$$

C1 – Classification of Exam or Average of Tests

C2 – Classification of oral presentation

C3 – Classification of Laboratory Work.

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

Pretende-se dotar os alunos de uma visão abrangente das propriedades físicas dos materiais. A abordagem teórica será acompanhada de componente prática laboratorial, para demonstração das propriedades estudadas, de forma a melhorar a assimilação dos mesmos. A apresentação oral permitirá explorar e estruturar os assuntos anteriormente abordados.

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

It is intended to provide students with an extended vision of the physical properties of materials. The theoretical approach will be accompanied by laboratory practice, for demonstration of the properties studied, in order to improve the assimilation of the same. In a complementary way, students will gain an overview of laboratory and industrial scale, and will have a direct contact with industry. The oral presentation will allow to explore and structure the previously discussed topics.

3.3.9. Bibliografia principal:

Cardarelli, F. (2008), Materials Handbook, A Concise Desktop Reference (2nd Edition), London: Springer-Verlag. ISBN-13: 978-1-84628-668-1.

Mapa IV - Fenómenos de Interfaces

3.3.1. Unidade curricular:

Fenómenos de Interfaces

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

Ana Clara Lopes Marques (T=30h, P=20h, PL=10h)

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

<sem resposta>

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

Esta unidade curricular (UC) visa fornecer aos estudantes os conhecimentos fundamentais relacionados com a física e a química dos vários tipos de interfaces, de modo a ficarem aptos a compreender e manipular fenómenos interfaciais em diversos tipos de materiais, ou meios. Tais competências serão aplicadas por exemplo na UC do 2º ciclo “Tecnologia de Superfícies e Revestimentos” e são importantes em variadas indústrias, como a indústria química (tintas, etc.), farmacêutica, biotecnológica, cerâmicos, semicondutores, entre outras.

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

This course unit aims to provide the physics and chemistry fundamentals of the various types of interfaces. Students should be able to understand and manipulate interfacial phenomena in various types of materials or mediums. These skills will be used, for example, in the post-graduate subject “Surfaces Technology and Coatings” and are relevant in several industries such as chemical (paints, etc), pharmaceutical, biotechnological, ceramic, semiconductor industries and more.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Os conteúdos programáticos desta UC estão estruturados nos seguintes pontos:

1. Interfaces líquido-gás, líquido-líquido e líquido-sólido:

- a. tensão superficial, energia interfacial, capilaridade, ângulo de contacto, molhabilidade, termodinâmica das interfaces;*
- b. sistemas coloidais: cinética, propriedades óticas, estabilidade, tensioactivos;*
- c. reologia;*
- d. emulsões e espumas.*

2. Interfaces sólido-gás:

- a. adsorção química e física;*
- b. rugosidade, área específica de sólidos, área aparente e real de contacto;*
- c. atrito estático e cinético;*
- d. superfícies planares;*
- e. superfícies vicinais.*

3. Interfaces sólido-sólido

- a. interfaces homofásicas e heterofásicas;*
- b. limites de grão, nucleação e crescimentos de grão, falhas de empilhamento, maclas, interfaces deslizantes.*

3.3.5. Syllabus:

The syllabus is structured in accordance with the following topics:

1. Gas-liquid, liquid-liquid and liquid-solid interfaces:

- a. Surface tension, interfacial energy, capillarity, contact angle, wettability, interfacial thermodynamics;*
- b. colloidal systems: kinetics, optical properties, stability, tensioactive;*
- c. rheology;*
- d. emulsions and foams.*

2. Solid-gas interfaces:

- a. Physical and chemical adsorption;*
- b. roughness, solids specific area, real and apparent area of contact;*
- c. friction*
- d. static and kinetic friction;*
- e. planar surfaces;*
- f. vicinal surfaces.*

3. Solid-solid interfaces:

- a. homophasic and heterophasic interfaces;*
- b. grain boundaries, nucleation and grain growth, stacking faults, twins, glissile interfaces.*

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

Os conteúdos programáticos desta UC estão organizados de forma sistematizada, nomeadamente pelos diversos tipos de interfaces existentes e fenómenos, químicos e físicos, a eles associados, cobrindo uma ampla área de conhecimento da ciência e tecnologia de superfícies, interfaces e sistemas coloidais. A estrutura dos Conteúdos Programáticos adotada nesta UC, promove a compreensão dos vários fenómenos interfaciais em diferentes meios e confere ferramentas para que os estudantes fiquem aptos a quantificar e manipular tais fenómenos interfaciais, de elevada importância em variados sectores da indústria. Os conteúdos programáticos estão, portanto, coerentemente alinhados com os objetivos desta UC.

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

This subject syllabus is systemically organized by the various existing types of interface and related physics and chemical phenomena, covering a broad range in surface, interface and colloidal system sciences and technology.

The course unit syllabus promotes the understanding of the various interfacial phenomena in different mediums, providing the necessary skills to manipulate and quantify these phenomena, which are highly regarded in many industry sectors. The syllabus is therefore consistent with the course unit's objectives

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC compreenderá aulas de carácter teórico (T) e prático (P), bem como laboratoriais (PL). As aulas T visam a apresentação/discussão oral de conceitos acompanhada por diapositivos. As aulas de carácter P incluem resolução de problemas e estudos de casos exemplificativos e são alternadas com aulas de laboratório que envolverão experiências relacionadas com a observação, análise e manipulação de fenómenos interfaciais, medição de parâmetros interfaciais, preparação de sistemas coloidais, emulsões e espumas e estudo da sua estabilidade, entre outros. Os estudantes apresentarão relatórios das experiências realizadas. A avaliação da disciplina será realizada através de 3 testes (90%) e através do relatório final de atividade laboratorial (10%). A avaliação do relatório inclui também apreciação sobre o desempenho do aluno durante as aulas e nas atividades laboratoriais. Os alunos com nota positiva nos três testes e no relatório de atividade laboratorial ficarão dispensados de ir a exame.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

This course unit will be comprised of theoretical (T) and practical (P) classes, as well as laboratory classes (PL). T classes consist of oral explanation and discussions of concepts supported by powerpoint presentations. P classes include problem solving and case studies and are alternated with PL classes. These will involve experiments related with observation, analysis and manipulation of interfacial phenomena, measurement of interfacial parameters, preparation of colloidal systems, study of emulsions, foams and their stability, and more. Students will be required to present the reports of their experiments. Assessment will be comprised of 3 tests (90%) and a final laboratory report (10%). The report mark will also consider the student's performance during classes and laboratory activities. Students who pass marks in all three tests and laboratory report will not be required to sit an exam.

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

Os conhecimentos relacionados com a física e a química dos vários tipos de interfaces serão assimilados através:

- das aulas T, onde os conceitos fundamentais da ciência de interfaces são abordados,
- das aulas P onde os conceitos são demonstrados através da resolução de problemas e
- das aulas de laboratório onde são aplicados a casos reais e concretos.

Os três testes, realizados ao longo do semestre, mais especificamente após os módulos de "Interfaces líquido-gás, líquido-líquido e líquido-sólido", "Interfaces sólido-gás" e "Interface sólido-sólido" permitem fazer uma pré avaliação dos conhecimentos, de forma mais contínua. Por outro lado, nas aulas de laboratório os alunos poderão pôr em prática as noções e conceitos adquiridos nas aulas T e TP para analisar criticamente os vários exemplos estudados que concernem a medição de propriedades e parâmetros interfaciais, a preparação de diversos sistemas, como os coloidais, espumas e emulsões e a sua estabilização e manipulação.

A metodologia expositiva utilizada para explicar a matéria teórica e o conjunto de atividades previstas na UC possibilitam portanto atingir todos os objetivos de aprendizagem.

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

Students will acquire physics and chemistry related knowledge on the various types of interfaces during:

- T classes, where the fundamental concepts of interface science will be presented,
- P classes, where concepts will be demonstrated by problem solving and
- PL classes, where specific real-life cases will be introduced.

The three tests will be carried out along the semester and specifically after the “Liquid-gas, liquid-liquid and liquid-solid interfaces”, “Solid-gas interfaces” and “Solid-solid interface” modules. These tests allow a process of continuous assessment of students. On the other hand, laboratory classes will allow students to apply the notions and concepts learnt in T and P classes, in order to perform a critical analysis of the various previously studied examples related with measuring interfacial properties and parameters, preparing different systems such as the colloidal, foams, emulsions and their manipulation and stability. The expositive methodology used to demonstrate the theory and all the programmed practical activities in the course unit will therefore allow the accomplishment of all the learning objectives.

3.3.9. Bibliografia principal:

Além do material (diapositivos) das aulas e de textos de apoio disponibilizados aos estudantes, os manuais de apoio à disciplina são os seguintes:

- 1) Howe, J. (1997) *Interfaces in Materials*, John Wiley & Sons.
- 2) Adamson, A. (1990) *Physical Chemistry of Surfaces*, John Wiley & Sons.
- 3) Atkins, P.W. (1998) *Physical Chemistry (6th Edition)*, Oxford.
- 4) Shaw, D. (1992). *Introduction to Colloid and Surface Chemistry (4th Edition) (Colloid & Surface Engineering Series)*.
- 5) Pashley, R., Karaman, M. (2004) *Applied Colloid and Surface Chemistry*, John Wiley and Sons.

Mapa IV - Caracterização dos Materiais II

3.3.1. Unidade curricular:

Caracterização dos Materiais II

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

Luís Miguel Amante Fortes (T=10h, PL=20h)

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

Sónia Cristina da Conceição de Matos Eugénio, T=10h, PL=20h

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

Obter conhecimento sobre técnicas de caracterização aplicáveis aos diversos materiais, incluindo preparação de amostras e tratamento de resultados, com utilização de normas.

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

Obtain knowledge about characterization techniques applicable to various materials, including the preparation of samples and processing of results, with the observation of rules.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Abordagem das seguintes técnicas de caracterização de materiais:

1. *Microscopia de força atómica.*
2. *Espectroscopias de raios-X.*
3. *Espectroscopias óticas.*
4. *Espectroscopias de superfície.*
5. *Ressonância Magnética Nuclear.*
6. *Caracterização térmica: análise térmica diferencial, calorimetria diferencial, dilatométria.*

Aulas experimentais nas diferentes técnicas, incluindo preparação de amostras e posterior tratamento e apresentação de resultados.

Tanto a realização dos ensaios como o tratamento de resultados obedecerá às normas específicas vigentes.

3.3.5. Syllabus:

Approaches to the characterization techniques of materials, as follows:

1. *Atomic force microscopy.*
2. *X-ray spectroscopy.*
3. *Optical spectroscopy.*
4. *Surface spectroscopy.*
5. *Nuclear Magnetic Resonance.*
6. *Thermal characterization: differential thermal analysis, differential calorimetry, dilatometry.*

Experimental classes in various techniques, including preparation of samples and subsequent processing

and presentation of results. Both the realization of the tests and the processing of results shall comply with the applicable specific standards.

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

Os conteúdos desta unidade curricular abrangem os conceitos fundamentais que qualquer Engenheiro de Materiais deve dominar. Acrescenta-se a estes fundamentos, uma componente de introdução a várias técnicas de caracterização de materiais (física, estrutural, térmica), as quais foram devidamente enquadradas nos conteúdos previstos. Estas técnicas de caracterização incluem entre outras as técnicas espectroscópicas e térmicas, de grande relevância na Engenharia de Materiais.

O programa geral desta disciplina foi definido tendo por base manuais de referência, sendo complementado a uma escala de maior detalhe com a experiência dos docentes envolvidos. Este binómio é relevante para atingir os objetivos desta unidade.

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

The contents of this course unit cover the fundamental concepts that any Materials Engineer must master. Added to these fundamentals, there is one component of introduction to various characterization techniques of materials (physical, structural, thermal), which were duly adapted to the contents provided. These characterization techniques include among other spectroscopic and thermal techniques of great relevance in Materials Engineering.

The general program of this course unit was set based on well-known manuals complemented at a more detailed level by the experience of the teachers involved. This interface is relevant in order to achieve the goals of this unit.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Método de ensino:

- *Aulas teóricas, de carácter expositivo.*
- *Aulas práticas de laboratório, com caracterização de materiais utilizando as diversas técnicas.*

Modo de avaliação:

A avaliação será feita por frequência ou por frequência e exame. A avaliação por frequência incidirá sobre a realização de dois testes e trabalho laboratorial. Serão dispensados da prova de exame os alunos que, quer nos testes quer na classificação da apresentação e do trabalho laboratorial, tenham obtido a nota mínima de 9,5 valores, não podendo qualquer teste ter classificação inferior a 8 valores. A classificação do exame não poderá ser inferior a 9,5 valores. A classificação final não poderá ser inferior a 10 valores e será determinada pela expressão seguinte:

$$Cf = C1 \times 0,4 + C2 \times 0,6$$

C1 - Classificação do Exame ou média dos Testes

C2 - Classificação Laboratorial.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Teaching method:

- *Theoretical classes, lecture method.*
- *Laboratory practical classes, with characterization of materials using various techniques.*

Assessment:

Assessment will be comprised of frequency or frequency and an exam. Assessment based on frequency will include two tests and laboratory work. Student will not have to sit a final exam if, either in tests or presentation and laboratory exercise, a minimum mark of 9.5 is obtained, and if tests score no lower than 8.

The exam score should not be below 9.5. The final mark cannot be lower than 10 and will be determined by the following:

$$Cf = C1 \times 0,4 + C2 \times 0,6$$

C1 – Classification of Exam or Average of Tests

C2 – Classification of Laboratory Work.

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

Esta unidade curricular possui uma componente descritiva dominante, e frequentemente os alunos de Engenharia apresentam mais dificuldades neste contexto. Assim, será maioritariamente nas aulas práticas, i.e. em laboratório, que a componente descritiva será explicada, de modo a que os alunos, lado a lado com o equipamento, possam melhor visualizar e compreender o princípio de funcionamento das várias técnicas de caracterização. A explicação será seguida por um ensaio de caracterização na técnica respetiva. Esta abordagem servirá para promover a dinamização do processo de aprendizagem, facilitando a apreensão

das matérias e complementando-as. Nestas aulas, os alunos serão chamados a participar de forma ativa, individualmente ou em grupo, para cumprirem objetivos definidos para cada aula. A cada grupo de alunos será alocado um tema de trabalho (estudo de um material selecionado usando uma determinada técnica de caracterização), tendo a oportunidade de utilizar o equipamento de modo a obter os dados que serão posteriormente tratados, reportados, analisados e discutidos na forma de um relatório, contendo uma introdução teórica sobre a técnica utilizada. Tal trabalho terá um peso de 60% na avaliação da UC. A possibilidade de realização de dois testes e trabalho laboratorial permite uma maior distribuição do esforço dos alunos ao longo do semestre, refletindo-se no sucesso alcançado.

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

This course unit has a dominant descriptive component where Engineering students have often more difficulties. Thus, it will be mostly in practical classes, that is to say, in laboratory, that the descriptive component will be explained, so that the students, side by side with the equipment, can visualize in a proper way and understand the functioning principle of the various characterization techniques. The explanation will be followed by a test of characterization of the corresponding technique. This approach will promote dynamics in the learning process, making the understanding of contents easier and complementing the same. In these classes, students will be asked to participate actively, individually or in groups, in order to achieve the defined objectives for each class. Each group of students will be assigned a topic of work (study of a selected material using a particular characterization technique), having the opportunity to use the equipment in order to get the data to be further processed, reported, analyzed and discussed in the form a report, containing a theoretical introduction regarding the technique used. Such work will worth 60% of the course unit evaluation.

The possibility of performing two tests and laboratory work will allow a better distribution of students efforts throughout the semester, which will reflect in the accomplished objectives.

3.3.9. Bibliografia principal:

Flewitt, P.E.J., Wild, R. K. (2003), Physical Methods for Materials Characterisation (Second Edition), Philadelphia: CRC Press. ISBN-13: 978-0-7503-0808-3, ISBN-10: 0-7503-0808-7
Brundle, C.R., Evans Jr. C.A., Wilson, S. (1992) Encyclopedia of Materials Characterization, Stoneham: Butterworth-Heinemann. ISBN-10: 0-7506-9168-9.
Cardarelli, F. (2008), Materials Handbook, A Concise Desktop Reference (2nd Edition), London: Springer-Verlag. ISBN-13: 978-1-84628-668-1.

Mapa IV - Materiais Metálicos

3.3.1. Unidade curricular:

Materiais Metálicos

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

Sónia Cristina da Conceição de Matos Eugénio, T=40h, P=20h

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

<sem resposta>

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

O objetivo fundamental da UC é que o aluno desenvolva competências na área temática de materiais metálicos de forma a compreender as relações entre a estrutura, propriedades e aplicações dos metais e ligas metálicas.

Neste âmbito o aluno deverá conhecer os vários processos necessários à extração, refinamento de metais e produção de peças metálicas. Deverá compreender as propriedades das ligas metálicas, nomeadamente as ligas ferrosas (ferros fundidos e aços ligados), ligas leves (ligas de alumínio e titânio), ligas de cobre, superligas de níquel, e relacioná-las com a respetiva microestrutura e elementos de liga. O aluno adquirirá conhecimentos fundamentais sobre tratamentos térmicos e sua influência nas propriedades mecânicas das ligas metálicas. A base de conhecimentos anteriormente descrita permitirá que o aluno identifique a adequabilidade dos metais e ligas metálicas às suas principais aplicações.

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

The main objective of this course unit is the development of skills in the area of metallic materials, in order to understand the relations between the structure, properties and applications of metals and metal alloys. In this context, the student should be able to understand the various processes required for the extraction and refinement of metals and the production of metal parts. The student must understand the properties of metal alloys, particularly iron alloys (cast irons and steel), light alloys (aluminum and titanium alloys),

copper alloys, nickel superalloys, and relate them to their respective microstructure and alloying elements. The student will acquire basic knowledge on thermal treatment and its influence on the mechanical properties of metal alloys. The base knowledge described above will allow the student to identify the suitability of metals and metal alloys to their main applications.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Processos de extração, refinação e produção de peças metálicas: Processos de concentração, purificação e redução a metal. Processo de elaboração de aço. Processos de produção de peças metálicas*
- 2. Ferro e ligas ferrosas: Diagrama de fases Fe-C. Transformações de fase. Microestrutura do aço e ferro fundidos. Efeitos de elemento de liga. Diagramas TTT. Tratamentos térmicos, isotérmicos, termoquímicos e endurecimento superficial. Aços inoxidáveis: tipos, propriedades e aplicações.*
- 3. Alumínio e ligas de alumínio: Classificação e efeitos de elemento de liga. Ligas de Al-Lítio: características e aplicações.*
- 4. Titânio e ligas de titânio: Efeito dos elementos de liga. Ligas monofásicas e bifásicas. Características. Aplicações.*
- 5. Ligas de Cobre: Bronzes. Latões. Ligas endurecíveis por precipitação. Características. Aplicações.*
- 6. Superligas: Superligas de base Níquel. Características. Aplicações.*
- 7. Ligas metálicas para aplicações específicas e estudo de casos exemplificativos*

3.3.5. Syllabus:

- 1. Processes of extraction, refining and production of metal parts: Processes of concentration, purification and reduction to metal. Process of steel elaboration. Processes for the production of metal parts.*
- 2. Iron and iron alloys: Fe-C phase diagram. Phase transitions. Microstructure of steel and cast iron. Alloy element effects. TTT Diagrams. Thermal, isothermal, thermochemical treatments and surface hardening. Stainless Steels: types, properties and applications.*
- 3. Aluminum and aluminum alloys: Classification and effects of alloying elements. Al-Lithium alloys: characteristics and applications.*
- 4. Titanium and titanium alloys: Effect of alloying elements. Monophasic and biphasic alloys. Characteristics. Applications.*
- 5. Copper alloys: Bronze. Brass. Precipitation hardening of alloys. Characteristics. Applications.*
- 6. Superalloys: Nickel base superalloys. Characteristics. Applications.*
- 7. Metal Alloys for specific applications and study of illustrative cases.*

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

Os materiais metálicos são uma das mais importantes classes de materiais tendo em conta a sua vasta gama de aplicações. Assim, é essencial para um engenheiro de materiais adquirir conhecimento sobre os processos de fabrico destes materiais bem como a relação entre as suas propriedades e principais aplicações.

Tendo em conta estes objetivos, o ponto (1) dos Conteúdos Programáticos visa introduzir conceitos relacionados com o processo produção de peças metálicas, desde a extração do minério à elaboração das peças, dando ao aluno uma visão geral sobre os vários processos de fabrico existentes.

Outro objetivo da UC é a aquisição de conhecimento sobre as propriedades das ligas ferrosas, ligas leves, ligas de cobre e superligas de níquel e relação com a respetiva microestrutura e elementos de liga. Este objetivo será atingido através dos pontos (2) a (6) dos Conteúdos Programáticos. Para cada uma das ligas mencionadas anteriormente serão expostos vários conteúdos incluindo microestruturas típicas e efeito dos elementos de liga nas propriedades das ligas metálicas.

A UC tem também como objectivo que o aluno adquirira conhecimentos fundamentais sobre tratamentos térmicos e sua influência nas propriedades mecânicas das ligas metálicas. Tal será alcançado através do ponto (2) dos Conteúdos Programáticos onde serão introduzidos os principais tratamentos térmicos, isotérmicos e termoquímicos utilizados nos aços. Esta base de conhecimento será depois estendida a outras ligas metálicas discutidas nos pontos (3) a (6) dos Conteúdos Programáticos sempre que tal for adequado.

A base de conhecimentos fundamentais adquirida pelo aluno nos pontos (1) a (6) dos Conteúdos Programáticos permitirá a compreensão profunda e coerente da adequabilidade dos metais e ligas metálicas às suas principais aplicações. Adicionalmente, a introdução de exemplos explicativos de ligas metálicas específica para aplicações de interesse no ponto (7) dos Conteúdos Programáticos, irá consolidar estes conhecimentos e permitir o desenvolvimento do espírito crítico do aluno.

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

Metallic materials are one of the most important classes of materials, bearing in mind their wide range of applications. Thus, it is essential for a materials engineer to acquire knowledge about the processes used in the manufacturing of these materials, as well as the relation between their properties and main applications.

In view of these objectives, chapter (1) of the syllabus aims at introducing concepts related to the production process of metal parts, from the extraction of the ore to the drafting of parts, giving the student

an overview of the various manufacturing processes.

Another purpose of this unit is the acquisition of knowledge about the properties of iron alloys, light alloy, copper alloys and nickel superalloys and their relation with their respective microstructure and alloying elements. This objective will be achieved through the chapters (2) to (6) of the syllabus. For each one of the previously mentioned alloys several contents will be exposed, including typical microstructures and the effect of alloying elements on the properties of metal alloys.

This unit also aims at providing the student with fundamental knowledge on thermal treatment and its influence on the mechanical properties of metal alloys. This will be achieved through the chapter (2) of the syllabus where the main thermal, isothermal and thermochemical treatments used in steel will be introduced. This knowledge base is then extended to the other metal alloys discussed in chapters (3) to (6) of the syllabus, where appropriate.

The basis of fundamental knowledge acquired by the student in chapters (1) to (6) of the syllabus will allow a thorough and consistent understanding of the suitability of metals and metal alloys to their main applications. In addition, the introduction of illustrative examples of alloys for specific applications of interest in chapter (7) of the syllabus, will consolidate this knowledge and allow the development of the student's critical spirit.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC compreenderá aulas de carácter teórico (T) e prático (P).

Nas aulas T, os conceitos fundamentais serão expostos através de meios audiovisuais, com base na bibliografia específica abaixo indicada. Sempre que possível serão apresentados problemas ilustrativos e aplicações reais, de forma a estimular o interesse dos alunos e incentivar a sua participação ativa na aula. As aulas P consistirão na resolução de problemas práticos e execução periódica de trabalhos práticos em ambiente laboratorial, ambos definidos pelo docente. A componente prática do trabalho e análise de resultados será realizada em grupo na aula sendo requerida a entrega posterior de um relatório escrito. Os alunos deverão ainda escolher um dos trabalhos práticos, de uma lista definida pelo docente, para elaboração de uma apresentação oral no final da UC.

A avaliação da UC será realizada através de exame final sobre a matéria lecionada (70%), relatórios das aulas práticas em grupo (20%) e apresentação oral (10 %).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

In T Classes, the fundamental concepts will be exposed through audiovisual media, based on the specific bibliography presented below. Whenever possible, illustrative problems and real applications will be presented, in order to stimulate the interest of students and to encourage their active participation in the classroom.

P classes will consist of solving practical problems and performing regular practical work in laboratory environment, as defined by the professor. The practical component of the work and analysis of results will be carried out in a group in the classroom, and a subsequent delivery of a written report is required. Students must also choose a practical work, from a list defined by the professor, for the preparation of an oral presentation at the end of the unit.

The assessment of the unit will be performed through a final exam on the subjects taught (70 %), practical classes in group reports (20 %) and an oral presentation (10 %).

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

O objetivo fundamental da UC é que o aluno desenvolva competências na área temática de materiais metálicos de forma a compreender as relações entre a estrutura, propriedades e aplicações dos metais e ligas metálicas. Para que os alunos adquiram os conhecimentos necessários a este objetivo de forma integrada e consistente, estes deverão ser lecionados de forma organizada e sistemática, atendendo a um elevado rigor científico. Assim, estes conteúdos deverão ser lecionados em aulas teóricas. Não obstante o exposto anteriormente, a introdução de aplicações reais e exemplos como complemento dos fundamentos teóricos é desejável, sempre que possível permitindo dar ao aluno uma visão integrada de aplicações reais.

A consolidação dos conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas será conseguida através da resolução de exercícios e problemas práticos pelo docente e individualmente pelos alunos, e pela execução de trabalhos práticos laboratoriais de grupo. Estas atividades serão desenvolvidas durante as aulas práticas da UC. A elaboração dos relatórios relativos aos trabalhos práticos laboratoriais periódicos e a apresentação oral de um desses relatórios será mais uma ferramenta para a consolidação dos conhecimentos obtidos durante as aulas teóricas, promovendo ainda o espírito crítico e raciocínio do aluno.

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

The course unit main objective is making students develop their skills on metallic materials in a way that the relations between structure, properties and applications of metals and metal alloys are understood. In order to gain knowledge consistently in the pursuit of this objective, these contents will be taught in an organized and systematized way, up to the highest scientific standards. In this way, these contents should be lectured in theoretical classes. Notwithstanding, the introduction of real applications and examples in addition to the theoretical fundamentals should take place, whenever possible, providing students an integrated overview of real applications.

The consolidation of the gained knowledge in theoretical classes will be obtained through exercises and practical problems solved by the lecturer and individually by each student, together with practical laboratory group exercises. These activities will be pursued during practical classes. Students should draft periodical laboratory reports and provide an oral presentation of one of these reports, which is also another tool for consolidating the knowledge gained during theoretical classes, thus promoting the students critical spirit and reasoning.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Smith, W.F. (1990). *Principles of Materials Science and Engineering*. McGraw-Hill International Editions.
2. Callister Jr, W.D. (2007). *Materials Science and Engineering: an Introduction (7th ed.)* John Wiley & Sons, Inc.
3. Cottrell, A. (1975) *Introdução à Metalurgia (2ª ed.)*. Fundação Calouste Gulbenkian
4. Honeycombe, R. W. K. (1985). *Aços: Microestruturas e propriedades*. Fundação Calouste Gulbenkian
5. Polmear, I. (2005) *Light Alloys: From Traditional Alloys to Nanocrystals (4th ed.)* Butterworth-Heinemann
6. ASM International Handbook Committee (1993) *Properties and Selection: nonferrous alloys and special-purpose materials*, ASM Handbook Volume 2 (10th ed.), ASM International Handbook Committee
7. ASM International Handbook Committee (1993) *Properties and Selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys* ASM Handbook Volume 2 (10th ed.), ASM International Handbook Committee.

Mapa IV - Materiais Celulares

3.3.1. Unidade curricular:

Materiais Celulares

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

Elisabete Ribeiro Silva Gerales T=40h P=20h

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

<sem resposta>

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

Esta unidade curricular pretende que o aluno fique apto a:

- *Identificar e classificar materiais celulares (sintéticos e naturais) versus porosos, bem como conhecer as suas propriedades; Determinar, caracterizar e avaliar a estrutura e morfologia de materiais celulares;*
- *Identificar e selecionar os principais métodos de produção que permitam obter uma determinada estrutura celular num material, bem como modelar as propriedades de modo a serem apropriadas para aplicações específicas;*
- *Identificar as técnicas de caracterização para avaliação das propriedades mecânicas, térmicas, elétricas, acústicas e de permeabilidade de materiais celulares;*
- *Conhecer e avaliar as propriedades características de materiais celulares atualmente mais utilizados (ex: espumas cerâmicas e poliméricas, monólitos, cortiça, madeira);*
- *Conhecer as aplicações principais de materiais de estrutura celulares.*

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

Students who successfully complete this unit should be able to:

- *Identify and classify cellular materials (synthetic and natural) versus porous materials and their properties; determine, characterize and evaluate the structure and morphology of cellular materials;*
- *Identify and select the main production methods for a specific cellular structure of a material, as well as modelling properties for specific applications;*
- *Identify the characterization techniques for evaluation of mechanical, thermal, electrical, acoustic and permeability properties of cellular materials;*
- *Know and evaluate the specific properties of the most commonly used cellular materials (i.e. ceramics and polymeric foams, monoliths, cork, wood);*

- Know the main applications of cellular structure materials.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução

- 1.1 Materiais celulares vs. Materiais porosos: dimensionamento de propriedades
- 1.2 Materiais celulares naturais
- 1.4 Materiais celulares sintéticos

2. Caracterização da estrutura e morfologia de materiais celulares

3. Produção e design de estruturas celulares

Inclui métodos de produção de estruturas celulares a partir de materiais sintéticos, tais como: cerâmicos, metálicos, poliméricos e compósitos.

4. Propriedades e sua determinação: métodos experimentais e teóricos

- 4.1 Propriedades Mecânicas
- 4.2 Permeabilidade
- 4.3 Propriedades térmicas
- 4.4 Propriedades elétricas
- 4.5 Propriedades acústicas

5. Aplicações

Apresentação das principais aplicações, tais como: Filtração, transporte de fluidos, isolantes elétricos e acústicos, sistemas catalíticos, queimadores/fornos, estruturas de construção, e.g. compósitos sandwich, aplicações biomédicas, entre outros potenciais aplicações em resultado dos últimos desenvolvimentos tecnológicos

3.3.5. Syllabus:

1. Introduction

- 1.1 Cellular materials vs. porous materials: property dimensions
- 1.2 Natural cellular materials
- 1.3 Synthetic cellular materials

2. Characterization of structure and cellular materials morphology

3. Cellular structure production and design

Includes cellular production methods from synthetic materials, such as: ceramic, metallic, polymer and composite.

4. Properties and their determination: experimental and theoretical methods

- 4.1 Mechanical properties
- 4.2 Permeability
- 4.3 Thermal properties
- 4.4 Electric properties
- 4.5 Acoustic properties

5. Applications

Introducing the main applications such as: filtration, fluid transport, electric and acoustic insulation, catalytic systems, burners / furnaces, building structures, i.e. sandwich composites, biomedical applications between other potential applications resultant of the latest technological advances.

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

Materiais celulares pertencem a uma classe de materiais com propriedades peculiares, em particular uma elevada porosidade, associada a relativas baixas densidades combinada com uma resistência mecânica própria. Surgem primariamente sob a forma de estruturas naturais, em particular nos materiais celulósicos (madeira, cortiça) e materiais biológicos (osso trabecular). Estas estruturas celulares naturais desde de cedo despertaram o interesse para aplicações nas mais diversas áreas da engenharia. Por conseguinte, também conduziram a um contínuo desenvolvimento de métodos passíveis de imitar tais estruturas celulares com materiais sintéticos, por forma a promover melhorias e/ou criar novos materiais com propriedades promissoras e que superassem as limitações dos materiais convencionalmente usados. Permitindo por outro lado alargar a gama de aplicação destas estruturas celulares, bem como contribuir para a sua modelação às exigências requeridas nas mais variadas aplicações.

Revela-se desde modo de considerável relevância que um profissional na área de Materiais tenha conhecimento da existência deste tipo materiais de propriedades peculiares. Materiais que constituem um dos recursos atuais de melhoria das propriedades exigidas e/ou das limitações dos materiais

convencionais usados numa larga variedade de aplicações, e que cobrem desde materiais cerâmicos, poliméricos, metálicos ou compósitos.

O conteúdo programático incluído nesta disciplina pretende introduzir esta classe de materiais celulares, as suas propriedades peculiares, métodos e técnicas de produção e caracterização, bem como apresentar as suas principais aplicações. Este conteúdo permitirá fornecer ferramentas e conhecimento ao futuro profissional para que este identifique materiais celulares, saiba caracterizar e avaliar as suas propriedades, bem como as correlacionar com o seu modo de produção por forma a modelá-las com os requisitos exigidos em aplicações específicas. Adicionalmente o conteúdo programático pretende apresentar o estado atual no desenvolvimento de materiais celulares, bem como as direções futuras em concordância com as necessidades industriais.

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

Cellular materials belong to a class of materials with peculiar properties, namely a high porosity, related with low density combined with a specific mechanical resistance. They emerge primarily as natural structures, namely in cellulosic materials (wood and cork) and organic materials (the trabecular bone). These natural cellular structures were soon introduced to various engineering uses. This consequently led to a continuous development of methods that would enable to replicate such structures with synthetic materials, in order to improve and/or create new materials with promising characteristics beyond the limitations of conventional materials. Also, it enlarges the application range of these cellular structures, as well as it contributes for their modulation according to the several possible applications.

In this way, a materials professional should be knowledgeable in this kind of peculiar materials. These resourceful materials are essential for the improvement of the limitations and properties which are wanted from the conventional materials for various applications, which include ceramic, polymeric, metallic and composite materials.

The syllabus in this course unit will introduce this class of cellular materials, their peculiar properties, characterization and production methods and techniques and their main applications. These contents will provide skills and knowledge on identification of cellular materials, property characterization and evaluation and their correlation with the production mode in order to modulate them to specific requisites. In addition, the syllabus will introduce the current stage of developments on cellular materials, as well as future trends in industrial contexts.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas de desenvolvimento incluirão pequenos trabalhos experimentais ilustrativos da avaliação de propriedades de materiais celulares, com apresentação de relatório; e/ou apresentação/discussão de monografias realizadas pelos alunos e focadas em aplicações específicas de materiais celulares na indústria. Além disso, os alunos terão a oportunidade de produzir espumas poliméricas de poliuretano, durante uma visita de estudo à empresa Greenseal Research Ltd.

A avaliação será realizada através de exame final, da apresentação/discussão oral do trabalho de desenvolvimento (sob a forma de seminário) e da apresentação do relatório elaborado com base na visita de estudo. Para a aprovação, será necessária uma classificação no exame final igual ou superior a 9 valores (numa escala de 20 valores) e que a média aritmética da nota do exame (65%) + relatórios (35%) seja igual ou superior a 9,5 valores (numa escala de 20 valores).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

In practical lessons, students will perform short experimental exercises which will illustrate the properties evaluation of cellular materials, together with a final report and/or paper reviews/presentations on specific industrial applications of cellular materials. Also, students will have the chance of producing polyurethane polymeric foams on a field trip to Greenseal Research Ltd.

Assessment is comprised of a final exam, an oral presentation/discussion of the work that has been carried out (as a seminar) and a report on the programmed field trip. Students will successfully complete this unit with a final exam score of 9 points or higher (out of 20) and arithmetic average mark of 9.5 or higher (out of 20), comprised of the exam (weighting 65%) and reports (weighting 35%).

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

A metodologia adotada pretende incutir uma aprendizagem ativa e dinâmica através de aulas teóricas e práticas. Proporcionar-se-á a aquisição e aplicação de conhecimentos na área dos materiais celulares, através de exposições teóricas, bem como da consolidação das competências adquiridas através da sua aplicação prática por intermédio de trabalhos experimentais e contato com a indústria para a realização de trabalhos de desenvolvimento. Estes trabalhos de desenvolvimento visam em particular ilustrar a variedade de materiais celulares, suas propriedades aplicações e limitações, bem como consolidar os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas. Será dado foco aos materiais celulares utilizados na indústria portuguesa.

O envolvimento dos alunos num trabalho prático e posteriormente escrito e apresentado via oral através de seminário, permitirá realizar a ponte entre as aspetos ou conceitos teóricos e a realidade quer ao nível de investigação e desenvolvimento, quer ao nível industrial. Por outro lado, promoverá competências ao nível de escrita, trabalho de grupo, exposição, análise crítica e discussão, que incentivará a consolidação do conteúdo programático e assegurará atingir os objetivos de aprendizagem propostos.

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

The methodology used in this course unit looks to promote an active and dynamic learning environment resorting to practical and theoretical classes. Students will gain knowledge on cellular materials on theoretical explanations, consolidating these concepts in practical experimental exercises and by being introduced to the industry itself in development exercises. These development exercises aim to reveal the variety of cellular materials, their properties, applications and limitations, thus consolidating the theoretical contents. Special attention will be given to cellular materials in use in the Portuguese industry. Students will be involved in a practical exercise that will be written and presented further on at a seminar, bridging theory and reality at both R&D and industrial levels. On the other hand, skills such as oral and written skills, team work or critical analysis and discussion skills will be improved, contributing to the consolidation of this syllabus and the accomplishment of the learning objectives.

3.3.9. Bibliografia principal:

Gibson, L.J., Ashby, M. J. (2010). Brendan H. A. Cellular Materials in Nature and Medicine. NEW York, USA: Cambridge Solid Press.

Gibson, L. J., Ashby, M. J. (1999). Cellular Solids: Structure and Properties. Cambridge, UK: Cambridge Solid State Series.

Artigos científicos considerados relevantes para o conteúdo programático.

Mapa IV - Materias Cerâmicos e Vidros

3.3.1. Unidade curricular:

Materias Cerâmicos e Vidros

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

Luís Miguel Amante Fortes, T=40h, P=20h

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

<sem resposta>

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

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

Mais especificamente:

- 1. Conhecimento sobre estrutura, propriedades e aplicações em engenharia dos materiais cerâmicos e vidros;*
- 2. Conhecimento sobre técnicas de fabrico e processamento de cerâmicos e vidros (métodos convencionais e não convencionais);*
- 3. Conhecimento de como a estrutura pode ser usada para modificar as propriedades destes materiais;*
- 4. Conseguir comparar a relação estrutura/propriedades dos cerâmicos com a dos polímeros, ou metais.*
- 5. Conhecimento sobre seleção de materiais e design usando materiais cerâmicos e vidros em aplicações específicas de engenharia.*

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

The main objective is that students acquire knowledge of the structure/properties relationship of ceramic materials and glasses, including basic concepts regarding their processing.

Namely:

- 1. Knowledge on structure, properties and applications in ceramics and glasses materials engineering;*
- 2. Knowledge on manufacturing techniques and processing of ceramic and glass (conventional and unconventional methods);*

3. Knowledge on how the structure can be used to modify the properties of these materials;
4. To be able to compare the structure/properties relationship in ceramics with that of polymers or metals.
5. Knowledge on material selection and design using ceramic materials and glasses for specific engineering applications.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Estrutura dos cerâmicos e vidros. Métodos experimentais de determinação da estrutura atômica. Microestrutura: nucleação e crescimento de grão; teorias da formação de vidros; separação de fases amorfas; vidros cerâmicos e fotocromicos. Processamento e sinterização: recristalização e crescimento de grão; sinterização por evaporação e condensação, por difusão, por vitrificação, na presença de aditivos; prensagem a quente. Propriedades mecânicas: teoria de Griffith. Mecanismos de endurecimento. Propriedades térmicas: expansão térmica; recozimento e têmpera; condutividade térmica. Viscosidade e transição vítrea em vidros inorgânicos. Cerâmicos resistentes a alta temperatura. Propriedades óticas. Luminescência e lasers. Fibras óticas. Propriedades elétricas: condutividade iônica e eletrônica; cerâmicos ferro e piezoelétricos e supercondutores. Propriedades magnéticas. Métodos de fabrico e processamento de cerâmicos e vidros. Sol-gel. Aplicações típicas de cerâmicos e vidros em engenharia.

3.3.5. Syllabus:

Structure of ceramics and glasses. Experimental methods for determining the atomic structure. Microstructure: nucleation and grain growth; theories of glass formation; separation of amorphous phases; ceramic and photochromic glasses. Processing and Sintering: recrystallization and grain growth; sintering by evaporation and condensation, by diffusion, by vitrification in the presence of additives; hot press moulding. Mechanical properties: Griffith theory. Hardening mechanisms. Thermal properties: thermal expansion; annealing and tempering; thermal conductivity. Viscosity and glass transition in inorganic glasses. High temperature resistant ceramics. Optical properties. Luminescence and lasers. Optical fibers. Electrical properties: ionic and electronic conductivity; iron and piezoelectric ceramic and superconductors. Magnetic properties. Manufacturing and processing methods for ceramics and glasses. Sol-gel. Typical applications of ceramic and glass in engineering fields.

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

O Conteúdo Programático desta UC está estruturado de modo coerente com os objetivos de aprendizagem. Começa pela descrição detalhada dos vários conceitos que regem a microestrutura dos cerâmicos e vidros. A estrutura dos cerâmicos e vidros será depois correlacionada com o tipo de processamento que ocorreu para os produzir e com as propriedades típicas de tais materiais, a nível mecânico, térmico, ótico, elétrico e magnético. Os métodos de fabrico destes materiais serão descritos, incluindo uma comparação entre as tecnologias tradicionais e as mais modernas (e.g. sol-gel). Deste modo, o aluno compreenderá a relação entre a estrutura e as propriedades específicas dos materiais cerâmicos e dos vidros, incluindo conceitos básicos sobre o seu processamento. Uma comparação a nível da relação estrutura/propriedades será feita entre os cerâmicos e as outras classes de materiais (metais e polímeros). Os conteúdos programáticos desta UC foram definidos com base em manuais internacionais de reconhecido valor, sendo complementados a uma escala de maior detalhe com a experiência acumulada do docente responsável por esta UC. Este binómio é de elevada importância para alcançar os objetivos desta unidade.

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

The syllabus of this course unit is structured in accordance with the learning purposes. It begins with the detailed description of the various concepts that govern the microstructure of ceramics and glasses. The structure of ceramics and glasses will be later correlated with the type of processing that occurred to produce them and with typical properties of such materials, in mechanic, thermal, optical, electrical and magnetic terms. The manufacturing methods of these materials will be described, including a comparison between the traditional and the most modern technologies (for example, sol-gel). In this way, the student will understand the relationship between structure and specific properties of ceramic materials and glasses, including basic concepts of processing. A comparison of the structure/property relationship for ceramics with that for other classes of materials (metals and polymers). The syllabus of this course unit was set based on well-known international manuals complemented at a more detailed level by the experience of the teacher responsible for this course unit. This interface is relevant in order to achieve the goals of this unit.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Método de ensino:

- Aulas teóricas, de carácter expositivo.
- Aulas práticas de laboratório, com preparação e/ou caracterização dos materiais.
- Visitas de estudo a empresas vidreiras e cerâmicas.

Modo de avaliação:

A avaliação será feita por frequência ou por frequência e exame. A avaliação por frequência incidirá sobre a realização de dois testes, uma apresentação oral e trabalho laboratorial. Serão dispensados da prova de exame os alunos que, quer nos testes quer na classificação da apresentação e do trabalho laboratorial, tenham obtido a nota mínima de 9,5 valores, não podendo qualquer teste ter classificação inferior a 8 valores. A classificação do exame não poderá ser inferior a 9,5 valores. A classificação final não poderá ser inferior a 10 valores e será determinada pela expressão seguinte:

$$Cf = C1 \times 0,5 + C2 \times 0,25 + C3 \times 0,25$$

C1 - Classificação do Exame ou média dos Testes

C2 - Apresentação oral

C3 - Classificação Laboratorial.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**Learning method:**

- Theoretical classes, lecture method.
- Laboratory practical classes, with preparation and /or characterization of materials.
- Field trips to glassworks and ceramics companies.

Assessment:

Assessment will be made by frequency or by frequency and exam. The evaluation based on class frequency will include two tests, an oral presentation and laboratory work. Students will not have to sit a final exam if, either in tests or presentation and laboratory exercise, a minimum mark of 9.5 is obtained, and if tests score no lower than 8.

The exam score should not be below 9.5. The final mark cannot be lower than 10 and will be determined by the following:

$$Cf = C1 \times 0,5 + C2 \times 0,25 + C3 \times 0,25$$

C1 – Classification of Exam or Average of Tests

C2 – Classification of oral presentation

C3 – Classification of Laboratory Work.

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

Pretende-se dotar os alunos das ferramentas básicas para trabalhar com materiais vítreos e cerâmicos. A abordagem teórica será acompanhada de componente prática laboratorial, para demonstração dos princípios estudados, de forma a melhorar a assimilação dos mesmos. De forma complementar, os alunos ganharão noção da escala laboratorial para a industrial, e terão um contacto direto com a indústria. A apresentação oral permitirá explorar a componente didática assim como a estruturação dos assuntos anteriormente abordados.

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

It is intended to provide students with the basic tools to work with vitreous and ceramic materials. The theoretical approach will be accompanied by laboratory practice, for demonstration of the principles studied, in order to improve the assimilation of the same. In a complementary way, students will gain a sense of laboratory and industrial scale, and will have a direct contact with industry. The oral presentation will allow to explore the didactic component as well as the structuring of previously discussed topics.

3.3.9. Bibliografia principal:

1. Kingery, W.D., Bowen H.K., Uhlmann, D.R. (1976). *Introduction to Ceramics*. New York: Wiley-Interscience. ISBN-10: 0471478601.
2. Varshneya, A.K. (1994). *Fundamentals of Inorganic Glasses*. San Diego: Academic Press. ISBN-10: 0127149708.
3. Shelby, J.E. (1997). *Introduction to Glass Science and Technology*. Cambridge: RSC Paperbacks. ISBN 0-85404-533-3.

Mapa IV - Materiais Poliméricos**3.3.1. Unidade curricular:**

*Materiais Poliméricos***3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:***Ana Clara Lopes Marques, T=40h, P=10h, PL=10h***3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:***<sem resposta>***3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Esta unidade curricular (UC) visa fornecer aos estudantes os conhecimentos fundamentais necessários para a utilização de materiais poliméricos em problemas de engenharia, ficando apto a produzi-los e a manipular as suas propriedades de forma a respeitar os requisitos de determinada aplicação final. Especificamente, pretende-se que o aluno conheça os diferentes métodos de polimerização, saiba identificar as técnicas de caracterização de polímeros consoante o que se pretende analisar, conheça o comportamento reológico e termomecânico de polímeros, bem como as suas propriedades de engenharia (fluência, fratura, fadiga, propriedades dielétricas, degradação) e saiba aplicar as técnicas de produção de polímeros termoplásticos e termoendurecíveis. Além destas competências técnicas, pretende-se estimular a capacidade de trabalho em grupo e em meio laboratorial, bem como a capacidade de pesquisa, de síntese e de comunicação.

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

This course unit aims to provide students the necessary fundamentals for the use of polymeric materials in engineering applications, how to produce them and manipulate their properties with regards to the requirements of specific final applications. Students should specifically get to know the different polymerization methods, the polymer characterization techniques according to the analysis goal, the rheological and thermodynamic behavior of polymers, as well as their engineering properties (creep, fracture, fatigue, dielectric properties, degradation) and also be able to apply the production techniques depending if it is a thermoplastic or thermoset polymer. In addition, students will be encouraged for teamwork in a laboratory context, as well as for developing their research abilities, synthesis and communication skills.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Conceitos básicos de polímeros, nomenclatura e massas moleculares poliméricas. Matérias primas.*
- 2. Classificação das reações de polimerização. Reatividade de grupos funcionais.*
- 3. Princípios e processos de polimerização (por passos, em cadeia). Cinética.*
- 4. Reações de copolimerização (alternada, ideal, aleatória). Coeficientes de reatividade.*
- 5. Estrutura e propriedades dos polímeros.*
- 6. Técnicas de caracterização físico-químicas de polímeros. Análise térmica e dinâmico-mecânica de polímeros. Fratura e resistência ao impacto. Fluência. Fadiga. Propriedades óticas e elétricas.*
- 7. Reações de modificação de polímeros.*
- 8. Materiais poliméricos multicomponente.*
- 9. Técnicas de produção de polímeros (termoplásticos, termoendurecíveis e borrachas). Aditivos.*
- 10. União de polímeros e métodos de acabamento.*
- 11. Aplicações de materiais poliméricos.*
- 12. Problemas com polímeros (degradação termo oxidativa, produtos de combustão, toxicidade, etc.)*

3.3.5. Syllabus:

- 1. Basic concepts on polymers, terminology and polymeric molecular weight. Raw materials.*
- 2. Classification of polymerization reactions. Reactivity of functional groups.*
- 3. Principles and polymerization processes (step by step, chain). Kinetics.*
- 4. Reactions of copolymerization (alternate, ideal, random). Reactivity coefficients.*
- 5. Polymer structure and properties.*
- 6. Techniques for physicochemical characterization of polymers. Thermal and dynamic mechanical polymer analysis. Fracture and impact resistance. Creep. Fatigue. Electrical and optical properties.*
- 7. Reactions of polymer modifications.*
- 8. Multicomponent polymeric materials.*
- 9. Polymer production techniques (thermoplastic, thermoset and rubbers). Additives.*
- 10. Polymer joining and finishing.*
- 11. Application of polymeric materials.*
- 12. Problems with polymers (thermo-oxidative degradation, combustion products, toxicity, etc.)*

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

Os conteúdos programáticos desta UC encontram-se estruturados por áreas temáticas, desde os conceitos básicos da ciência de polímeros, processos de polimerização e copolimerização até aos aspetos mais práticos relacionados com as técnicas de produção e de acabamento de materiais poliméricos e sua aplicação. Esta estruturação de conteúdos está alinhada com os objetivos da UC, visto que promove a aquisição de conhecimentos no que respeita à utilização de polímeros em problemas de engenharia, sua produção e manipulação de propriedades para responderem aos requisitos de determinada aplicação final. Relativamente às competências técnicas específicas a adquirir nesta UC, a compreensão das reações de polimerização é endereçada nos pontos 1 a 4 dos conteúdos programáticos, o domínio das técnicas de caracterização será promovido no ponto 6, o conhecimento da estrutura, comportamento reológico e termomecânico e das propriedades de engenharia serão endereçados nos pontos 5 a 8 e, finalmente, o conhecimento na área das técnicas de produção, acabamento e aplicações de polímeros será adquirido nos pontos 9 a 11. O ponto 12 destina-se à compreensão dos mecanismos de falha de polímeros e limitações a nível de sustentabilidade.

Os conteúdos programáticos estão, portanto, coerentemente alinhados com os objetivos desta UC.

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

The syllabus of this course unit is structured by subject areas, from the basic concepts on polymer sciences, polymerization and copolymerization processes, up to the most practical aspects related with production and finishing techniques of polymeric materials and their application. This structure is defined in accordance with the course unit objectives, by promoting the gain of knowledge on the use of polymers in engineering problems, its production and property manipulation according to the requirements of a specific final application.

On the specific technical competences to be learnt in this unit, syllabus topics 1 to 4 will address polymeric reactions, while characterization techniques will be addressed on topic 6. Structure, rheological and thermo-mechanical behavior and engineering properties will be addressed between topics 5 and 8. Lastly, polymer production, finishing and application techniques will be found between topics 9 and 11. Topic 12 is dedicated to polymer failure mechanisms and sustainability limitations. The syllabus is therefore in accordance with the objectives of this course unit.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta UC visa aulas de carácter teórico (T), prático (P) e laboratoriais (PL). Serão, além disso, complementadas com visitas de estudo a fábricas da indústria de polímeros.

A componente T será exposta por apresentação/discussão oral acompanhada por diapositivos. As aulas de carácter P incluem a resolução de problemas e estudos de casos exemplificativos. As aulas PL envolverão experiências relacionadas com a produção de polímeros termoplásticos e termoendurecíveis (resina epoxy, etc.). Cada tema será alocado a um grupo de alunos, que após realizarem as experiências, apresentarão um relatório contendo uma descrição das experiências e uma análise e discussão dos resultados obtidos, aplicando os fundamentos teóricos apreendidos. Cada grupo fará apresentação oral do seu trabalho.

A avaliação da disciplina será realizada através de 2 testes (80%), e do relatório da atividade laboratorial (20%).

Os alunos com nota positiva nos dois testes e no relatório ficarão dispensados de ir a exame.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

This course unit comprises theoretical (T), practical (P) and laboratory (PL) classes. In addition, field trips to polymer industrial plants are also programmed.

The T component will be conducted with oral presentations and discussion with powerpoint files. P classes include problem solving and example case studies. PL classes will involve experiments related with the production of thermoplastic and thermoset polymers (epoxy resin, etc). Each subject will be set to a group of students that, once experiments have been carried out, will present a report containing an experiment description and a discussion of the results achieved, thus using the learnt theoretical fundamentals. Each team will make an oral presentation of its work.

Assessment will be comprised of 2 tests (80%) and a laboratory report (20%).

Students who pass marks on both tests and laboratory report are not required to sit an exam.

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

A metodologia de ensino aplicada nesta UC assegura cumprir todos os objetivos da seguinte forma:

- nas aulas T são abordados os conceitos fundamentais da ciência e tecnologia de polímeros, permitindo adquirir todas as competências técnicas específicas, descritas na secção de Objetivos;*
- nas aulas P são resolvidos exercícios onde os conceitos expostos nas aulas T serão aplicados;*
- nas aulas PL os estudantes trabalharão em grupo na síntese/produção de um determinado polímero, termoplástico, ou termoendurecível, onde, além de aplicarem os conhecimentos adquiridos nas aulas T e P, desenvolverão a capacidade de trabalhar em grupo e em meio laboratorial, bem como a capacidade de pesquisa, de síntese, elaboração de relatórios científicos e de comunicação escrita e oral, tudo isto objetivos da presente UC.*

Serão realizadas visitas de estudo a fábricas da indústria de polímeros, onde os alunos poderão ter uma

visão geral da sua produção, em larga escala, bem como da aplicação de técnicas de acabamento dos produtos poliméricos, do controlo de qualidade do processo, de ensaios de caracterização dos materiais poliméricos, de manuseamento e armazenamento de matérias primas e produtos finais. Ficarão, deste modo, aptos a comparar o processamento de materiais poliméricos à escala laboratorial e à escala industrial.

Os dois testes, realizados ao longo do semestre, permitirão uma avaliação mais contínua dos conhecimentos e, portanto, potencialmente mais eficaz.

A metodologia expositiva, interrogativa e demonstrativa utilizada para explicar a matéria teórica e o conjunto de atividades previstas na UC (resolução de exercícios nas aulas P, trabalho de grupo e visitas de estudo) possibilitam portanto atingir todos os objetivos de aprendizagem.

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

The teaching methodology used in this course unit is in accordance with all of the objectives as follows:

- *T classes address the fundamental concepts of polymer sciences and technology, allowing the gain of knowledge on all the specific technical competences described on the Objectives section;*
- *P classes are focused on exercises where the concepts learnt on T classes will be used;*
- *In PL classes, students will work in teams for the synthesis/production of a specific thermoplastic or thermoset polymer, using the knowledge acquired on T and P classes and developing their ability for team work in a laboratory environment. Also, as this unit's objectives, students will improve their abilities on research, synthesis, drafting scientific reports and written and oral communication skills.*

Field trips to polymer industrial plants will also take place. Students will be able to obtain an overview of its large scale production, use of finishing techniques in polymeric products, process quality control, characterization tests for polymeric materials, handling and storage of raw materials and final products. Students will therefore be able to compare the processing of polymeric materials at laboratory and industry levels.

The two tests that will take place during the semester will allow a more continuous and therefore potentially more effective assessment of the students' knowledge.

The expositive, interrogative and demonstrative methodology used to explain the theory, together with all the programmed activities for this course unit (exercise practice in P classes, team project and field trips) will therefore allow the accomplishment of all the learning objectives.

3.3.9. Bibliografia principal:

- 1 - Carraher, C.E. (2010) *Introduction to Polymer Chemistry (2nd Edition)*, CRC Press.
- 2- Young, R.J., Lovell, P.A. (2000) *Introduction to Polymers (2nd Edition)*, CRC Press.
- 3 - Lenz, R.W. (1967) *Organic Chemistry of Synthetic High Polymers*, Interscience.
- 4 – Nicholson, J.W. (1991) *The Chemistry of Polymers*, Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- 5- Flory, P.J. (1978) *Principles of Polymer Chemistry*, Cornell Univ. Press.
- 6- Young, R.J. (1981) *Introduction to Polymers*, Chapman and Hall.
- 7 - Birley, A.W., Haworth, B., Batchelor, J. (1991) *Physics of Plastics (3rd Edition)*, Hanser Publishers.
- 8 - Crawford, R.J. (2002) *Plastics Engineering (3rd Edition)*, Pergamon Press.
http://www.fidena.edu.mx/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20%281998%29.%20Plastics%20Engineering%20%283rd%20ed.%29/Plastics_Engineering_3E.pdf

Mapa IV - Biomateriais

3.3.1. Unidade curricular:

Biomateriais

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

Miguel Dias Castilho, T=40h, P=10h, PL=10h

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

<sem resposta>

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

Como resultado da aprendizagem prevê-se fornecer conhecimentos essenciais no domínio dos biomateriais, nomeadamente:

- (1) *Apreender os aspetos fundamentais da ciência dos biomateriais e da sua evolução*
- (2) *Conhecer e compreender as propriedades mais relevantes dos vários tipos/classes de biomateriais*
- (3) *Relacionar criticamente essas propriedades com as diferentes aplicações biomédicas, de modo a*

selecionar os materiais mais adequados para as diferentes aplicações clínicas

(4) Descrever as técnicas de caracterização química, física, mecânica e biológica e interpretar os resultados correspondentes às técnicas abordadas

(4) Descrever os conceitos introdutórios e exemplos de aplicação dos biomateriais em Engenharia de Tecidos e Medicina Regenerativa

(5) Descrever e discutir as técnicas de processamento aplicadas aos biomateriais, nomeadamente as técnicas de Biofabrico e as técnicas aditivas.

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

As a result of the learning process, essential knowledge in the field of biomaterials shall be provided, namely:

(1) Grasping the fundamental aspects regarding biomaterial science and its evolution.

(2) Knowing and understanding the most relevant properties of the different biomaterial types/classes.

(3) Critically linking these properties to the different biomedical applications, so as to select the most appropriate materials for each one.

(4) Describing the chemical, physical, mechanical and biological characterization techniques and interpreting the results obtained by using each one of them.

(5) Describing the introductory concepts and application examples of the biomaterials used in Fabric Engineering and Regenerative Medicine.

(6) Describing and discussing the processing techniques applied to the biomaterials, namely Biomanufacturing and layering techniques.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

(1) Princípios fundamentais dos biomateriais a sua evolução. Biomateriais degradáveis e não degradáveis. As diferentes aplicações clínicas, reparação, substituição e regeneração. Aplicações em Engenharia de tecidos e Medicina regenerativa

(2) Classes dos biomateriais, estrutura e propriedades. Biomateriais metálicos. Biocerâmicos e Biovidros. Biopolímeros sintéticos e biodegradáveis. Polímeros naturais. Materiais compósitos

(3) Propriedades físicas, químicas e mecânicas

(4) Interação biomateriais-tecidos. Estruturas dos tecidos duros e moles. Biocompatibilidade. Reações orgânicas aos biomateriais. Degradação

(5) Caracterização de biomateriais. Caracterização química e morfológica de biomateriais. Avaliação de propriedades térmicas de biomateriais. Avaliação de propriedades mecânicas de biomateriais. Avaliação das propriedades superficiais de biomateriais. Testes biológicos

(6) Processamento de biomateriais. Técnicas de remoção e técnicas aditivas. Biofabrico.

3.3.5. Syllabus:

(1) Fundamental principles of biomaterials and their evolution. Degradable and nondegradable biomaterials. The different applications in the fields of medicine, repair, substitution and regeneration. Applications in Fabric Engineering and Regenerative Medicine.

(2) Biomaterial classes, structures and properties. Metallic biomaterials. Bioceramics and bioglass. Synthetic and biodegradable biopolymers. Natural polymers. Composite materials.

(3) Physical, chemical and mechanical properties.

(4) Interaction between biomaterials and fabrics. Structures of hard and soft fabrics. Biocompatibility. Organic reactions to biomaterials. Decay.

(5) Biomaterial characterization. Chemical and morphologic characterization of biomaterials. Evaluation of biomaterials' thermal properties. Evaluation of biomaterials' mechanical properties. Evaluation of biomaterials' surface properties. Biological testing

(6) Biomaterial processing. Techniques for layering and removal. Biomanufacturing.

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

Esta unidade curricular tem como objectivo principal introduzir os materiais usados em aplicações biomédicas, assim como o estado da arte do seu desenvolvimento e transmitir os aspetos fundamentais da ciência dos biomateriais. Dada a importância do desempenho e da interação entre os biomateriais e os tecidos, esta unidade compreende o conhecimento dos tipos/classes dos biomateriais e das suas especificações para as diferentes aplicações clínicas, a avaliação das propriedades típicas dos biomateriais, designadamente, as suas propriedades, físicas, químicas, mecânicas e biológicas, e a identificação das principais técnicas de caracterização utilizadas e suas respectivas características. Esta unidade curricular visa igualmente transmitir os conceitos introdutórios da Engenharia de Tecidos e da Medicina Regenerativa, e as técnicas de processamento aplicadas aos biomateriais, onde se incluem as técnicas de biofabrico e os processos aditivos.

A unidade curricular está dividida em dois módulos principais. Um primeiro (1-4) mais teórico onde é realizada uma avaliação sobre os aspetos fundamentais da ciência dos biomateriais, especificando as suas classes, as suas principais propriedades, e por fim as suas aplicações e interação com os tecidos. No segundo (5-6) mais prático, onde é feita uma introdução e avaliação crítica das técnicas de processamento dos biomateriais e das técnicas de caracterização. Com estes dois módulos pretende-se

que os alunos compreendam os aspetos específicos e multidisciplinares envolvidos no conteúdo programático da unidade, através da exposição teórica dos fundamentos da ciência dos materiais, que sempre que possível, assentará em exemplos e casos práticos. A componente prática e laboratorial que inclui casos de estudo, demonstrações práticas de fabrico e caracterização, bem como o desenvolvimento de um projecto/exemplo de aplicação de biomateriais, visa que os alunos solidifiquem e apliquem os conhecimentos teóricos anteriormente apresentados. O cruzamento da componente mais teórica com a forte componente prática e experimental, permitirá aos alunos reunir competências para a análise crítica e de seleção desta classe de materiais direcionados para aplicações clínicas.

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

The main purpose of this course unit is to introduce the materials used in biomedical applications, the state of the art in their development and transmission of the fundamental aspects of biomaterial science. Given the key roles of performance and interaction between biomaterials and fabrics, this unit comprises the study of biomaterial types/classes and their specifications regarding different clinical applications, the evaluation of biomaterials' typical properties (such as physical, chemical, mechanical and biological), and also identification of the main characterization techniques used along with their respective characteristics. This course unit also seeks to transmit the introductory concepts of Fabric Engineering and Regenerative Medicine, and the processing techniques applied to biomaterials, including biomufacturing techniques and layering processes.

This course unit is divided in two main modules. A first, more theoretical module (1-4), where an evaluation regarding the fundamental aspects of biomaterial science is made, specifying their classes, their main properties, and ultimately their applications and interaction with fabrics. A second, more practical module (5-6), where an introduction and critical evaluation, relative to biomaterials processing and characterization techniques, are performed. The purpose of these two modules is that the students understand the specific and multidisciplinary aspects involved in the unit's programmed content, by means of theoretical exposure to material science fundamentals which, whenever possible, shall be based on examples and case studies. The practical and laboratory components, which include case studies, practical demonstrations of manufacture and characterization, as well as the development of a project/example of a biomaterials application, seek to ensure that the students solidify and apply the theoretical knowledge previously transmitted. Intersection of the more theoretical component with the strong practical and experimental component will allow the students to gather skills for the critical and selective analyses of the class of materials used in clinical applications.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular compreenderá aulas de carácter teórico e aulas de carácter prático e laboratorial. A componente teórica será acompanhada através da bibliografia específica, indicada em baixo no ponto 3.3.9, e através dos slides apresentados nas aulas. As aulas de carácter prático e laboratorial incluem casos de estudo, demonstrações práticas de fabrico e caracterização dos biomateriais e finalmente, o desenvolvimento por parte dos estudantes de um projecto/exemplo de aplicação de biomateriais. A avaliação da disciplina será realizada através de testes/exames (80%) e através de apresentações orais de um projecto/monografia (20%).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

This course unit will consist of laboratory practises and of classes which are theoretical and practical in nature. The theoretical component shall be taught using the literature indicated in item 3.3.9. below, and by means of the slides presented during class. Laboratory and practical classes include case studies, practical demonstrations of biomaterials manufacturing and characterization and, ultimately, the undertaking of a biomaterials application project/example on behalf of the students.

Assessment shall be performed by means of tests/exams (80%) and through oral presentations of a project/monograph (20%).

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

Dado o carácter emergente e multidisciplinar da disciplina, esta unidade privilegiará as metodologias de ensino interativas, que envolvem o cruzamento entre a componente mais fundamental da ciência dos biomateriais, a utilização de exemplos e aplicações práticas, e por fim a demonstração e caracterização laboratorial. Sempre que possível, a unidade envolverá a contribuição de especialistas na área, através da realização de seminários, visita a laboratórios e unidades industriais de biomateriais e de biofabrico, permitindo assim a ponte entre os aspetos teóricos e práticos.

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

Due to the emerging and multidisciplinary nature of the subject, this unit supports interactive teaching methodologies which involve the combination of the key component of biomaterial science, usage of examples and practical applications, and also of laboratory demonstrations and characterizations. Whenever possible, the unit will involve the contribution of experts in the field, by way of seminars and

trips to biomaterial and biomanufacturing laboratories and industrial units, thus crossing the gap between theoretical and practical aspects.

3.3.9. Bibliografia principal:

O principal material de apoio à disciplina é composto por:

[1] Park, B., Lakes, R. (1992) *Biomaterials: An Introduction*, 2nd ed. Plenum Press. London.

[2] Ratner, B. D., Hoffman, A. S., Schoen, F. J., Lemons, J. E. (2004). *Biomaterials science -An Introduction to Materials in Medicine*, 2nd Edition. Elsevier.

[3] Callister, W. D. (2007). *Materials Science and Engineering: an Introduction*, 7th ed.. John Wiley & Sons, Inc.

[4] Atala, A. (2009) *Foundations of Regenerative Medicine: Clinical and Therapeutic Applications*, Academic Press.

Mapa IV - Processos de Produção

3.3.1. Unidade curricular:

Processos de Produção

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

Miguel Dias Castilho, TP=40h, PL=20h

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

<sem resposta>

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

Esta unidade curricular tem como objectivo principal transmitir conhecimentos sobre as diferentes tecnologias de processamento de materiais, em particular os conceitos básicos para a sua análise teórica e prática. Como resultado da aprendizagem prevê-se que os alunos:

(1) Desenvolvam uma compreensão sobre as diversas tecnologias de processamento, designadamente as tecnologias de maquinagem, as tecnologias de conformação, os processos aditivos de fabrico, convencionais e os avançados; (2) Compreendam as capacidades/limitações de cada processo/procedimento de fabrico (3) estabeleçam contacto com as técnicas mais recentes neste domínio, com um enfoque nos processos aditivos de fabrico convencionais e os avançados, (4) adquiram a capacidade de selecionarem os processo mais adequados em termos técnicos e terem alguma sensibilidade em relação aos aspetos essenciais de desenvolvimento, concepção e realização de diferentes componentes.

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

The main objective of this course unit is to transmit knowledge regarding various material processing technologies, particularly the basic concepts for their theoretical and practical analysis. As a result of the learning process, the students are expected to:

(1) Understand the different processing technologies, namely milling technologies, forming technologies, and conventional/advanced layered manufacturing processes; (2) Understand the capabilities/limitations of each manufacturing process/procedure; (3) Be aware of the most recent techniques in this field, with an emphasis on the conventional/advanced layering manufacturing processes; (4) Acquire the ability to choose the more technically appropriate process for a certain application and have a certain sensitivity regarding aspects essential to the development, design and production of different components.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

(1) Introdução aos processos de fabrico. Processamento mecânico de materiais metálicos, cerâmicos e polimérico. Aspectos fenomenológicos de elasticidade e plasticidade;

(2) Tecnologias de maquinagem: Introdução aos processos tecnológicos de maquinagem; Corte por arranque de aparas; Processos convencionais: Torno, furadora, fresadora, mandriladora e rectificadora, Outros processos de corte. Noções de máquinas ferramenta, CNC, Centros de maquinagem; Aplicações;

(3) Tecnologias de conformação: Introdução aos processos de conformação mecânica: Processos Dobragem/quingagem, estampagem, Trefilagem, Laminagem e Extrusão. Suas aplicações;

(4) Processos aditivos: Introdução aos processos aditivos de fabrico. Cadeia genérica do CAD-à aplicação, Processos aditivos convencionais: sinterização, laminagem, extrusão, estereolitografia e impressão por jacto de material; Processos aditivos avançados; Suas aplicações.

3.3.5. Syllabus:

- (1) *Introduction to manufacturing processes. Mechanical processing of metallic, ceramic and polymeric materials. Phenomenological aspects of elasticity and plasticity;*
- (2) *Milling technologies: Introduction to technological milling processes; Deburring; Conventional processes: Lathe, drill, milling machine, boring machine and grinder. Other cutting processes. Notions regarding machine tools, CNC and milling centers; Applications;*
- (3) *Forming technologies: Introduction to mechanical forming processes: Folding/Bending, Embossing, Drawing, Rolling and Extrusion processes. Their applications;*
- (4) *Layering processes: Introduction to layered manufacturing processes. Generic CAD-to-application sequence, conventional layering processes: sintering, rolling, extrusion, stereolithography and material jet printing; advanced layering processes; Their applications*

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

A unidade curricular está dividida em quatro módulos principais. Um primeiro introdutório de carácter teórico, onde é realizado uma apresentação aos processos de fabrico, às especificações para o fabrico, à alteração de propriedades e aos aspetos fundamentais da elasticidade e plasticidade. Nos três módulos seguintes com carácter teórico-prático onde é realizada a apresentação dos princípios básicos dos processos de fabrico em estudo, bem como são apresentados exemplos de casos de produto/fabrico. A combinação de aulas teórico-práticas, com a resolução de problemas, a discussão de casos, a apresentação de vídeos tecnológicos e as demonstrações na oficina/laboratórios da especialidade, visa que os alunos solidifiquem e apliquem os conhecimentos teóricos anteriormente apresentados. O cruzamento da componente mais teórica com a forte componente prática e experimental, permitirá também aos alunos o domínio da linguagem/conceitos básicos adquiridos nos diferentes módulos, bem como reunir capacidades para analisar as capacidades/limitações de cada processo/procedimento de fabrico.

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

This course unit is divided in four main modules. One introductory and theoretical module, where manufacturing processes, manufacturing specifications, changes in properties and the fundamental aspects of elasticity and plasticity, are all presented. The remaining three modules are theoretical-practical in nature, where the basic principles of the manufacturing processes being studied are presented, as well as examples of product/manufacturing case studies. The combination of theoretical-practical classes which include troubleshooting, case discussions, displays of technological videos and demonstrations in specialized workshops/laboratories, all seek to ensure that the students solidify and apply the theoretical knowledge previously transmitted. Intersection of the more theoretical component with the strong practical and experimental component will allow the students to improve basic terms/concepts acquired throughout the various modules, as well as progress their skills in the analysis of the capabilities/limitations of each manufacturing process/procedure.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular compreenderá aulas de carácter teórico-prático e aulas de carácter laboratorial. A componente teórica-prática será acompanhada através da bibliografia específica, indicada em baixo no ponto 3.3.9, e através dos slides de apoio apresentados nas aulas. As aulas de carácter laboratorial decorrerão nas oficinas e laboratórios da especialidade, sendo aulas de exploração e também de consolidação das diferentes tecnologias estudadas. A avaliação da disciplina será realizada através de testes/exames, e de uma componente prática através da realização de um trabalho de grupo.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

This course unit will consist of laboratory practises and of classes which are theoretical/practical in nature. The theoretical/practical component shall be taught using the literature indicated in item 3.3.9. below, and by means of the supporting slides presented during class. Laboratory classes shall take place at the workshops and laboratories pertinent to each trade. These classes provide learning and also consolidation of the different technologies in study. Assessment shall be performed by means of tests/exams and by means of a practical component involving group work.

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

A unidade curricular visa preparar o aluno para a componente de processamento, visto ser uma componente essencial na formação do Engenheiro de Materiais, com especial enfoque nos métodos avançados de processamento. A unidade privilegiará as metodologias de ensino interativas, que envolvem o cruzamento entre a componente mais fundamental das tecnologias de maquinagem, de conformação, e dos processo aditivos, através da utilização de exemplos e aplicações práticas, Sempre que possível, a unidade envolverá aspetos teóricos e práticos.

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

This course unit seeks to prepare the student for the processing module, as it is considered to be an essential component in a Material Engineer's training, with a special focus on advanced processing methods. This unit supports interactive teaching methodologies which involve the combination of the key component of milling technologies, forming technologies and layering processes, using practical examples and applications. Whenever possible, the unit shall involve theoretical and practical aspects.

3.3.9. Bibliografia principal:

O principal material de apoio à disciplina é composto por:

- [1] Rodrigues, J. Martins, P. (2005). *Tecnologia Mecânica – Tecnologia da Deformação Plástica Vol. I e II* Escolar Editora.
- [2] Gouveia, B. Rodrigues J. Martins P. (2011). *Tecnologia Mecânica - Tecnologia da Deformação Plástica. Vol. III Exercícios Resolvidos*, Escolar Editora.
- [3] Kalpakjian, S. (1984). *Manufacturing Processes for Engineering Materials*. Addison-Wesley.
- [4] Gibson, I. Rosen D.W. (2010) *Additive manufacturing technologies – Rapid prototyping to direct digital manufacturing*, Brent Stucker, Springer.

Mapa IV - Materiais para Energia

3.3.1. Unidade curricular:

Materiais para Energia

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

Diogo Miguel Franco dos Santos; TP:60h

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

<sem resposta>

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

A UC de Materiais para Energia pretende que o aluno compreenda a importância dos materiais para o desenvolvimento de novas tecnologias energéticas, que permitam abandonar a atual dependência do petróleo. Pretende dar uma perspetiva global dos vários métodos para conversão e armazenamento de energia e dos materiais envolvidos nesses processos. Ao ser aprovado na disciplina, o aluno deverá estar apto a:

- Compreender os problemas atuais de gestão dos recursos energéticos e a necessidade de aposta em energias renováveis.*
- Reconhecer o papel dos materiais para armazenamento e conversão de energia.*
- Identificar os vários tipos de dispositivos para armazenamento e conversão de energia (ex. baterias primárias e secundárias, pilhas de combustível, condensadores, células solares e fotoeletroquímicas, nanomateriais), os seus princípios básicos de funcionamento, e as suas áreas de aplicação.*
- Entender a importância do desenvolvimento de novos materiais para aplicações sustentáveis de energia.*

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

The course unit of Materials for Energy aims to introduce students to the importance of materials for the development of new energy technologies that would allow ceasing with the current oil dependence. It aims to provide a global overview of the materials and processes involved in the various energy conversion and storage methods. Students who successfully complete this unit will be able to:

- Understand current issues related with energy resource management and the need of switching to renewable energies.*
- Understand the importance of materials for energy storage and conversion.*
- Know the various types of energy storage and conversion devices (e.g., primary and secondary batteries, fuel cells, capacitors, solar cells, photoelectrochemical cells, and nanomaterials), its basic working principles and scope of use.*
- Understand the importance of developing new materials for sustainable energy applications.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Atuais problemas energéticos. Fontes de energia renovável. Importância dos materiais para energia. Materiais para conversão e armazenamento de energia. Fundamentos de eletroquímica de materiais. Tipos de baterias primárias (ex. células de Daniell, Grove, e Leclanché, baterias de metal-ar) e secundárias (ex. baterias de Pb-ácido, ião Li, Ni-Cd, e Ni-MH). Ciclos de carga-descarga. Componentes de pilhas de combustível. Tópicos de electrocatálise. Pilhas de combustível de baixa (ex.

PEM, alcalina, pilha directa de metanol) e de alta (ex. óxido sólido, carbonato fundido, ácido fosfórico) temperatura. Métodos de armazenamento e distribuição de hidrogénio. Materiais para armazenamento físico e químico.

Armazenamento de energia em condensadores. Conversão de energia solar. Células fotoelectroquímicas. Semicondutores. Conversão de energia em sistemas biológicos. Materiais para energia nuclear, solar e para turbinas eólicas. Materiais piezoelétricos e termoeletricos. Nanomateriais para energia.

3.3.5. Syllabus:

Current energy problems. Renewable energy sources. Importance of materials for energy. Materials for energy conversion and storage. Fundamentals of materials electrochemistry. Types of primary batteries (e.g., Daniell, Grove and Leclanché cells, metal-air batteries) and secondary batteries (e.g., Pb-acid, Li-ion, Ni-Cd and Ni-MH batteries). Charge-discharge cycles.

Fuel cell components. Topics on electrocatalysis. Low-temperature fuel cells (e.g., PEM, alkaline, and direct methanol fuel cells) and high-temperature fuel cells (e.g., solid oxide, molten carbonate and phosphoric acid fuel cells). Methods of hydrogen storage and distribution. Materials for physical and chemical storage.

Energy storage in capacitors. Solar energy conversion. Photoelectrochemical cells. Semiconductors. Energy conversion in biological systems. Materials for nuclear power, solar power and wind turbines. Piezoelectric and thermoelectric materials. Nanomaterials for energy applications.

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

Os conteúdos programáticos coadunam-se com os objetivos de aprendizagem desta unidade curricular na medida em que os assuntos propostos permitem uma introdução aos vários tipos de materiais com relevância para processos de armazenamento e conversão de energia.

Procura-se imprimir a consciencialização do aluno para a importância da mudança do paradigma energético, virando-nos para a utilização de fontes de energia renováveis e sistemas sustentáveis, e da importância dos materiais na inovação e desenvolvimento de dispositivos para armazenamento e conversão de energia. A unidade de Materiais para Energia pretende introduzir aos alunos conceitos fundamentais sobre o funcionamento e os materiais que compõe os vários tipos de dispositivos para armazenamento e conversão de energia e a identificação das suas áreas de aplicação.

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

The syllabus is in accordance with the course unit objectives as the application of the knowledge gained herein will introduce students to the various types of relevant materials for energy conversion. Students should become more aware of the meaning of changing the energy paradigm, switching to renewable energy sources and sustainable systems, together with the importance of materials for innovation and development of energy storage and conversion devices. The Materials for Energy course unit aims to introduce students to the essential concepts for the understanding of the materials comprised in the various types of energy storage and conversion devices and their scope of use.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conteúdos programáticos da unidade curricular de Materiais para Energia serão expostos em aulas teórico-práticas, recorrendo à projeção de apresentações em PowerPoint. As aulas teórico-práticas terão uma componente inicial expositiva e serão finalizadas com uma componente mais prática onde serão apresentados exemplos e problemas para resolução por parte dos alunos. As apresentações em PowerPoint serão disponibilizadas aos alunos logo após cada aula. O regime geral de avaliação contínua implica a realização de 3 testes escritos (com ponderação para a nota final de 1/3 cada). Os 3 elementos de avaliação serão classificados numa escala de 0 a 20 valores e têm uma nota mínima de 9 valores. O aluno é aprovado se obtiver pelo menos 10 valores como média final das provas prestadas e se cumprir as notas mínimas definidas. A não realização de qualquer um dos momentos de avaliação implica a exclusão da modalidade de avaliação contínua e a avaliação por exame final.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The syllabus will be presented in theoretical-practical classes by the means of PowerPoint presentations. These classes will begin with a theoretical approach and moving towards a more practical environment where examples and problems will be presented to students. PowerPoint presentations will be given out to students at the end of each class. The general continuous assessment comprises three written tests (each weighting a third of the final mark). Scores for the three tests range from 0 to 20 with a minimum score of 9. Students will pass with a minimum score of 10 as the resulting final average of the written tests, if all scored above the minimum pass marks. Failing to show to any of the tests will make the student ineligible for continuous assessment and requiring to take a final exam

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

De modo a serem atingidos os objectivos propostos, as metodologias de ensino da unidade curricular de Materiais para Energia visam fornecer um equilíbrio entre o tratamento coerente da teoria base e a apresentação de casos práticos e de problemas envolvendo, nomeadamente, a avaliação da eficiência dos métodos de armazenamento e conversão de energia apresentados. Pretende-se que a parte final de cada aula sirva também para o esclarecimento de dúvidas, fortalecendo a consolidação dos conceitos expostos. De modo a tornar a apresentação dos conteúdos programáticos mais clara e objetiva, as aulas serão dadas com recurso à projeção de apresentações em PowerPoint. Essas apresentações em PowerPoint serão disponibilizadas aos alunos logo após cada aula, para que as possam estudar e estruturar melhor os conhecimentos adquiridos, facilitando a compreensão da aula seguinte. Pretende-se que haja um acompanhamento pedagógico do aluno com disponibilidade permanente, i.e., sempre que tal seja requisitado pelo aluno, seja por solicitação direta ou através de correio eletrónico.

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

To accomplish the objectives defined for the Materials for Energy unit, the teaching methodologies aim to provide a balance between the analysis of the basic theory and the presentation of practical cases and problems, namely involving the evaluation of the efficiency of the presented energy storage and conversion methods. Students will be encouraged to pose questions at the end of each class, thus consolidating the previously exposed concepts. To make the syllabus even clearer, classes will be supported by PowerPoint presentations. These will be given out to students at the end of each class so they can better organize the class materials, making the comprehension of the following class easier. Tutor supervision should be permanently available to students upon request, whether in person or by email.

3.3.9. Bibliografia principal:

Sorrell, C. C., Sugihara, S., and Nowotny, J., (Eds.) (2005). Materials for Energy Conversion Devices. Cambridge: Woodhead Publishing.

Srinivasan, S. (2006). Fuel Cells: From Fundamentals to Applications. New York: Springer.

Züttel, A. (2003). Materials for hydrogen storage. Materials Today, 6(9) 24-33.

Mapa IV - Gestão Estratégica e Operacional

3.3.1. Unidade curricular:

Gestão Estratégica e Operacional

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

Pedro Estilíta Pereira Monteiro da Cruz, TP: 30h

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

<sem resposta>

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

Espera-se que após a frequência da unidade curricular o aluno seja capaz de:

- 1. Compreender e aplicar as estruturas básicas de gestão estratégica de gestão e operações*
- 2. Aplicar princípios teóricos adequados de gestão estratégica e de operações a uma variedade de configurações organizacionais*
- 3. Reconhecer a importância estratégica da gestão de operações e interligar os objetivos organizacionais e operacionais*
- 4. Alavancar o pensamento estratégico ao nível operacional para criar valor*
- 5. Compreender algumas das complexidades das operações*
- 6. Desenvolver aptidões e competências no desenvolvimento, comunicação e discussão de processos de gestão estratégica e operacional*

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

It is expected that after taking the course the student will be able to:

- 1. Understand and apply the basic frameworks of strategic management and operations management*
- 2. Apply appropriate theoretical principles of strategic and operations management to a range of organizational settings*
- 3. Appreciate the strategic importance of operations management and bridge the gap between organizational and operational goals*

4. *Leverage strategic thinking at the operational level to add value*
5. *Understand some of the complexities in operations*
6. *Develop skills on the development, communication and discussion of strategic and operations management processes*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. *Gestão estratégica e gestão operacional*
2. *Conceitos de gestão estratégica*
3. *Análise do meio ambiente*
4. *Formulação da Estratégia*
5. *Implementação e controle da estratégia*
6. *Conceitos de gestão operacional*
7. *Design de operações*
8. *Planeamento e controle*
9. *Melhoria de operações*

3.3.5. Syllabus:

1. *Strategic management and operations management*
2. *Concepts of strategic management*
3. *Scanning the Environment*
4. *Strategy Formulation*
5. *Strategy Implementation and Control*
6. *Concepts of Operations management*
7. *Operations design*
8. *Planning and control*
9. *Operations Improvement*

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

No ambiente altamente competitivo de hoje, as capacidades operacionais estratégicas devem ser bem implementadas para que as organizações forneçam bens e serviços que atendam e superem as necessidades dos clientes. Tal obriga a que a estratégia corporativa e a estratégia operacional estejam mais intimamente relacionadas do que nunca.

Os pontos 1, 2 e 6 dos conteúdos programáticos irão proporcionar ao aluno a base para compreender e aplicar os princípios de gestão estratégica e gestão operacional (objectivos 1 e 2). Indo mais fundo no processo de gestão estratégica, os pontos 3, 4 e 5 do programa irão fortalecer ainda mais a capacidade de aplicar esses conceitos e estabelecer uma melhor ligação entre a gestão estratégica e a gestão operacional, permitindo ao aluno reconhecer a conexão entre ambas (objetivo 3) e perceber como o valor pode ser criado a partir de uma gestão integrada (objetivo 4). As operações são intrinsecamente complexas e, portanto, é importante que os alunos compreendam plenamente a sua abrangência. Os pontos 7, 8 e 9 do programa de estudos vai envolver o aluno no design e concepção das operações a diferentes níveis (processos, layout, fluxo de pessoas e produtos), como planear e controlar essas operações (inventário, cadeia de fornecimentos, ERP, MRP, processos lean) e como melhorar as operações e gerir riscos, alcançando assim o objectivo 5.

Finalmente, através da aplicação do conhecimento obtido a casos reais, a sua apresentação e discussão em sala de aula, os alunos serão capazes de alcançar o objetivo 6.

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

In today's highly competitive environment, strategic operations capabilities must be in place in order for organizations to provide goods and services that meet and exceed customer requirements. This requires that corporate strategy and operations strategy are more closely interrelated than ever.

Points 1, 2 and 6 will provide the student with the basis to understand and apply the principles of strategic and operations management (objectives 1 and 2). Going deeper into the process of strategic management, points 3, 4 and 5 of the syllabus will further strengthen the ability to apply these concepts and clarify the link between strategic and operations management allowing the student to recognize the connection between both (objective 3) and realize how value can be created from this (objective 4). Operations are intrinsically complex and therefore it is important that students fully understand their broad scope. Points 7, 8 and 9 of the syllabus will immerse the student in the operation design at different levels (process, layout, flow, people and products), how to plan and control (inventory, supply chain, ERP, MRP, lean processes) and how to improve operations and manage risk, thus achieving objective 5.

Finally, through the application of the knowledge obtained to real cases, their presentation and discussion in class, students will be able to achieve objective 6.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas desenvolvem-se com base na exposição teórica e prática das matérias com recurso aos métodos expositivo e ativo (apresentação e discussão de casos).

A avaliação consistirá num trabalho de grupo de apresentação e discussão de um caso, respondendo a

questões específicas que incorporam as matérias leccionados (ponderação de 40%). Cada caso a apresentar pelos alunos estará relacionado com a matéria leccionada na aula anterior. Será ainda realizado um teste escrito com uma combinação de questões conceptuais e aplicadas a casos concretos (ponderação de 60%).

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Classes are taught based on the theory presentation supported by the presentation of case-studies to ensure better understanding of the concepts. The evaluation will consist of a group assignment including the presentation and discussion of a case by answering specific questions that incorporate the material taught (40% weight on final mark). Each case will be presented by students will be related to the material taught in the previous class. Finally, an individual written test with a combination of conceptual and applied questions concerning concrete cases (60% weight) will be performed.

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

A exposição da matéria em aula é complementada com apresentação e discussão de casos e trabalhos de grupo, o que contribui significativamente para a consolidação de conhecimentos, para o treino da comunicação, oral e escrita, e para aumentar a capacidade de argumentação. Esta metodologia é coerente com os objectivos da unidade curricular, dado que é consistente com a transmissão de conhecimentos profundos na área da gestão estratégica e operacional e com o desenvolvimento de competências de análise e tomada de decisão.

O trabalho de grupo que consistirá na apresentação e discussão de um caso, permitirá consolidar as matérias leccionadas ao longo da unidade curricular, sendo cada caso associado a um tema da matéria. O teste escrito visa avaliar as capacidades de análise e decisão adquiridas e treinadas ao longo da unidade curricular.

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

The exposition of the subjects in class is supplemented by presentation and discussion of case studies and group assignments, which significantly contributes to the consolidation of knowledge, for oral and written communication training and to increase the reasoning skills. This methodology is consistent with the objectives of the course, as is consistent with the transmission of expertise in the area of strategic and operational management and the development of skills of analysis and decision making. The group assignment, consisting on the presentation and discussion of a case, will consolidate the material taught during the course, each case being associated with a subject matter.

The written test is aimed at evaluating the capability of analysis and decision acquired and trained along the course.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Essentials of Strategic Management, 5th edition
J. David Hunger and Thomas L. Wheelen
2011
Prentice Hall*

*Operations management, 6th edition
Nigel Slack, Stuart Chambers and Robert Johnston
2010
Pearson Education Limited*

*Strategic Operations Management, 3rd edition
Brown, S., Lamming, R., Bessant, J. and Jones, P.
2012
Routledge*

*Operations, Strategy, and Technology: Pursuing the Competitive Edge
Robert H. Hayes, Gary P. Pisano, David M. Upton, Steven C. Wheelwright
2005
Wiley*

Mapa IV - Mecânica de Materiais

3.3.1. Unidade curricular:

Mecânica de Materiais

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

Filipe Miguel Ferreira Nascimento, T=40h, P=10h, PL=10h

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

<sem resposta>

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

O objetivo geral é compreender os mecanismos de deformação dos materiais quando sujeitos a diferentes esforços de tração, flexão ou torção. Adquirir a capacidade de caracterizar as propriedades mecânicas do material com base nos diferentes ensaios realizados. Adquirir a capacidade de dimensionar diferentes componentes sujeitos a estes esforços individual ou conjuntamente. Analisar criticamente os esforços aplicados numa componente e promover ações para garantir a segurança dos componentes. Descrever os aspetos que compõem o modelo de viga associado com deslocamentos/deformações e tensões e identificar limitações associadas. Aplicar equações básicas de forma a atingir uma solução geral. Identificar os parâmetros da viga que definem o seu comportamento e descrever o seu papel.

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

The main goal is to understand the deformation mechanisms in the materials under tensile, bending and torsion loads. Promote the ability to characterize the mechanical properties of a material based on the different test procedures. Enable students to dimension different components under different loads (single or group loads) and make a critical assessment of the applied loads on the component, promoting actions to ensure the safety of such components. Describe the aspects composing the model of a beam associated with deformations/displacements and stresses and identify its associated limitations. Apply the basic equations of elasticity to derive a general solution. Identify the beam parameters that characterize their behavior and describe their role.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1 – Introdução a conceitos básicos:

*Tensão,
Deformação e extensão,
Rutura,
Elasticidade,
Plasticidade,
Comportamento dúctil e frágil,
Flexão,
Torção,
Fluência,
Fadiga,
Factor de segurança,
Determinância estática.*

2 – Teoria básica da viga:

*Forças axiais e de corte e momentos de flexão
Teoria de viga de Euler,
Momento de Inércia,
Deflexão de vigas,
Vigas indeterminadas.*

3 – Análise de tensão e extensão:

*Direções principais,
Tensão de corte máxima,
Círculo de Mohr,
Relação tensão/extensão em elasticidade linear
Tensões em reservatórios de pressão*

4 – Teoria avançada de viga:

*Esforços combinados,
Centroide (centro de massa) e momento de inércia de secções,
Teoria de torsão por Euler,
Tensões de corte,
Tensões de cisalhamento de secções,
Distribuição de tensões de corte em secções finas e retangulares.*

3.3.5. Syllabus:

1-Introduction to basic concepts:

Stress,
 Deformation and strain,
 Rupture,
 Elasticity,
 Plasticity,
 Brittle and ductile behaviour,
 Bending,
 Torsion,
 Creep,
 Fatigue,
 Safety Factor,
 Statical determinacy

2-Basic Beam theory:

axial, shear force and bending moments,
 Euler beam theory,
 moment of inertia,
 deflection of beams,
 indeterminate beams.

3-Stress and Strain analysis:

principal directions,
 maximum shear stress,
 Mohr's circle,
 stress-strain relationships in linear elasticity,
 Stresses in pressurized vessels

4-Advanced beam theory:

combined loading,
 centroid (mass center) and moment of inertia of general sections,
 Euler torsion theory,
 shear stresses,
 shear warping of sections,
 shear distribution in rectangular and thin sections.

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

Os conhecimentos adquiridos nesta cadeira são a base de cálculo de esforços em estruturas em futuras cadeiras. Pretende-se demonstrar os diferentes parâmetros que estão relacionados com a caracterização dos materiais e com este objectivo é realizada uma introdução aos diferentes conceitos de mecânica de materiais e características dos diferentes materiais que se pode retirar dos diferentes ensaios. A teoria da viga permite o dimensionamento das diferentes vigas e permite que o aluno consiga interpretar os casos existentes e verificar se o dimensionamento realizado para o componente estudado é o suficientemente robusto para os esforços aplicados. Diferentes conceitos sobre os esforços aplicados nas vigas serão estudados e serão dadas diferentes ferramentas que permitem a resolução dos problemas. O círculo de Mohr é uma metodologia que permite o cálculo das tensões principais e diferentes tensões de corte para um material. Esta metodologia pode ser utilizada para caracterizar os processos mecânicos de deformação de materiais dando uma ideia geral como os esforços são distribuídos no material. Este primeiro contacto permite aos alunos através de exemplos simples compreender como esta metodologia pode ser utilizada para diferentes situações e como pode ser aplicada para dimensionamento ou análise da estrutura em estudo. Através do momento de inércia e centróide de massa é possível determinar os esforços que estão a ser aplicados no componente em estudo. Através deste cálculo é possível dimensionar a viga para os diferentes esforços aplicados e determinar o máximo de força que pode ser aplicado nessa viga. Os diferentes métodos apresentados permitem realizar esta análise para diferentes esforços corte, flexão e torção. Com estas ferramentas pode-se realizar a análise e dimensionamento de diferentes estruturas que tenham esforços combinados como torção e flexão e determinar a fiabilidade dessa estrutura para os diferentes esforços aplicados.

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

The course unit contents are the structural load calculus to be applied in further course units. The different parameters will be related with materials characteristics will be demonstrated. Thus, this objective allows an introduction to the different concepts of materials mechanics and to the obtained characteristics of the different materials. The beam theory allows sizing various beams and allows students interpret the existing cases, verifying if the dimensioning is sufficiently robust for the load in question. Different concepts on beams loads will be studied, using different tools for problem solving. The Mohr's circle is a methodology that allows the calculation of the main stresses and different shear

stresses for a material. This methodology can be used to characterize the mechanical deformation of materials, providing an idea of how efforts are distributed in the material. Through simple examples, this first contact allows students to understand how this methodology can be used for different situations and how it can be applied to the design or analysis of a specific structure. Through the mass centroid and moment of inertia it is possible to determine the applied load to components. With this calculation it is possible to size the beam for the different applied forces and determine the maximum force that can be applied onto the beam. The different methods introduced allow this analysis for different loads, cuts, bending and torsion. It is then possible to analyse and design different structures with combined loads, like torsion and bending, and to determine the structure reliability for the different applied loads.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame final (ou 2 testes)

Avaliação contínua tendo em conta participação nas aulas

Aulas práticas com resolução de diferentes problemas utilizando as metodologias introduzidas

Trabalho prático em que se apresenta um problema comum e pede-se ao aluno ou grupo de alunos para dimensionar esse componente de forma a responder às exigências do projeto.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Final Exam (or 2 tests)

Continuous assessment with class participation

Practical classes with problem solving examples using the introduced methodologies.

A practical exercise where a common problem is introduced. The student, or a group of students, is required to design the component in order to comply with the project requirements.

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

As aulas teóricas serão utilizadas para passar os diferentes conhecimentos relacionados com a caracterização de materiais. Serão também fornecidas ferramentas que permite ao alunos dimensionar uma estrutura. Estas ferramentas também permitem que o aluno seja capaz de analisar uma estrutura ao qual foram impostos diferentes esforços e que possa sugerir alterações para a estrutura conseguir suportar os esforços impostos.

As aulas práticas focar-se-ão na resolução de problemas utilizando as metodologias que foram apresentadas nas aulas.

O trabalho pretende que o aluno demonstre os conhecimentos adquiridos e a sua aplicação num caso prático. Este caso tem como principal objectivo uma consolidação dos conhecimentos práticos onde o aluno demonstra a sua aptidão para aplicação de diferentes ferramentas na resolução deste caso prático.

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

Theoretical classes will introduce knowledge related with various materials characterization. Students will also be provided with the necessary tools to design a structure. These tools will also allow students to analyse a structure where different loads have been applied so that changes can be suggested in order to the structure be able to support the applied load.

Practical classes will focus on problem solving using the methodology presented in class.

Students should demonstrate the knowledge gained and its use for a practical case in the practical exercise. The main objective of this work is the consolidation of the students practical knowledge where their abilities to use different tools are demonstrated.

3.3.9. Bibliografia principal:

F. Beer, R. Johnston e DeWolf (2002) .Mecânica de Materiais, 3ª edição, McGraw-Hill

Mapa IV - Materiais Compósitos

3.3.1. Unidade curricular:

Materiais Compósitos

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

Ana Clara Lopes Marques, T=40h, P=20h

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

<sem resposta>

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

O objetivo geral desta unidade curricular (UC) é promover a compreensão da ciência subjacente aos materiais compósitos, a sua conceção, caracterização e aplicações em engenharia. Servirá de base às UCs de especialização que envolvam compósitos, no 2º ciclo.

Competências técnicas específicas a adquirir:

- 1. conhecimento dos vários tipos de sistemas reforço/matriz dos materiais compósitos, das propriedades de cada classe de compósitos e técnicas de fabrico;*
- 2. conhecimento de como controlar as propriedades mecânicas dos compósitos, através da seleção da natureza dos materiais e forma de reforço (nos monolíticos) e através da aplicação do conceito de anisotropia mecânica (nos laminados);*
- 3. conhecimento das técnicas de caracterização de compósitos para avaliar e prever o seu desempenho;*
- 4. conhecimento dos fenómenos de interface, mecanismos de falha e técnicas de conceção e design de modo a otimizar as propriedades mecânicas (e.g. resistência e tenacidade à fratura).*

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

This unit main objective is to promote the understanding of the science of composite materials, their conception, characterization and engineering uses. It will be a major subject for composite related specialization units in postgraduate studies.

Students should obtain the following technical competences:

- 1. Knowledge on the various types of composite materials reinforcement / matrix systems, properties of each composite class and manufacturing techniques;*
- 2. Knowing how to control the composite mechanical properties through the selection of materials nature and reinforcement type (in monolithic) and by applying the concept of mechanical anisotropy (in laminated);*
- 3. Knowledge on the characterization techniques for composites in order to assess and predict their performance;*
- 4. Knowledge on interfacial phenomena, failure mechanisms, conception techniques and design in order to optimize the mechanical properties (i.e. strength and fracture toughness).*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução: definição de material compósito; componente de reforço e de matriz; interface; interfase; tipos de compósitos, suas particularidades, vantagens e desvantagens; exemplos de materiais compósitos naturais; exemplos de aplicações e de substituição de soluções convencionais por compósitos; nanocompósitos; macrocompósitos.*
- 2. Reforços: fibras (curtas e longas), partículas, whiskers. Processamento, estrutura e propriedades.*
- 3. Matrizes: poliméricas, metálicas, cerâmicas. Propriedades dos compósitos contendo estas matrizes.*
- 4. Introdução às técnicas de fabrico de compósitos.*
- 5. Propriedades do sistema reforço-matriz e técnicas de controlo de propriedades. Anisotropia mecânica. Mecanismos de reforço. Propriedades dos compósitos monolíticos, laminares unidirecionais e multidirecionais, e em sandwich.*
- 6. Noções básicas de análise de tensões e mecanismos de falha. Principais ensaios destrutivos e não destrutivos.*
- 7. Conceção e design de compósitos.*

3.3.5. Syllabus:

- 1. Introduction: definition of composite material; reinforcement and matrix components; interface; interphase: types of composites, their specifications, advantages and disadvantages; examples of natural composite materials; examples for their application and replacement of conventional solutions for composites; nanocomposites; macrocomposites.*
- 2. Reinforcement: fibers (short and long), particles, whiskers. Processing, structure and properties.*
- 3. Matrices: polymeric, metallic, ceramic. Composite properties containing these matrices.*
- 4. Introduction to the composite manufacturing techniques.*
- 5. Properties of the reinforcement-matrix system and techniques for property control. Mechanical anisotropy. Reinforcement mechanisms. Monolithic, laminar, unidirectional, multidirectional and sandwich composite properties.*
- 6. Basic notions of tension and failure mechanisms analysis. Main destructive and nondestructive testing.*
- 7. Composite conception and design.*

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

O Conteúdo Programático desta UC está estruturado de modo coerente com os objetivos de aprendizagem. Os pontos 1, 2 e 3 dos conteúdos programáticos endereçam o primeiro objetivo específico no que respeita ao conhecimento dos vários tipos de sistemas reforço/matriz dos materiais compósitos, suas vantagens e limitações e permitem com que o aluno fique familiarizado com os termos que irão ser abordados ao longo desta unidade curricular. O ponto 4, ainda que de maneira pouco detalhada, foca

igualmente o primeiro objetivo específico no que diz respeito ao conhecimento das técnicas de fabrico dos vários tipos de compósitos e o ponto 5, que aborda as propriedades dos compósitos a vários níveis, está coerente também com o primeiro objetivo específico no que diz respeito ao conhecimento das propriedades das várias classes de compósitos. Além disso, o ponto 5 faz a distinção a nível do controlo de propriedades para os compósitos monolíticos e os laminares, o que está alinhado ao segundo objetivo específico desta UC. Este capítulo dos conteúdos programáticos tem substancial enfoque nas propriedades dos compósitos laminados. O ponto 6 dos conteúdos programáticos lida com os principais ensaios destrutivos e não destrutivos, o que permitirá assegurar que o terceiro objetivo desta UC é atingido. Finalmente, ainda o ponto 6, no que respeita à análise de tensões e mecanismos de falha, bem como o ponto 7, com a aprendizagem das noções de conceção e design promovem a aquisição de competências para a eliminação de “defeitos de fabrico” e otimização das propriedades mecânicas dos compósitos, ficando os estudantes com as bases para o desenvolvimento de novos compósitos no futuro. Os conteúdos programáticos desta UC foram definidos com base em manuais internacionais de reconhecido valor, sendo complementados a uma escala de maior detalhe com a experiência acumulada da docente responsável por esta UC. Este binómio é de elevada importância para alcançar os objetivos desta unidade.

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

The syllabus for this unit is structured in accordance with the learning objectives. Topics 1, 2 and 3 of the syllabus refer to the first specific objective on obtaining knowledge on various types of composite materials reinforcement/matrix, its advantages and limitations, thus allowing students to become familiar with the terminology used during the unit. Despite its general overview, topic 4 is also focused on the first specific objective in what concerns manufacturing techniques of the various types of composites. In topic 5, the composite properties are presented in their various levels, which is in accordance with the first specific objective regarding knowledge on properties of the various classes of composites. More, topic 5 allows the understanding of property control either for monolithic as for laminar composites, in accordance with the second specific objective in this unit. This topic is substantially focused on laminated composite properties. Topic 6 deals with the main destructive and nondestructive tests, which will allow the third objective of this unit to be accomplished. Lastly, knowledge will be gained on eliminating “manufacturing defects” and optimizing composite mechanical properties still in topic 6, which also deals with tension and failure mechanisms analysis, as well as in topic 7, which is focused on conception and design notions. In this way, students are therefore expected to obtain the bases for the development of future composites.

The syllabus of this unit was based on internationally acclaimed text-books, together with further insights provided by the lecturer and her accumulated experience. These conjoining factors are highly important for the accomplishment of this unit’s objectives.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta UC compreenderá aulas de carácter teórico (T) e prático (P), bem como visitas de estudo à unidade de produção de compósitos das OGMA, da Embraer e da Força Aérea Portuguesa.

A componente teórica será exposta por apresentação oral acompanhada por diapositivos. Os conceitos base apresentados nas aulas T irão sendo tratados através de problemas resolvidos em aulas P, que incluirão também estudos de casos exemplificativos, entre eles, a análise de artigos científicos.

Adicionalmente, será realizado um trabalho de grupo, que consistirá numa extensa reflexão crítica sobre um selecionado material compósito e onde terão a oportunidade de aplicar e consolidar os diferentes conhecimentos adquiridos na UC, sob a orientação da docente.

A avaliação da disciplina será realizada através de dois testes, ou exame (80%) e de trabalho de grupo (20%), que incluirá uma apresentação oral. Os alunos com nota positiva nos dois testes e no trabalho de grupo ficarão dispensados de ir a exame.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

This unit is comprised of theoretical (T) and practical (P) classes, with field trips to the composite production units of OGMA, Embraer and Portuguese Air Force.

The theoretical component will consist of oral presentations supported by powerpoint files. The basic concepts presented in T classes will be dealt in articulation with problems solved in P classes, which will also include case studies with the analysis of scientific papers and more. In addition, a team project will be carried out, which will consist on an extended critical reflection or analysis of a selected composite material, allowing, under the lecturer’s guidance, the application and consolidation of the various knowledge obtained in this unit.

Assessment will be made with two tests or an exam (80%) plus the team project (20%) which will include an oral presentation. Students who pass marks on both tests and team project are not required to sit an exam.

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

A metodologia de ensino aplicada nesta UC assegura cumprir todos os objetivos da seguinte forma:

- nas aulas T são abordados os conceitos fundamentais sobre ciência e tecnologia dos materiais

compósitos, permitindo adquirir todas as competências técnicas específicas, descritas na secção dos Objetivos;

- nas aulas P, além de resolverem exercícios relacionados com os conceitos lecionados nas aulas T (previamente distribuídos aos estudantes para os tentarem resolver individualmente), os estudantes receberão orientação sobre o exercício de reflexão crítica (trabalho de grupo) e poderão tirar as dúvidas que surjam. Pretende-se, nas aulas P, ganhar uma melhor perceção dos tópicos onde os estudantes apresentam maiores dificuldades e aproveitar tal ocasião para reforçar a explicação desses tópicos. A metodologia expositiva, interrogativa, demonstrativa utilizada para explicar a matéria teórica, e as atividades práticas previstas na UC possibilitam atingir os objetivos de aprendizagem, além de que promovem a reflexão crítica sobre os diferentes tópicos lecionados nesta UC.

Neste âmbito, será realizado um trabalho de grupo, que consistirá no estudo de um determinado material compósito, a ser fornecido pela docente, que treinará os estudantes a (a) relacionarem o sistema reforço/matriz, com as suas propriedades e técnicas de fabrico, (b) a identificarem e selecionarem os principais testes destrutivos e não destrutivos de acordo com o sistema reforço/matriz em questão, (c) a predizerem, com base no conhecimento dos “defeitos de fabrico” e mecanismos de falha, potenciais origens de falha em serviço, (d) a sugerirem soluções para minimizar defeitos, (e) relacionarem propriedades com aplicações dos materiais, etc. Este exercício proporciona a discussão de tópicos e pontos de vista e a tomada de decisões em grupo, permite treinar as capacidades de comunicação escrita e oral e de pesquisa bibliográfica e, principalmente, permite visitar e consolidar os conceitos apreendidos nas aulas.

As visitas de estudo facilitam a necessária transposição de conceitos para o ambiente industrial. Complementam as aulas pois oferecem a visão dos processos industriais de fabrico de compósitos, bem como a perceção dos vários passos do processo, incluindo os cuidados de manuseamento e armazenagem, controlo e qualidade, etc.

No decurso do semestre, proceder-se-á a um apelo constante a conhecimentos adquiridos anteriormente (Materiais Poliméricos, Materiais Cerâmicos, Materiais Metálicos, Materiais Celulares Propriedades Mecânicas dos Materiais, etc.), procurando ainda estabelecer as bases para assuntos relacionados a tratar em UC posteriores, como por exemplo as UC's específicas de Compósitos a decorrer no 2º ciclo.

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

The teaching methodology for this unit assures all of the objectives as follows:

- T classes will present the fundamental concepts on composite materials science and technology, allowing the gain of all the specific technical competences described on the Objectives section;
- in P classes, in addition to the exercise practice related with the concepts provided during T classes (distributed to students beforehand so they can solve them individually), students will receive guidance about the critical reflection exercise (team project) and will have the opportunity to clarify any remaining doubts. During the P classes, there will be awareness of the most difficult topics to students and, therefore, this time can also be used to clarify them.

The expositive, interrogative and demonstrative methodology applied for the theoretical matters and the practical activities programmed for this unit, will allow the accomplishment of the learning objectives, while promoting critical thinking on the unit's different topics.

In this way, a team project will be carried out, which will consist of studying a specific composite material to be provided by the lecturer. This will train students on (a) establishing a relation between the reinforcement/matrix system with its properties and manufacturing techniques, (b) identifying and selecting the main destructive and nondestructive tests in accordance with the reinforcement/matrix system in question, (c) predicting potential failure origins using their knowledge on “manufacturing defects” and failure mechanisms, (d) suggesting solutions to minimize defects, (e) linking the properties with the application of materials, etc. This exercise allows the discussion of topics, points of view, group decision making, training of written and oral communication skills, bibliographic research and mostly the revisiting and consolidation of the concepts learned during class.

The field trips help to transpose the concepts to an industry atmosphere. In addition to classes, they provide an overview of the industrial composite manufacturing processes, as well as the various stages including handling, storage, quality control procedures and more.

Along the semester, there will be a constant recall of previous classes material (Polymeric Materials, Ceramic Materials, Metallic Materials, Cellular Materials, Mechanics of Materials, etc) while laying the foundations for upcoming units, such as specific Composite units on Postgraduate studies.

3.3.9. Bibliografia principal:

Além do material (diapositivos) das aulas e de textos de apoio disponibilizados aos estudantes, os manuais de apoio à disciplina são os seguintes:

Gay, D., Hoa, S.V. (2014) Composite Materials – Design and Applications, 3rd edition, CRC Press.

Hull, D., Clyne, T.W. (1996) An Introduction to Composite Materials, 2nd edition, Cambridge Solid State Science series, ed. Cambridge Press University.

Vasiliev, V.V., Morozov, E.V. (2001) Mechanics and Analysis of Composite Materials, Elsevier.

Matthews, F.L., Rawlings, R.D. (1999) Composite Materials: Engineering and Science, Chapman and Hall.

Baker, A., Sutton, D., Kelly, D. (2004) Composite Materials for Aircraft Structures, AIAA.

Clyne, T.W., Withers, P.J. (1995) An Introduction to Metal Matrix Composites, Cambridge Solid State

Science series, ed. Cambridge University Press.

Chavla, K.K. (1993) Ceramic Matrix Composites, Chapman and Hall.

Mapa IV - Projeto de Materiais

3.3.1. Unidade curricular:

Projeto de Materiais

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

Elisabete Ribeiro Silva Galdes P= 30h; OT=30h

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

<sem resposta>

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

Esta unidade curricular terá enfoque no planeamento e dimensionamento de unidades processuais.

Pretende-se que o aluno aprenda a dimensionar uma unidade processual, a validá-la para a função a que se destina com base em dados industriais reais e a fazer estudos básicos de viabilidade económica.

Nesta UC pretende-se estimular o estudante a aplicar princípios científicos e de engenharia para a solução de um problema prático, ou para a execução de um plano de trabalho. Adquirirá experiência em trabalhar de forma independente em tarefas substanciais e individuais a ele alocadas, seguindo procedimentos planeados sob a supervisão do orientador. Desenvolverá competências de auto-organização e avaliação crítica de opções e resultados, aptidões de comunicação de resultados científicos e de aprendizagem em autonomia, bem como conhecimento técnico relacionado com o tópico em questão.

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

This course unit is focused on planning and designing processing units. Students will learn how to design a processing unit, validate it for its intended purpose using real industrial data and make basic economic feasibility studies.

Students are encouraged to use scientific and engineering principles for practical problem solving or drafting a work plan. Students will gain experience on working independently in substantial individual assignments, following procedures under the direction of the supervisor. Students will develop skills in self-organization and critical evaluation of results and options, scientific communication skills, whilst improving the ability of working independently, along with the technical knowledge on this subject.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Fundamentos e técnicas de dimensionamento de unidades processuais.

2. Software Aspen Plus para dimensionamento de unidades processuais aplicadas na indústria.

3. Noções de avaliação económica, no que se refere á sustentabilidade e validação da unidade processual dimensionada.

3.3.5. Syllabus:

1. Fundamental techniques for planning and designing processing units.

2. The Aspen Plus software, for industry standard design/modelling of processing units.

3. Notions of economic evaluation regarding sustainability and validation of the designed processing unit.

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

O trabalho de planeamento e dimensionamento de unidades processuais trata-se de uma oportunidade para os estudantes adquirirem conhecimentos não antes diretamente referidos nas UC's frequentadas (e.g. dimensionamento, software Aspen Plus). Nomeadamente, o estudante ganhará prática num conjunto de tarefas de dimensionamento de unidades processuais para uma determinada síntese/produção de materiais, bem como na avaliação económica subjacente à unidade processual em questão. Terá também a oportunidade de pôr em prática as competências em seleção de materiais previamente apreendidas.

Pretende-se que cada aluno desenvolva o seu trabalho de forma autónoma, reunindo-se com o seu orientador duas vezes por semana, e que tenha a oportunidade de aplicar os princípios científicos e de engenharia para a solução de um problema prático. O aluno desenvolverá as suas competências de auto-organização, gestão do tempo e avaliação crítica de opções e resultados e, com o apoio da pesquisa bibliográfica, incrementará o conhecimento técnico relacionado com o tópico em questão. Os conteúdos programáticos estão, portanto, coerentemente alinhados com os objetivos desta UC.

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

The work involved in planning and designing processing units represents an opportunity for students gaining knowledge not covered in the previous course units (i.e. design/sizing and the use of Aspen Plus software). Students will gain skills related with the design stages of a processing unit for a specific synthesis/production of materials, together with the own economic evaluation for the processing unit in question. Students will also be able to use their knowledge obtained in materials selection and will be encouraged to work independently, meeting their supervisor twice a week, allowing room to use the scientific and engineering principles to solve practical and real problems. Students will develop skills such as self-organizational skills, time management and critical evaluation of options and results and will improve their technical knowledge on the subject with bibliographic research and industrial contact/communication. This syllabus is therefore in accordance with the course unit learning objectives.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A cada aluno será alocado um projeto individual e um orientador. As aulas serão de preparação para dimensionamento de unidades processuais, aprendizagem do software Aspen Plus e noções de avaliação económica.

A avaliação da UC terá em conta os seguintes parâmetros:

- 1- Desempenho do aluno (modo como o aluno realiza as tarefas que lhe são atribuídas) -20%;*
- 2- Pontualidade e assiduidade (ter em conta se o aluno cumpre o horário imposto) - 20%*
- 3- Iniciativa e espírito crítico (ter em conta se o aluno coloca questões sobre o trabalho que está a realizar, se quer saber mais, se propõe melhorias) - 20%;*
- 4- Relatório: organização, clareza, apresentação escrita e oral - 40%*

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

Each student will be assigned to an individual project and supervisor. Students will be trained during class in designing processing units, learning how to work with Aspen Plus and learning notions of economic evaluation.

Assessment will be comprised of the following:

- 1- Student performance (how students perform on the given exercises) -20%;*
- 2- Class attendance and punctuality (if students comply with the unit calendar) - 20%*
- 3- Initiative and critical reasoning (if students pose questions about the work that is being carried out; if they look forward to learn more; if improvements are suggested) - 20%;*
- 4- Report: organization, clarity, written and oral presentation - 40%*

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

Nesta UC o aluno será sujeito a uma formação adicional (aulas) em diversas áreas que promoverão a aquisição de conhecimentos específicos no que diz respeito ao dimensionamento (conceitos fundamentais e aprendizagem de um novo software) e avaliação económica. Tal aquisição de conhecimentos é um dos objetivos desta UC.

Apesar de no início da UC receber formação adicional nestas áreas, pretende-se que cada aluno prossiga com o desenvolvimento do seu trabalho de forma autónoma, reunindo-se com o seu orientador uma a duas vezes por semana, e que tenha a oportunidade de aplicar os princípios científicos e de engenharia para a solução de um problema prático. O aluno desenvolverá as suas competências de auto-organização, gestão do tempo e avaliação crítica de opções e resultados e, através de pesquisa bibliográfica, incrementará o conhecimento técnico relacionado com o tópico em questão.

Em ambos os casos, a avaliação está discriminada por desempenho, espírito crítico, pro-atividade, iniciativa, pontualidade, assiduidade, qualidade do relatório e desempenho na apresentação oral, pelo que engloba de uma maneira geral todas as competências que se pretendem que o aluno adquira no final da licenciatura. As metodologias de ensino e tipo de avaliação estão, portanto, coerentemente alinhados com os objetivos desta UC.

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

This course unit will provide students an additional training (classes) in several areas that lead to a gain of specific knowledge on design (fundamental concepts and learning new software) and economic evaluation. This gain of knowledge is one of the unit's objectives.

Notwithstanding this additional training that students will receive in the initial stage of the course unit, students are encouraged to work independently with up to two weekly supervisor meetings, allowing room to use scientific and engineering principles to solve practical problems.

Students will develop skills such as self-organizational skills, time management and critical evaluation of options and results and will improve their technical knowledge on the subject with bibliographic research. The assessment will take into consideration technical know-how, critical spirit, proactivity, initiative, punctuality, class attendance, the quality of the report and oral presentation, thus concentrating all the

skills students are expected to gain during the final stage of their undergraduate program. The teaching methodologies are therefore in accordance with this unit learning objectives.

3.3.9. Bibliografia principal:

Thakore, S.B., Bhatt, B.I. (2007) "Introduction to Process Engineering and Design", Tata McGraw-Hill, ISBN-13: 978-007063415-2;
Brown, T. (2006) "Engineering Economics and Economic design for process Engineers", CRC Press Taylor & Francis Group, ISBN 9780849382123;
Silla, H. (2003) "Chemical Process Engineering: Design and Economics", Marcel Dekker, Inc., ISBN: 0-8247-4274-5.

Mapa IV - Desenho Técnico e Modelação Geométrica

3.3.1. Unidade curricular:

Desenho Técnico e Modelação Geométrica

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

Ivo Manuel Ferreira de Bragança (TP-45; OT-15)

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

<sem resposta>

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

- i) Compreender a importância do Desenho Técnico como linguagem profissional associada à concepção, execução e interpretação de peças desenhadas dos projectos;*
- ii) Aquisição de conhecimentos de natureza tecnológica na área do Desenho Técnico.*
- iii) Uso das técnicas emergentes de representação geométrica e da normalização técnica internacionalmente aceite;*
- iv) Aplicar regras de representação gráfica utilizadas em Engenharia no Desenho Técnico;*
- v) Desenvolver capacidades de identificação e definição das formas geométricas em três dimensões e da sua representação no plano;*
- vi) Identificar e utilizar as normas de Desenho Técnico;*
- Interpretar modelos tridimensionais e desenhar as respectivas projecções ortogonais e o inverso;*
- vii) Desenhar modelos tridimensionais em perspectiva;*
- viii) Interpretar os desenhos técnicos em vários domínios de aplicação.*
- ix) Capacidade de desenvolvimento e comunicação de projectos, conceitos e ideias sob a forma gráfica.*

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

Students who successfully complete this course unit should be able to:

- 1) Understand the relevance of Technical Drawing as a professional language for conceiving, executing and interpreting drawn parts in projects;*
- 2) Gain technological knowledge in Technical Drawing;~*
- 3) Use upcoming techniques for geometrical representation and technical normalization up to international standards;*
- 4) Apply graphic representation rules used in Technical Drawing Engineering;*
- 5) Develop skills for identifying and defining tridimensional geometrical shapes and their representation in the plan;*
- 6) Identify and apply the Technical Drawing guidelines;*
- 7) Draw tridimensional models in perspective;*
- 8) Interpret technical drawings in various application environments;*
- 9) Develop and communicate projects, concepts and ideas in graphic form.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

NOÇÕES DE DESENHO TÉCNICO. Definição, história, evolução e aplicações. Normalização em Desenho Técnico: Interesse; Normas NP e ISO utilizadas em Desenho Técnico. Representação de elementos do Desenho Técnico.

TEORIA DAS PROJEÇÕES. Definição dos diferentes tipos de projecção. Vistas e disposição de vistas. Esboço à mão livre sobre folha lisa de projecções ortogonais múltiplas. Leitura de projecções ortogonais múltiplas.

Representação em perspectiva paralela isométrica.

CORTES E SECÇÕES. Teoria da representação por cortes e secções. Aplicações.

COTAGEM. Teoria da cotagem. Aplicação de cotagem em projecções ortogonais e axonométricas. Leitura e execução de peças cotadas.

TOLERÂNCIAS E AJUSTAMENTOS. Noção de tolerância (incerteza). Sistema internacional de toleranciamento. Tipos e sistemas de ajustamentos.
TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS. Princípios do toleranciamento geométrico. Símbolos e aplicações.
ESTADOS DE SUPERFÍCIE. Terminologia. Símbolos e aplicações.

3.3.5. Syllabus:

PRINCIPLES OF TECHNICAL DRAWING. Definition, history, evolution and applications. Technical Drawing Standardization: Interest; NP and ISO standards used in Technical Drawing. Element representation in Technical Drawing.

THEORY OF PROJECTIONS. Definition of different types of projection. Views and layout views. Freehand sketch on blank sheet of multiple orthogonal projections. Reading multiple orthogonal projections. Representation in parallel isometric perspective.

CUTS AND SECTIONS. Representation theory for cuts and sections. Applications.

DIMENSIONS. Theory of dimensioning. Application of orthogonal dimensioning and axonometric projections. Reading and execution of listed parts.

TOLERANCE AND ADJUSTMENTS. Notion of tolerance (uncertainty). International tolerance system. Adjustment types and systems.

GEOMETRIC TOLERANCES. Principles of geometric tolerance. Symbols and applications.

STATES OF SURFACE. Terminology. Symbols and applications.

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

Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram criteriosamente escolhidos de modo a possibilitar uma aprendizagem contínua e gradual dos conhecimentos a adquirir, no sentido de o estudante conseguir alcançar os objectivos e as competências fixadas. A densidade e os conteúdos programáticos foram também avaliados de acordo com o número de horas lectivas. Foi também um aspecto deveras importante aquando da definição daqueles conteúdos e da própria estratégia pensada para a leccionação da unidade curricular, a inclusão de conhecimentos actuais, nomeadamente, em termos da utilização de ferramentas de computer-aided design and drafting usualmente aplicadas no ramo industrial/empresarial, enquadrados na área científica da Engenharia.

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

The syllabus of this unit was carefully selected to ensure a gradual and continuous learning of the knowledge to be gained, in order for students to attain the set objectives and skills. The density and the syllabus were also calculated according to the number of teaching hours. Also, a very important aspect when defining the unit contents and setting the teaching strategy was the introduction of current knowledge on computer aided design and drafting tools, which are often used for industrial/corporate purposes, set to the scientific area of Engineering.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

METODOLOGIAS DE ENSINO: Semanalmente, existirão quer sessões onde se fará uma explanação gradual da matéria, quer sessões onde também se resolverão exercícios práticos que visam incentivar a participação e restituir a iniciativa ao aluno no processo educativo da sua própria formação. Os alunos são incentivados a praticar o Desenho Técnico e a resolver problemas fora das aulas.

AVALIAÇÃO: realização ao longo do semestre de vários trabalhos à mão livre e em CAD, ou por exame final, de acordo com o Regulamento de Avaliação de Conhecimentos da Universidade Atlântica.

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

TEACHING METHODOLOGY: There will be weekly sessions with a gradual explanation of the subjects, with practical exercise sessions to engage students in participating and recovering their own initiative for the educational process of their own training. Students are encouraged to practice technical drawing and to solve problems outside class.

ASSESSMENT: several CAD and freehand exercises during the semester or, alternatively, a final exam, in accordance with the Assessment Regulations of Universidade Atlântica.

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

A metodologia de adoptada nesta unidade curricular pretende induzir uma aprendizagem gradual dos conceitos teóricos e práticos de forma de estimular uma aprendizagem contínua e pró-activa do estudante.

Nas sessões teórico-práticas também se efectuará a resolução de problemas práticos de aplicação dos conceitos adquiridos previamente e serão enfatizados, sempre que possível, exemplos práticos e reais, procurando estimular o interesse e a pesquisa por parte dos alunos, podendo ser realizados

individualmente ou em grupo ou com a ajuda do professor.

No âmbito da unidade curricular, serão realizados, ao longo do semestre, vários trabalhos à mão livre e em CAD, referentes a estudos de casos práticos no sentido de avaliar as dificuldades de aprendizagem dos estudantes e colmatar as falhas. Pontualmente, haverá exigência de realização de trabalho fora das sessões presenciais, traduzido pela prática de desenho técnico.

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

The adopted methodology for this unit aims to introduce a gradual learning in theoretical and practical concepts in order to engage a continuous and proactive learning.

Theoretical-practical sessions will have problem solving exercises where the learned concepts will be applied, focusing on real practical examples whenever possible, aiming to engage students' interest and research activity, whether in groups, individually or with the teacher's help.

Several CAD and freehand exercises about the unit contents will take place along the semester. These will refer to example case studies in order to single out the difficulties students may have and fill these gaps. Students will also be required to do one exercise outside class, which will be a technical drawing.

3.3.9. Bibliografia principal:

[1] Silva, A., Dias, J., Ribeiro, C.T., Sousa, L. (2005) Desenho Técnico Moderno, 9ª Edição, Editora LIDEL,

[2] Cunha, L. V. (2004) Desenho Técnico, 11ª Edição, Fundação Calouste Gulbenkian.

[3] Giesecke, F. E. et al. (2000) Technical Drawing, 11th Edition, Prentice Hall.

[4] Manual do programa de SolidWorks 3D CAD.

4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos

4.1 Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos

4.1.1. Fichas curriculares

Mapa V - Gonçalo da Camara e Almeida Pinto

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

Gonçalo da Camara e Almeida Pinto

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado convidado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

37

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Paulo Sérgio Dias dos Santos Pires

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

Paulo Sérgio Dias dos Santos Pires

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Diogo Miguel Franco dos Santos

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

Diogo Miguel Franco dos Santos

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - José Ângelo Braga de Vasconcelos

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

José Ângelo Braga de Vasconcelos

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Ana Clara Lopes Marques**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Ana Clara Lopes Marques

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Armando Manuel Garcia da Silva Fernandes**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Armando Manuel Garcia da Silva Fernandes

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Luís Miguel Amante Fortes**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Luís Miguel Amante Fortes

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Sónia Cristina da Conceição de Matos Eugénio

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Sónia Cristina da Conceição de Matos Eugénio

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Elisabete Ribeiro Silva Geraldes

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Elisabete Ribeiro Silva Geraldes

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Miguel Dias Castilho

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Miguel Dias Castilho

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar convidado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Filipe Miguel Ferreira Nascimento

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

Filipe Miguel Ferreira Nascimento

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Pedro Estilita Pereira Monteiro da Cruz

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

Pedro Estilita Pereira Monteiro da Cruz

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Ivo Manuel Ferreira de Bragança

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

Ivo Manuel Ferreira de Bragança

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Manuel José Moreira de Freitas****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Manuel José Moreira de Freitas***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Catedrático ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos****4.1.2. Equipa docente do ciclo de estudos / Teaching staff of the study programme**

Nome / Name	Grau / Degree	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Gonçalo da Camara e Almeida Pinto	Doutor	Matemática	37	Ficha submetida
Paulo Sérgio Dias dos Santos Pires	Doutor	Sistemas e Tecnologias de Informação	100	Ficha submetida
Diogo Miguel Franco dos Santos	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
José Ângelo Braga de Vasconcelos	Doutor	Computer Science	100	Ficha submetida
Ana Clara Lopes Marques	Doutor	Ciência e Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Armando Manuel Garcia da Silva Fernandes	Doutor	Engenharia Física Tecnológica	100	Ficha submetida
Luís Miguel Amante Fortes	Doutor	Ciência e Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Sónia Cristina da Conceição de Matos Eugénio	Doutor	Ciência e Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Elisabete Ribeiro Silva Galdes	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Miguel Dias Castilho	Mestre	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Filipe Miguel Ferreira Nascimento	Mestre	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Pedro Estilita Pereira Monteiro da Cruz	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Ivo Manuel Ferreira de Bragança	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Manuel José Moreira de Freitas	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
			1337	

<sem resposta>

4.2. Dados percentuais dos recursos docentes do ciclo de estudos

4.2.1.a Número de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na Instituição:

13

4.2.1.b Percentagem de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na Instituição (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário):

97,2

4.2.2.a Número de docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à Instituição por um período superior a três anos:

1

4.2.2.b Percentagem de docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à Instituição por um período superior a três anos (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário):

7,5

4.2.3.a Número de docentes do ciclo de estudos em tempo integral com grau de doutor:

11

4.2.3.b Percentagem de docentes do ciclo de estudos em tempo integral com grau de doutor (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário):

82,3

4.2.4.a Número (ETI) de docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano:

2

4.2.4.b Percentagem de docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário):

15

4.2.5.a Número (ETI) de docentes do ciclo de estudos não doutorados com grau de mestre (pré-Bolonha):

2

4.2.5.b Percentagem de docentes do ciclo de estudos não doutorados com grau de mestre (pré-Bolonha) (campo automático calculado após a submissão do formulário):

15

4.3. Procedimento de avaliação do desempenho

4.3. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente actualização:

A avaliação do desempenho do pessoal docente da Universidade Atlântica é realizada por uma comissão presidida pelo Reitor e composta por professores catedráticos das respetivas áreas científicas, da própria Universidade ou de outras universidades, convidados a participar no processo avaliativo. Esta avaliação tem em conta a produção científica e pedagógica, a participação em projetos de investigação, a orientação de mestrados e doutoramentos, a participação em júris e a prestação de serviços à comunidade, entre outros.

Para além desta avaliação, os docentes são avaliados em cada unidade curricular pelos alunos os quais respondem a um questionário padronizado.

Os questionários dos alunos são processados pelo Gabinete de Auto-Avaliação para a Qualidade, e enviados ao docente e respetivo coordenador da área de ensino.

A partir dos resultados o professor deve apresentar ao coordenador um plano de melhoria.

A Universidade organiza seminários, cursos e workshops tendo em vista a formação e aperfeiçoamento dos seus docentes

4.3. Teaching staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating:

The academic staff performance evaluation procedures at Atlântica University is undertaken by a Committee chaired by the Rector and composed of full professors from specific areas, belonging to Atlântica university or to others Universities. For this evaluation it is taken in account the scientific production and teaching activities, participating in research projects, supervising master and doctoral thesis, the participating in academic juris and provision of services to the community, among others. Undergraduate and postgraduate students evaluate academic staff's performance by answering to structured questionnaire. The surveys are answered on-line using a questionnaire software tool which was developed by Atlântica University teaching staff.

Student's questionnaires are processed and analyzed by university's Self-Evaluation Office for Quality. Results are sent to teaching staff on an individual base and to coordinators as well. Professors and lecturers must present to their coordinator a self-plan of improvement, based on student evaluation. In order to encourage a permanent updating of its teaching staff, Atlântica University organizes conferences and workshops in various scientific areas.

5. Descrição e fundamentação de outros recursos humanos e materiais

5.1. Pessoal não docente afecto ao ciclo de estudos:

Secretariado Pedagógico e Científico - 1; Serviço Auxiliar - 1; Apoio dos Serviços Académicos, Biblioteca e Centro de Documentação e Centro de Informática.

5.1. Non teaching staff allocated to the study programme:

Scientific and Pedagogic Secretariat - 1

Assistant Support - 1

Academic Support Services Library and Documentary Centre (ou Nucleus)

Computer Centre (ou Nucleus)

5.2. Instalações físicas afectas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços lectivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

O Campus, situado na Antiga Fábrica da Pólvora de Barcarena, engloba: o Edifício Multiserviços com 17 salas de aula; o Edifício Aulas 1 com 3 laboratórios de informática; o Edifício Aulas 2 com 3 salas de aulas; 1 auditório; o Edifício Eugénio Machado Macedo com 8 salas de aula ; 1 Auditório e 2 Lab. de Informática; Biblioteca e Centro de Documentação; Salas de trabalho e estudo; Laboratório de Química.

No lab. de Química decorrerão as aulas práticas e laboratoriais das UC's, de 1º ciclo, de Química I e II, Química-Física de Materiais, Fenómenos de Interfaces, Fenómenos de Transferência, Materiais Poliméricos, Propriedades Físicas de Materiais, Materiais Celulares, e Tecnologia de Superfícies e Revestimentos (2º ciclo), entre outras. Haverá ainda uma área que será equipada com máquinas polideiras e microscópios óticos, onde serão realizadas as aulas de metalografia da UC de Caracterização de Materiais I, de Materiais Metálicos e de Estrutura de Materiais e Transformações de Fase.

5.2. Facilities allocated to and/or used by the study programme (teaching spaces, libraries, laboratories, computer rooms, etc.):

1) The campus, located in the Antiga Fabrica da Pólvora of Barcarena that includes: the Multiservice Building with 17 classrooms, the Aulas 1 Building with 3 computer labs , the Aulas 2 Building with 3 classrooms; 1 Auditorium; Eugénio Machado Macedo Building with 8 classroomm; 1 auditorium and 2 computer labs; library and a Documentation center; work and study classroom and a chemistry lab. In the chemistry lab take place practical and laboratorial lesson of the subjects on 1st cycle of chemistry I and Chemistry II, physical chemistry of material; phenomena interfaces, transfer phenomena, polymeric material, physical material properties, cellular materials, technologies surfaces and coating (2nd cycle) among others. There will also be an area that is equipped with polish machine and optical microscopes, which take place metallography classes of Characterization of materials subject, of metallic materials and material structure and phase transformation.

5.3. Indicação dos principais equipamentos e materiais afectos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didácticos e científicos, materiais e TICs):

1)Uatlântica-meios audiovisuais e de videoconferência.22 computadores de acesso livre.

2)IST-lab. de Materiais e Química,com equipamentos de processamento, análise, e caracterização de materiais.Em particular:

-equipamentos de processamento e tratamento de metais,cerâmicos e vidros, polímeros e compósitos

-equipamentos de caracterização de materiais

3)Centro de Formação de Setúbal e/ou Évora-lab. equiparados aos da Embraer, permitindo,sem restrições de escalas de produção,a realização de atividades laboratoriais na área de compósitos e estruturas metálicas.

4) Outros equipamentos

CES EduPack Aerospace Edition - Cambridge Engineering Selector Edupack, Granta Design Ltd., Aspen Plus software, Ansys software, Lab. de preparação e caracterização metalográfica, Lab. de ensaios mecânicos, Lab. de Tratamentos Térmicos, Lab. de Corrosão e Revestimentos, Lab. de preparação de materiais, Microscópio Eletrónico de Varrimento (com EDS), e de Transmissão, Microscópio de Força Atómica

5.3. Indication of the main equipment and materials allocated to and/or used by the study programme (didactic and scientific equipments, materials and ICTs):

- 1) *UAtlantica-equipped with audiovisual media and videoconference equipment. 22 computers*
- 2) *IST- the Material and Chemistry labs are equipped with processing equipment , analyses and with characterization of materials. Namely:*
 - *processing equipment for the treatment of metals, glasses and ceramics, polymers and composites*
 - *equipment of materials characterization*
- 3) *Training center in Setubal and/or Évora, present similar labs as Embraer, enabling without any restricts the production scales carrying out laboratory activities in the composite and metal structure areas.*
- 4) **Other Equipments**
CES EduPack Aerospace Edition - Cambridge Engineering Selector Edupack, Granta Design Ltd., Aspen Plus software, Ansys software, Lab of preparation and metallographic characterization, mechanical testing lab, Lab of Heat Treatments, Coatings and Corrosion Lab, Lab of preparation materials, Scanning Electronic Microscope (with EDS), and Broadcast, Atomic Force Microscope

6. Actividades de formação e investigação**Mapa VI - 6.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica****6.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica / Research Centre(s) in the area of the study programme, where the teachers develop their scientific activities**

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	Observações / Observations
CERENA – Centro de Recursos Naturais e Ambiente	Muito Bom	Instituto Superior Técnico	N/A
LAETA - Associated Laboratory for Energy, Transports and Aeronautics	Excelente	Instituto Superior Técnico	N/A
ICEMS (Instituto de Ciência e Engenharia de Materiais e Superfícies)	Muito Bom	Instituto Superior Técnico	Centro de Química Estrutural, de classificação Excelente (a partir de 2014-2015)
CeFEMA (Centro de Física e Engenharia de Materiais Avançados)	Muito Bom	Instituto Superior Técnico	N/A
CICECO - Centre for Research in Ceramics & Composite Materials	-	Universidade de Aveiro	N/A

Perguntas 6.2 e 6.3**6.2. Indicação do número de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, na área predominante do ciclo de estudos, em revistas internacionais com revisão por pares, nos últimos cinco anos:**

50

6.3. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as actividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos:

PTDC/EME-PME/100204/2008
Railways - rolling contact fatigue
Institution: Instituto Superior Técnico (IST/UTL)
Date: 01/03/2010-28/02/2013

QREN

LighTRAIN - Concepção e desenvolvimento de um estrado inovador em alumínio para carruagens de passageiros

*Funding: QREN, Aviso 03/2011 - SI I&DT (Co-Promoção), Project: 21526
Date: 01/12/2011-30/11/2014*

Europeus

Monitoring and Fatigue Life Assessment of Fighter Critical Airframe and Engine Components: Phase I - A7-P Load/Usage Monitoring, duração 2 anos, 1993/1995, Phase II - Fatigue Life Assessment of Fighter Aircraft, duração 2 anos, 1996/1998, em colaboração com a FAP, Força Aérea Portuguesa e o NLR, National Aerospace Laboratory, The Netherlands

Resin Transfer Moulding for Aerospace Structural Components RTP 3.15 , duração 3 anos, 1998/2001, financiado pelo programa WEAG / EUCLID / CEPA3 - Advanced Materials and Structures, RTP 3 Aeronautical Application Technology.

6.3. List of the main projects and/or national and international partnerships, integrating the scientific, technological, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme:

*PTDC/EME-PME/100204/2008
Railways - rolling contact fatigue
Institution: Instituto Superior Técnico (IST/UTL)
Date: 01/03/2010-28/02/2013*

QREN

*LighTRAIN - Design and development of an innovative aluminum pallet for passenger coaches
Funding: QREN, Aviso 03/2011 - SI I&DT (Co-Promotion), Project: 21526
Date: 01/12/2011-30/11/2014*

Europeus

Monitoring and Fatigue Life Assessment of Fighter Critical Airframe and Engine Components: Phase I - A7-P Load/Usage Monitoring, 2 years duration, 1993/1995, Phase II - Fatigue Life Assessment of Fighter Aircraft, 2 years duration,, 1996/1998, in collaboration with FAP, the Portuguese Air Force and NLR, National Aerospace Laboratory, The Netherlands

Resin Transfer Moulding for Aerospace Structural Components RTP 3.15 , 3 years duration, 1998/2001, supported by the program WEAG / EUCLID / CEPA3 - Advanced Materials and Structures, RTP 3 Aeronautical Application Technology.

7. Actividades de desenvolvimento tecnológico e artísticas, prestação de serviços à comunidade e formação avançada

7.1. Descreva estas actividades e se a sua oferta corresponde às necessidades do mercado, à missão e aos objetivos da Instituição:

Considerando a relevância destas atividades criou-se o Colégio de Estudos Pós-Graduados, constituindo-se como entidade tutelar da coordenação desta vertente de ensino e investigação. A partir de 20/6/2014 a EIA passou a ter a Carbures Europe como acionista de referência. O facto de a Carbures ser uma das empresas líderes no seu setor, possibilitou à instituição uma maior aproximação ao tecido empresarial, nomeadamente ao setor dos materiais compósitos e indústria aeronáutica, e dar melhor resposta às necessidades do mercado nacional e internacional. Isso é possível graças ao estabelecimento de protocolos já assinados com instituições de referência e o reforço em recursos humanos, logísticos e tecnológicos da instituição. Tudo isto está a criar um contexto propício ao desenvolvimento da investigação fundamental e aplicada permitindo que os alunos tenham acesso a laboratórios adequados à sua formação.

7.1. Describe these activities and if they correspond to the market needs and to the mission and objectives of the Institution:

Considering the importance of these activities the College of Postgraduate Studies was created, establishing itself as the supervisory entity coordinating this aspect of teaching and research. As of 20/06/2014, the EIA now has the Carbures Europe as major shareholder. The fact that Carbures is one of the leading companies in its sector enabled the institution closer to the business environment, namely of composite materials sector and aerospace industry, and to better address the needs of the domestic and international market. This is possible thanks to the establishment of protocols signed with leading institutions and strengthening human, logistical and technological resources of the institution. All this is creating an environment conducive to the development of fundamental and applied research allowing students to have access to adequate laboratories and training.

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

8.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclos de estudos similares com base nos dados do Ministério da Economia:

Não Aplicável

8.1. Evaluation of the graduates' employability based on Ministry of Economy data:

Not Applicable

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

Não Aplicável

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

Not Applicable

8.3. Lista de eventuais parcerias com outras Instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

Não Aplicável

8.3. List of eventual partnerships with other Institutions in the region teaching similar study programmes:

Not Applicable

9. Fundamentação do número de créditos ECTS do ciclo de estudos

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

Na atribuição de créditos às unidades curriculares e na definição da duração deste ciclo de estudos foram levados em conta os seguintes elementos de ordem geral:

Análise de exemplos de outros sistemas de ensino universitário europeu;

Análise de outros cursos de 1º ciclo lecionados por universidades portuguesas;

O estabelecido nos decretos-lei n.º 42/2005, de 22 de fevereiro e 74/2006, de 24 de março;

Análise dos resultados obtidos pelo projecto-piloto Tuning Educational Structures in Europe.

9.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles no.8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of Decreto-Lei no. 74/2006, March 24th:

When assigning credits to the subjects and setting the duration of this study cycle, they were taking into consideration the following:

Analysis of examples of others teaching systems in European universities;

Analysis of other 1st cycle courses taught by Portuguese universities;

What is established in decree-law n.º 42/2005, February 22 and 74/2006, March 24th;

Analysis of the obtained results by the pilot project tuning educational structures in Europe.

9.2. Metodologia utilizada no cálculo dos créditos ECTS das unidades curriculares:

atribuição de créditos ECTS segue o estipulado no regulamento de aplicação do sistema de créditos curriculares

na Universidade Atlântica, o qual se baseia nos termos do artigo 11º do Decreto-Lei n.º 42/2005 de 22 de Fevereiro.

Concretamente, o número de créditos a atribuir por cada unidade curricular é determinado de acordo com os seguintes princípios:

a) o trabalho é medido em horas estimadas de trabalho do aluno;

b) o número de horas de trabalho do estudante a considerar inclui todas as formas de trabalho previstas, designadamente as horas de contacto e as horas dedicadas a estágios, projectos, trabalhos no terreno, estudo e avaliação.

Estimando-se o trabalho de um ano curricular na UAtlântica em 1680 horas, fixa-se em 28 o número de horas de trabalho equivalente a um ECTS. Os créditos atribuídos a cada unidade curricular calculam-se dividindo por 28 horas o número de horas de trabalho do estudante estimado para a unidade curricular, assim se obtendo os correspondentes ECTS.

9.2. Methodology used for the calculation of the ECTS credits of the curricular units:

The allocation of ECTS credits follows the provisions of the regulation implementing the course credit system at Universidade Atlântica, which is based in accordance with Article 11 of Decree-Law 42/2005 of 22 February.

Specifically, the number of credits to be awarded for each curricular unit is determined according to the following principles:

- a) the work is measured in hours estimated for the student's work;*
- b) the number of hours of student work to be considered includes all forms of work envisaged, including contact hours and hours devoted to internships, projects, field work, study and evaluation.*

Estimating the work of an academic year at UAtlântica in 1680 hours, it was defined that 28 hours are equivalent to one ECTS credit.

The credits assigned to each module is calculated by dividing by 28 hours the number of hours estimated for the student's course, thus obtaining the corresponding credits.

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

Todos os docentes responsáveis pelas unidades curriculares foram consultados e colaboraram no estabelecimento dos objectivos das suas unidades curriculares, tendo em conta os objectivos do ciclo de estudos e as competências a adquirir pelos alunos.

Aqueles docentes foram igualmente consultados e colaboraram na elaboração dos conteúdos programáticos e na definição das metodologias mais coerentes com os objectivos estabelecidos para cada unidade curricular.

Assim, procurou-se assegurar, simultaneamente: i) um corpo de matérias diversificadas mas coerentes e complementares no que concerne ao cumprimento dos objectivos do ciclo de estudos; ii) uma metodologia também apontada para essa finalidade, iii) o aproveitamento dos elevados saberes das diferenciadas especializações de cada um dos membros da equipa docente.

Nessas consultas foram igualmente abordadas as estimativas do tempo de trabalho necessário dos alunos e, em consequência, o cálculo das unidades de crédito.

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

All the professors responsible for the curricular units and the coordinators of the study cycle were consulted with regard to the methodologies to be used in teaching activities and assessments so as to cross-reference them with the knowledge and skills that students should acquire by means of this programme.

Those professors were also consulted and collaborated in the elaboration of contents and in the definition of methodologies more consistent with the objectives set for each course.

So, we tried to achieve both: i) a body of diverse materials but consistent and complementary with respect to the objectives of this cycle of studies; ii) a methodology also appointed for this purpose, iii) to profit from the high knowledge and diverse scientific areas of each of the members of the teaching staff.

In such consultations estimates of the autonomous working time required for students were also raised and, consequently, the calculation of ECTS.

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:

*-Licenciatura em Engenharia de Materiais do Instituto Superior Técnico, da Universidade de Lisboa
<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/lemat>*

-Licenciatura em Ciência e Eng^a de Materiais (BEng Materials Science and Engineering) da Swansea University, no Reino Unido, considerada a Universidade do Ano 2014 do Reino Unido (Students Choice Awards)

<http://www.swansea.ac.uk/undergraduate/courses/engineering/beng-materials-science-engineering-j500/#description=is-expanded>

-Licenciatura em Ciência e Eng^a de Materiais (BEng Materials Science and Engineering) do Imperial College London, no Reino Unido, 4^a Universidade Melhor na Europa e 9^a no Mundo na área de Engenharia e

Tecnologia.

<http://www3.imperial.ac.uk/materials/courses/beng>

-Primeiros 3 anos do Mestrado Integrado em Engenharia de Materiais da Faculdade de Ciências e Tecnologia, da Universidade Nova de Lisboa

<http://www.fct.unl.pt/candidato/licenciaturas-e-mestrados-integrados/mestrado-integrado-em-engenharia-de-materiais>

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

- B.Eng. in Materials Engineering, IST, Univ. of Lisbon.

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/lemat>

- B.Eng in Materials Science and Engineering, Swansea University (UK), the University of the Year (Students Choice Awards)

<http://www.swansea.ac.uk/undergraduate/courses/engineering/beng-materials-science-engineering-j500/#description=is-expanded>

- B.Eng. Materials Science and Engineering, Imperial College London (UK), 4th Best University in Europe and 9th in the World, in the Engineering and Technology area.

<http://www3.imperial.ac.uk/materials/courses/beng>

- First 3 years of the Integrated Master in Materials Engineering, FCT, New Univ. of Lisbon.

<http://www.fct.unl.pt/candidato/licenciaturas-e-mestrados-integrados/mestrado-integrado-em-engenharia-de-materiais>

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

Em geral todos os ciclos de estudo selecionados, análogos ao presente ciclo de estudos proposto, visam uma sólida fundação em ciência e engenharia de materiais, com ênfase nos princípios que regem a microestrutura, propriedades, processamento e desempenho dos materiais de engenharia, no entanto há uma clara lacuna no que se refere ao estudo dos materiais compósitos no 1º ciclo de estudos, materiais estes que apresentam uma enorme potencialidade e crescente aplicação em numerosas áreas de engenharia. O Imperial College e a Swansea University são das poucas Universidades que apresentam uma UC de Materiais Compósitos no 1º ciclo, sendo ela denominada de “Polímeros e Compósitos” e optativa, no Imperial College. Relativamente à oferta no 1º ciclo de Engenharia de Materiais, a nível do Espaço Nacional, temos o Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa e a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, com um curso de enfoque generalista na área dos Materiais, a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, com um curso muito dedicado a Materiais Metálicos, enquanto a Universidade de Aveiro e do Minho oferecem propostas mais direcionadas a Materiais Cerâmicos e Poliméricos, respetivamente. A pesquisa realizada demonstra que nenhuma destas Universidades Portuguesas apresenta UC’s de Materiais Compósitos no 1º ciclo, apesar de existir efetivamente uma necessidade na Indústria em tal área. Este novo ciclo de estudos propõe-se então a promover a formação avançada em Materiais Compósitos.

Vários dos ciclos de estudo análogos visam também a criação de competências para aplicar os conceitos de ciência e engenharia de materiais e as técnicas de caracterização de materiais na análise e desenvolvimento de sistemas de materiais. O ciclo de estudos proposto apresenta uma forte componente de caracterização de materiais (duas UC’s no 2º e 4º semestre da licenciatura), bem como uma maior carga horária com ênfase em prática-laboratorial comparando com os ciclos de estudo análogos, o que assegurará o cumprimento deste objetivo de aprendizagem.

Outro dos objetivos de aprendizagem refere-se à capacidade de resolução de problemas de forma independente, bem como de comunicação e trabalho em equipa. A metodologia de ensino do presente curso envolve o estudo de casos exemplificativos criando uma ponte entre teoria e prática e encorajando o desejo de aprendizagem ativa, bem como uma forte componente prática articulada com uma indispensável parte teórica e trabalhos de grupo e individuais que envolvem a reflexão crítica.

Em geral, todos os ciclos de estudo de referência encorajam a compreensão das responsabilidades profissionais e éticas e do impacto da engenharia de materiais na sociedade e ambiente, sendo que no ciclo proposto estas competências transversais serão encorajadas sempre que tal se proporcione em todas as UC’s.

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

In general, all the selected cycles of study similar to the proposed one are aimed at a solid foundation in materials science and engineering with an emphasis on the principles governing the microstructure, properties, processing and performance of engineering materials. However there is a clear gap regarding the teaching of composite materials within the 1st cycles of studies, despite the fact that these materials have enormous potential and an increasing application in many areas of engineering. The Imperial College and the Swansea University are the few universities that have a CU on Composite Materials in the 1st cycle,

it is called "Polymers and Composites" and it is optional at the Imperial College. Regarding the supply in the 1st cycle of Materials Engineering, at the national level, Instituto Superior Técnico from the University of Lisbon and the Faculty of Sciences and Technology from the New University of Lisbon, offer a generalist approach in the area of materials, the Faculty of Engineering from Porto University is very dedicated to Metallic Materials, while the University of Aveiro and Minho offer proposals strongly focused on Ceramic and Polymeric Materials, respectively. The survey shows that there are no Portuguese Universities presenting a CU in Composites Materials in the 1st cycle, despite the strong need in the industry in this area of knowledge. This new cycle of study is therefore targeting the advanced training in Composite Materials.

Typically, all the reference cycles of study are aimed at creating skills to apply the concepts of materials science and engineering and the techniques for materials characterization in the analysis and development of material systems. The cycle of study proposed has a strong component of materials characterization (two UC's in the 2nd and 4th semester), as well as a greater workload with an emphasis on practice-laboratory classes comparing with similar cycles of study, which will ensure the meeting of this learning objective.

Another objective of the present cycle refers to the ability to solve problems independently, as well as communication and teamwork. The teaching methodology of this course involves the analysis of case studies, creating a bridge between theory and practice and encouraging active learning, as well as a strong practical component articulated with the required theory, as well as the promotion of critical reflection within group and individual works.

In general, all reference cycles of study encourage the understanding of professional and ethical responsibilities as well as the impact of materials engineering in society and environment. The present cycle encourages the development of these skills in all CU's, whenever appropriate.

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Locais de estágio e/ou formação em serviço (quando aplicável)

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Instituto Superior Técnico

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Instituto Superior Técnico

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 100kB):

[11.1.2._carta Técnico.pdf](#)

Mapa VII - Universidade da Beira Interior

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Universidade da Beira Interior

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 100kB):

[11.1.2._UBI.pdf](#)

Mapa VII - Carbures Europe

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Carbures Europe

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 100kB):

[11.1.2._Carbures.pdf](#)

Mapa VII - Instituto de Emprego e Formação Profissional

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:*Instituto de Emprego e Formação Profissional***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 100kB):**[11.1.2._CARTA IEFP UNIVERSIDADE ATLÂNTICA \(1\).pdf](#)**Mapa VIII. Plano de distribuição dos estudantes****11.2. Mapa VIII. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).**

<sem resposta>

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

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

<sem resposta>

11.3. Resources of the Institution to effectively follow its students during the in-service training periods:

<no answer>

11.4. Orientadores cooperantes

Mapa IX. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio e/ou formação em serviço responsáveis por acompanhar os estudantes**11.4.1 Mapa IX. Mecanismos de avaliação e selecção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a Instituição de ensino superior e as instituições de formação em serviço(PDF, máx. 100kB):**

<sem resposta>

Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores)**11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for teacher training study programmes)**

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

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos**12.1. Pontos fortes:***- Estrutura curricular do 1º ciclo e conteúdos programáticos:**a) desenhada de acordo com as necessidades da indústria, assegurando o interesse de futuros alunos e empregadores**b) generalista, mas com enfoque em caracterização de materiais, incluindo Materiais Compósitos, ao contrário das restantes licenciaturas em Eng. de Materiais no Espaço Nacional. Alinhada com as necessidades da indústria aeronáutica, em expansão em Portugal**-Corpo docente altamente qualificado, muito ativo cientificamente e com experiência internacional e formação base na área científica**-Elevada participação da indústria: seminários, visitas de estudo, realização de trabalhos práticos em*

indústria. Possibilidade de estágios na Carbures.

-Elevada componente prática e laboratorial (~30% do total de horas de contacto)

-Sistema de bolsas de estudo e contratos de trabalho para os melhores alunos, promovendo a excelência e a competitividade

-Projeto de continuidade entre o 1º e 2º ciclo de estudos

12.1. Strengths:

- Curricular Structure for the 1st cycle and syllabus:

a) designed according to the needs of the industry, ensuring the interest of prospective students and employers.

b) general, but focusing on characterization of materials, including composite materials, unlike other degrees in Materials Engineer. in Portugal. Aligned with the needs of the aeronautics industry, which is expanding in Portugal.

- Highly qualified Professors, scientifically very active, with international experience in science. With background in the scientific area of knowledge.

- Strong involvement of industry: seminars, study visits, performing practical work in industry. Opportunity for internships at Carbures.

- Practical and laboratory classes (~ 30% of total contact hours)

- System of scholarships and employment contracts for the best students, fostering excellence and competitiveness

- Project of continuity between the 1st and 2nd cycle of studies.

12.2. Pontos fracos:

- Os recursos tecnológicos (laboratórios e equipamentos) estão em fase de instalação: serão colmatados na fase inicial de funcionamento dos ciclos de estudo, através dos protocolos e parcerias que a Universidade Atlântica estabeleceu com instituições que disponibilizam esses recursos.

12.2. Weaknesses:

- Technological resources (laboratories and equipment) are being installed: this will be compensated, in an initial phase of the study cycles, through agreements and partnerships that Atlantic University has established with institutions to provide these resources.

12.3. Oportunidades:

- Estabelecimento de protocolos com instituições de elevado mérito e recursos humanos, logísticos e tecnológicos (IST, Centros de Formação do IEFP, Força Aérea, UBI) de forma a colmatar a insuficiência de meios laboratoriais. Isto aproximará a Atlântica a estas Instituições promovendo parcerias, cross-fertilization em I&D e maior facilidade de estabelecimento de projetos de investigação conjuntos e permitirá que os alunos da Atlântica tenham acesso a meios laboratoriais que levaram anos a adquirir e a conhecimento e tecnologia de última geração.

- Conquista de um novo segmento de alunos, interessados em seguir o ramo Aeronáutico, Automóvel, ou de Construção, e como tal interessados em antecipar e aprofundar a aprendizagem de Materiais Compósitos e em usufruir da forte ligação da Universidade à Indústria dos Compósitos (Carbures).

- Oportunidade para a melhoria e atualização da oferta em Engenharia de Materiais, envolvendo uma relação mais estreita com a Indústria.

12.3. Opportunities:

- Establishment of protocols with institutions of high merit, which will allow greater cross-fertilization in R&D, greater ease of joint research projects and the access of students from the Atlantic University, to last generation equipment and technology.

- Achievement of a new segment of students interested in pursuing aeronautical or other branch and taking advantage of the strong connection between University and Composites (Carbures) industry, as well as of professionals in the aeronautics industry (Embraer, Carbures, TAP, etc.) or other industries, who intend to specialize.

- Opportunity to improve and upgrade the supply of Engineering Materials formation, involving a closer relationship with industry.

12.4. Constrangimentos:

- O número de alunos em áreas de Engenharia tem vindo a decrescer. No entanto é nossa ambição contribuir para a dinamização da área, nomeadamente, através do incentivo à internacionalização - não só aproveitando as novas oportunidade de captação de alunos estrangeiros, como também através de intercâmbios de estudo com outras instituições internacionais de referência na área; e à empregabilidade, estabelecendo-se relações estreitas com o tecido industrial na área e criando competências que se articulem com as necessidades dos futuros empregadores.

12.4. Threats:

- The number of Engineering students has been declining. It is our ambition to contribute to the revitalization of the area, in particular by encouraging internationalization - not only taking advantage of the new opportunities for attracting foreign students, as well as students exchange with other international institutions in this reference area of study; and employability, establishing close relations with the Industry in this area of study and creating competencies aligned to the needs of future employers.

12.5. CONCLUSÕES:

Tendo em vista cumprir os objetivos definidos para a formação em Engenharia de Materiais, o Plano Curricular deste 1º ciclo foi elaborado em consultoria com a Indústria, assegurando o interesse de futuros empregadores, e com docentes de outras Instituições do Ensino Superior Português. Além disso, seguiram-se os critérios da Agência da Qualidade no Ensino Superior Europeu e foi realizada uma pesquisa dos ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu, tendo sido selecionados os mais inspiradores, tendo em conta a realidade do meio profissional Português. Como se trata de um projeto criado de origem, não houve nenhum constrangimento de carácter logístico e de obrigação de alocação de docentes pertencentes à Instituição. Uma primeira versão da estrutura curricular foi criada, seguindo-se a identificação dos melhores profissionais de docência para as UC's selecionadas, na sua maioria doutorados com elevada atividade científica e experiência internacional, ainda sem contrato de exclusividade com IES. Todos os docentes responsáveis pelas UC's foram consultados e colaboraram no estabelecimento dos objetivos, determinação dos ECTS e das horas de contacto das suas unidades curriculares, tendo em conta os objetivos do ciclo de estudos e as competências a adquirir pelos alunos.

Os Licenciados formados neste ciclo de estudos possuirão uma sólida formação em Ciências Básicas (Matemática, Química, Física) e de Engenharia, adquirida nos primeiros anos do curso, competências transversais em Gestão e uma formação na extensa área de Ciência e Engenharia de Materiais que se inicia logo no 1º semestre com "Introdução à Engenharia de Materiais". Além das disciplinas típicas desta área, focar-se-ão as técnicas de caracterização de materiais (Caracterização de Materiais I e II), e seguir-se-á uma estratégia inovadora que consiste na lecionação de Materiais Compósitos, no último semestre do 1º ciclo, após os alunos adquirirem as bases nas restantes classes de materiais de engenharia, e que permitirá uma antecipação na aprendizagem de materiais compósitos, face a outros cursos de outras IES nacionais e internacionais. Tal precedência considera-se uma vantagem competitiva dos alunos formados neste ciclo de estudos proposto, e serve de base para o 2º ciclo com especialização de Materiais para Aeronáutica, bem como para ciclos de estudo já existentes, de elevado mérito internacional, como é o caso do Mestrado em Materiais para Aeronáutica, da Universidade de Cranfield, no Reino Unido. Tal estratégia pretende conquistar um novo segmento de alunos, interessados em seguir o ramo Aeronáutico e áreas afins, num curso que promove uma forte ligação da Universidade à Indústria dos Compósitos (Carbures) e uma elevada componente letiva prática e laboratorial, através dos protocolos estabelecidos que disponibilizam infraestruturas e equipamentos laboratoriais de última geração.

12.5. CONCLUSIONS:

In order to meet the objectives set for training in Materials Engineering, the Curricular Plan of the 1st cycle was developed and designed in consultation with the industry, ensuring the interest of future employers, and with Professors from other Portuguese Higher Education Institutions. Moreover, the most inspiring cycles of study have been identified and followed through research and critical reflection about their structure and syllabus, while taking into account the Portuguese professional environment. The criteria of the Quality Agency in European Higher Education have been applied, as well.

As this is a totally new project created, there were no constraints of logistical nature and any obligation of allocating teachers belonging to the institution. A first version of the curriculum was created, followed by the identification and contact of the most appropriate professionals for the selected CU's. Those hold a PhD degree, have a high scientific activity and international experience, and have no exclusivity contracts with IES. All Professors responsible for UC's have been consulted and collaborated in setting objectives, determining the ECTS and the contact hours of their courses, taking into account the objectives of the course and the skills to be acquired by students.

Graduates from this study program will possess a solid background in Basic Sciences (Mathematics, Chemistry, Physics) and Engineering, acquired in the early years of the course, soft skills in management and extensive training in the area of Materials Science and Engineering which starts right at the 1st semester with "Introduction to Materials Engineering". Besides the typical subjects of this area, there will be a focus on materials characterization techniques (Materials Characterization I and II), and an innovative strategy will be pursued involving the teaching of Composite Materials, in the last half of the 1st cycle, right after the students acquire the basics on other classes of engineering materials. This strategy allows an anticipation in the learning of composite materials, compared to other courses in other national and international HEIs. This precedence is considered a competitive advantage for graduates of this proposed course. It underpins the 2nd cycle (specialization in Materials for Aeronautics) and is aligned with high reference Master programs of highly ranked European Universities, such as Cranfield University, in UK, with the Master in Materials for Aeronautics. This cycle of study aims at conquering a new segment of students interested in pursuing the Aeronautical industry and related fields, enrolling in a course that promotes a strong connection University - Composites Industry (Carbures) and a strong focus on practical and laboratory classes with access to laboratory equipment of last generation.

