NCE/19/1901144 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:
Universidade De Coimbra

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

1.2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):
Faculdade De Ciências E Tecnologia (UC)

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

1.3. Designação do ciclo de estudos:
Mestrado em Engenharia Química

1.3. Study programme:
Master in Chemical Engineering

1.4. Grau:
Mestre

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

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

1.6.1 Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):
524

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

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

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

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

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

1.9. Número máximo de admissões:
75

1.10. Condições específicas de ingresso.
Podem candidatar-se ao Mestrado em Engenharia Química:
a) Titulares do grau de licenciado ou equivalente legal em Engenharia Química (e Bioquímica/e Biológica), Engenharia Biológica, Engenharia de Polímeros, Bioengenharia, Química Industrial, Tecnologia Química, Engenharia de Petróleos, Tecnologias do Petróleo - ramo Refinação, com cursos organizados de acordo com os princípios do Processo de Bolonha;
b) Titulares de um grau académico superior estrangeiro - 1º ciclo de estudos organizado de acordo com os princípios do Processo de Bolonha, nas áreas referidas na alínea a);
c) Titulares de um grau académico superior obtido no estrangeiro que seja reconhecido como satisfazendo os objetivos do grau de licenciado nas áreas anteriores pelo CC/FCTUC;
d) Em casos devidamente justificados, os detentores de currículo académico, científico ou profissional relevante para a frequência deste ciclo de estudos, e reconhecido como tal pelo CC/FCTUC, em função de critérios aprovados por este órgão.

1.10. Specific entry requirements.
Applicants to the Master in Chemical Engineering must be:
a) Holders of a Bachelor's degree or legal equivalent in Chemical Engineering, Chemical and Biochemical/Biological Eng., Biological Eng., Polymers Eng., Bioengineering, Industrial Chemistry, Chemical Technology, Petroleum Eng., Petroleum Technologies - Refining Branch, with courses organized according to the Bologna principles;
b) Holders of a foreign higher academic degree, in the areas referred to in a) - 1st cycle of studies organized according to the principles of the Bologna Process;
c) Holders of a higher academic degree obtained abroad that is recognized by the Scientific Committee of FCTUC as meeting the objectives of a bachelor degree in one of the referred areas;
d) In duly justified cases, the holders of an academic, scientific or professional curriculum relevant to the attendance of this study cycle and, as such recognized by the FCTUC Scientific Council, according to criteria approved by the referred council.

1.11. Regime de funcionamento.
Diurno

1.11.1. Se outro, especifique:
n/a

1.11.1. If other, specify:
n/a

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:
Departamento de Engenharia Química (DEQ) da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC), com exceção das aulas das disciplinas de opção Eletroquímica Aplicada e Corrosão, lecionadas no Departamento de Química, e Biossensores e Sinais Biomédicos, em parte lecionada no Departamento de Física, ambos da FCTUC. A disciplina de Dissertação em Eng.ª Química pode ser realizada em ambiente académico ou empresarial/industrial, ou em regime de mobilidade Internacional. Em algumas disciplinas, nomeadamente em Energia e Biocombustíveis, Tecnologias de Proteção Ambiental, Ciência e Tecnologia da Pasta/Papel, Nanotecnologias, Ciência e Tecnologia de Polímeros, Produtos e Processos Farmacêuticos, entre outras, organizam-se visitas de estudo a laboratórios específicos (p.e. IPN, Raiz) e a instalações industriais (The Navigator Company, Cires, Bondalti Chemicals, Dow, Bluepharma, Hovione, EDP, Prio, HUF, TMG automotive, Ansell, Águas de Coimbra, Sisav, ERSUC TMB, AlgaFarm).

1.12. Premises where the study programme will be lectured:
Department of Chemical Engineering (DEQ) of the Faculty of Science and Technology of the University of Coimbra (FCTUC), with the exception of classes of the elective subjects Applied Electrochemistry and Corrosion, which occur in the Department of Chemistry, and Biosensors and Biomedical Signals, partly in the Department of Physics, both of FCTUC. The Dissertation in Chemical Engineering can be developed in academic or in an industrial/company environment, or framed in a mobility program. In some disciplines, namely Energy and Biofuels, Environmental Protection Technologies, Pulp/Paper Science and Technology, Nanotechnologies, Polymer Science and Technology, Pharmaceutical Products and Processing, among others, study visits are organized to specific laboratories (e.g. IPN, Raiz) and industrial facilities (The Navigator Company, Cires, Bondalti Chemicals, Dow, Bluepharma, Hovione, EDP, Prio, HUF, TMG automotive, Ansell, Águas de Coimbra, Sisav, ERSUC TMB, AlgaFarm).

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

1.13._Regulamento_Creditacao_Formacao_Anterior_Experiencia_Profissional_UC.pdf

1.14. Observações:

O Mestrado em Engenharia Química (MEQ) oferece 2 áreas de especialização: Processo, Ambiente e Energia (PAE) e Bioprocessos e Biomateriais (BB). Em PAE enfatiza-se a aquisição de conhecimentos e competências específicos para a vertente de processos/estratégias/ferramentas relacionados com produção de energia, intensificação de processos, proteção ambiental e engenharia da qualidade. Em BB o foco da diferenciação baseia-se no domínio de processos biotecnológicos e desenvolvimento de biomateriais. A especialização pode ainda ser complementada/aprofundada por um conjunto de 3 disciplinas optativas em PAE e 4 em BB, as quais também permitem a diversificação/transversalidade da formação. Garante-se assim flexibilidade e autonomia na definição do perfil de formação, acrescentando conteúdos em domínios avançados e/ou de grande especificidade, como Ciência e Tecnologia da Pasta/Papel (colab. Navigator), Gestão da Melhoria de Processos, Tecnologias de Sistemas Dispersos, Engenharia Química de Base Molecular, Nanotecnologias, Introdução à Engenharia Alimentar, Processos e Produtos Farmacêuticos, Engenharia de Tecidos, Biorrefinarias, Biossensores e Sinais Biomédicos, Nanobiomateriais, entre outras.

As áreas PAE e BB partilham um conjunto relevante de disciplinas essenciais na formação de um Engenheiro Químico para plenitude de funções, nomeadamente nas vertentes de modelação e supervisão de processos, processos de separação avançados, reatores multifásicos, projeto de produto, segurança e sustentabilidade de processos químicos. Oferece-se ainda uma formação robusta em Projeto de Processo, para aprofundar a integração/compreensão das temáticas de diversas subáreas da EQ e criar competências de trabalho em equipa. O tema do projeto é distribuído à equipa no início do 1º ano do MEQ, sendo as disciplinas de Problema Integrado de EQ I e II o suporte condutor do desenvolvimento do mesmo ao longo desse ano. Os resultados alcançados nestas tornarão a execução final do projeto mais eficaz e plena no 1º semestre do 2º ano. Assim, o acesso à disciplina de Projeto de Processo exige aprovação nas primeiras.

O MEQ culmina com a realização de um trabalho individual de Dissertação em Engenharia Química (30 ECTS), que permite desenvolver competências de resolução de situações novas, execução de trabalho experimental/computacional inovador, análise crítica e síntese. Este trabalho pode ser feito em ambiente académico e/ou industrial. O estudante só pode inscrever-se na Dissertação quando possa inscrever-se nesse ano a todas as unidades curriculares que lhe permitam concluir o mestrado.

A conclusão da parte escolar do MEQ (90 ECTS: todas as disciplinas com exceção de Dissertação) garante ao estudante um Diploma de Especialização em "Processos Químicos, Ambiente e Energia" ou "Bioprocessos e Biomateriais", consoante o seu perfil curricular corresponda à área PAE ou BB respetivamente.

As disciplinas são lecionadas em Inglês se houver estudantes inscritos do programa Erasmus.

1.14. Observations:

The Master in Chemical Engineering (MEQ) offers 2 areas of specialization: Process, Environment and Energy (PAE) and Bioprocesses and Biomaterials (BB). In PAE, emphasis is given on the acquisition of specific knowledge and skills for the processes/approaches/tools related to energy production, process intensification, environmental protection and quality engineering. In BB, the focus of differentiation is based on mastery of biotechnological processes and development of biomaterials. The specialized training can be further complemented by a set of elective subjects (3 in PAE; 4 in BB), which may also allow for diversification of training. This ensures great flexibility and autonomy in defining the training profile by adding matters in advanced and highly specific fields, such as Pulp or Paper Science and Technology (collab. of The Navigator group), Process Improvement Management, Optimization of Processes and Operations, Dispersed Systems Technologies, Molecular-Based Chemical Engineering, Nanotechnologies, Introduction to Food Engineering, Pharmaceutical Products and Processes, Tissue Engineering, Biorefinery, Biosensors and Biomedical Signals, Nanobiomaterials, and others.

The two areas of specialization share a relevant set of core disciplines for the training of a full-function Chemical Engineer, namely in process modeling and supervision, advanced separation processes, multiphase reactors, product design, safety and sustainability of chemical processes. Students will also have a robust process design training, which allows a deeper integration and understanding of the concepts/technologies of several sub-areas of CE and building teamwork skills. The theme of the project is assigned to the team at the beginning of the 1st year of MEQ, with the course subjects Chemical Engineering Integrated Problems I/II being the driving support for the development of the project throughout that year. The results achieved in these two course subjects make the final execution of the project more effective in the 1st semester of the 2nd year. Thus, the enrollment in Process Design requires approval in the former.

MEQ culminates in the accomplishment of the Dissertation in Chemical Engineering (30 ECTS), which allows the development of skills for solving new challenges, execution of innovative experimental/ computational work, critical analysis and synthesis. This work can be done in an academic and/or industrial environment. The student can only enroll in Dissertation when he/she is able to complete the Master's Course within the same year.

The conclusion of the all course subjects with the exception of Dissertation (90 ECTS) guarantees to the student a Diploma of Specialization in "Chemical Processes, Environment and Energy" or "Bioprocesses and Biomaterials", depending on the correspondence of his/her curriculum profile to the area PAE or BB respectively.

When students of Erasmus Program are enrolled in MEQ course subjects, classes are taught in English.

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Conselho Científico da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCTUC) / Scientific Council of FCTUC

2.1.1. Órgão ouvido:
Conselho Científico da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCTUC) / Scientific Council of FCTUC

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
2.1.2._CC_FCTUC_22_01_2020.pdf

Mapa I - Conselho Pedagógico da FCTUC / Pedagogical Council of Faculty of Sciences and Technology

2.1.1. Órgão ouvido:
Conselho Pedagógico da FCTUC / Pedagogical Council of Faculty of Sciences and Technology

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
2.1.2._Extrato_ataCP_FCTUC_20200415_signed_.pdf

Mapa I - Reitor da Universidade de Coimbra / Dean of University of Coimbra

2.1.1. Órgão ouvido:
Reitor da Universidade de Coimbra / Dean of University of Coimbra

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
2.1.2._80_Eng_Quimica_Mestrado_compressed.pdf

Mapa I - Plano de correspondência

2.1.1. Órgão ouvido:
Plano de correspondência

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

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

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:
O Mestrado em Engenharia Química da UC ancora-se nas recomendações da EFCE (https://efce.info/), com foco numa abordagem multi-escala e integrada dos fenómenos/processos, no estímulo da criatividade para encontrar novas soluções, na sustentabilidade e segurança dos processos industriais, no trabalho em equipa, o que permite uma formação multifacetada dos futuros Engenheiros Químicos, cujas competências abrangem:
-Analisar e descrever fenómenos/processos físico-químicos e biológicos em múltiplas escalas usando metodologias adequadas;
-Projetar, simular, controlar e otimizar processos de elevada complexidade;
-Utilizar ferramentas de integração energética e proteção ambiental, seguindo uma lógica de economia circular e melhoria da qualidade dos processos (área PAE: Processo, Ambiente e Energia);
-Desenvolver (bio)materiais inovadores com funcionalidade ajustada e processos biotecnológicos das áreas de química fina, saúde, alimentar, farmacêutica (área BB: Bioprocessos e Biomateriais).

3.1. The study programme's generic objectives:
The Master in Chemical Engineering of UC is anchored in the EFCE recommendations (https://efce.info/), focusing on multi-scale and integrated approaches to analyse phenomena/processes, in stimulating creativity to find new solutions, in the sustainability and safety of industrial processes, in teamwork, allowng a multifaceted training of future Chemical Engineers, whose competences include:
-Analysis/description of physicochemical and biological phenomena/processes on multiple scales using appropriate methodologies;
-Design, simulation, control and optimization of processes with high complexity;
-Use of tools of energy integration and environmental protection, pursuing a logic of circular economy and

improvement of process quality (area PAE: Process, Environment and Energy);
-Development of innovative (bio)materials with adjusted functionality and biotechnological processes relevant to the areas of fine chemistry, health, food, pharmaceutical (area BB: Bioprocesses and Biomaterials).

3.2. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes:
- Preparação multidisciplinar para desempenho da profissão de Eng. Químico em múltiplas vertentes dos processos químicos/bioquímicos, incluindo o desenvolvimento/coordenação de projetos, controlo de linhas de produção e qualidade, gestão industrial/ambiental, segurança, I&D, em vários setores (indústria química tradicional; áreas de ponta - energia, biossistemas, processos/produtos sustentáveis, etc.).
- Competências específicas: i) aplicar conhecimentos avançados em modelação/controlo de sistemas, reatores multifásicos, processos de separação, projeto de processo/produto, complementados com outros em tecnologias de proteção ambiental, produção/gestão de energia e eng. da qualidade (PAE), ou eng. bioquímica e biomateriais (BB); ii) capacidade de conceção de processos/produtos inovadores e/ou de elevada complexidade.

3.2. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences) to be developed by the students:
- Multidisciplinary preparation to perform the Chemical Engineering career in multiple areas of chemical/biochemical processes, including project development/coordination, production and quality control, industrial/environmental management, safety, R&D, in several sectors (traditional chemical industry; cutting-edge areas, e.g. energy, bio-systems, sustainable processes/products or others).
- Specific skills: i) to apply advanced knowledge and tools in system modeling/control, multiphase reactors, separation processes, process/product design, complemented by others in environmental protection technologies, energy production/management and quality engineering (PAE area), or biochemical engineering and biomaterials (BB area); ii) ability to design innovative and/or highly complex processes/products.
Generic skills: critical analysis, synthesis, teamwork, communication, autonomy, adaptation to new situations and values of honesty and ethics.

3.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa, face à missão institucional e, designadamente, ao projeto educativo, científico e cultural da instituição:
As linhas de orientação estratégica da UC (http://www.uc.pt/planeamento) contemplam um conjunto de pilares de missão (a investigação, o ensino e a transferência de conhecimento, incluindo a inovação e a criação de empresas) e de recursos (pessoas, económico-financeiros, infraestruturas e organizacionais). No ensino, as iniciativas estratégicas estimulam uma preparação sólida dos estudantes, seguindo uma cultura de avaliação contínua da qualidade pedagógica e de articulação entre a investigação e o ensino, tornando a UC um núcleo de germinação de conhecimento.
Os objetivos do Mestrado em Engenharia Química são claramente consistentes com a missão e estratégia da UC. O programa do curso privilegia fornecer uma consolidada formação científica na área de Engenharia Química, em continuidade com a formação de 1º ciclo na mesma área, de forma a que os estudantes adquiram as competências técnicas necessárias para exercer em plenitude atividades profissionais nesta área, em diferentes setores, tanto na indústria como nos serviços, ou em investigação. A sólida formação ministrada na área de Engenharia Química contempla uma perspetiva multi-escala, intemporal e de melhoria contínua dos processos químicos/bioquímicos, e uma elevada consciencialização para a urgência de pegada ecológica nula e melhoria da qualidade de vida das populações. Os conceitos teóricos são complementados com experimentação e resolução de problemas concretos no largo âmbito da EQ, culminando esta aprendizagem no desenvolvimento e análise económica de um projeto de um processo químico/biológico de elevada complexidade e amplitude. Em consonância com a evolução do ensino da Engenharia Química a nível mundial, o Mestrado oferece duas áreas de especialização: a) Processo, Ambiente e Energia e b) Bioprocessos e Biomateriais.
A formação é suportada por um corpo docente bem qualificado e pelo envolvimento de docentes e estudantes em atividades de investigação, em particular com a realização da Dissertação em Engenharia Química, desenvolvida em Centros de Investigação da Universidade de Coimbra ou em ambiente industrial. O curso contribui assim para a transferência de conhecimento para as organizações empregadoras e para o desenvolvimento económico e social global através dos seus Mestres.
Os estudantes desenvolvem ainda um conjunto de competências transversais, que incluem capacidades de comunicação, análise crítica, inovação e empreendedorismo, participação cívica, trabalho em grupos multidisciplinares, e são-lhes transmitidos os valores da ética profissional (em colaboração com a OE). É intensa a sua participação no NEDEQ, com a organização de atividades culturais, desportivas, filantrópicas, debates, a gala dos "reatores de ouro" e organização de vários Encontros Nacionais de Estudantes de EQ. Colaboram ainda ativamente com a Direção do DEQ e Coordenador para a integração dos estudantes do 1º ano, na divulgação do curso, melhoria das condições do DEQ, etc.

3.3. Insertion of the study programme in the institutional educational offer strategy, in light of the mission of the institution and its educational, scientific and cultural project:
UC's strategic guidelines (http://www.uc.pt/planeamento) include a set of mission pillars (research, teaching and knowledge transfer, including innovation and business creation) and resource pillars (people, economic, financial, infrastructure and organizational). In teaching, strategic initiatives stimulate a solid preparation of students, following a culture of continuous assessment of pedagogical quality and articulation between research and teaching, making UC a

core of knowledge germination.
The objectives of the Master in Chemical Engineering are clearly consistent with UC's mission and strategy. The course program provides a consolidated scientific formation in the area of Chemical Engineering, in continuity with the formation of the 1st cycle in the same area, so that the students acquire the necessary technical competences to fully exercise professional activities in this area, in different sectors, both in industry and services, or in research. The solid training offered in the area of Chemical Engineering is based on a multi-scale, timeless and continuous improvement perspective of chemical/biochemical processes, and a high awareness of the urgency of zero ecological footprint and improvement of people's quality of life. Theoretical concepts are complemented by experimentation and solving specific problems in the broad scope of EQ, culminating this learning in the development and economic analysis of a project of a chemical/biological process of high complexity and amplitude. In line with the evolution of Chemical Engineering teaching worldwide, the Master offers two areas of specialization: a) Process, Environment and Energy and b) Bioprocesses and Biomaterials.
The training is supported by a well-qualified faculty staff and the involvement of professors and students in research activities, in particular in the Dissertation in Chemical Engineering, developed at Research Centers of University of Coimbra or carried out in industrial environment. Thus, the course contributes to the transfer of knowledge and global economic and social development.
Students also develop a set of cross-cutting skills, which include communication skills, critical analysis, innovation and entrepreneurship, civic participation, working in multidisciplinary groups, and values of professional ethics (in collaboration with the OE). His participation in NEDEQ is intense, with the organization of cultural, sportive and philanthropic activities, debates, the "golden reactors" gala and the organization of several National EQ Students' Meetings. They also actively collaborate with the DEQ's Executive Board and Coordinator for the integration of 1st year students, in the dissemination of the course, improvement of DEQ conditions, etc.

4. Desenvolvimento curricular

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

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

Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura:	Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation:
Processo, Ambiente e Energia (PAE)	Process, Environment and Energy
Bioprocessos e Biomateriais (BB)	Bioprocesses and Biomaterials

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

Mapa II - Processo, Ambiente e Energia

4.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
Processo, Ambiente e Energia

4.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):
Process, Environment and Energy

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Minímos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Engenharia Química /Chemical Engineering	EQ	78	0	0-18
Energia / Energy	ENER	12	0	---
Ambiente / Environment	AMB	12	0	---
Biossistemas / Biosystems	BIOS	0	0	0-18

(4 Items)	**102**	**0**

Mapa II - Bioprocessos e Biomateriais

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

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

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Minímos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Engenharia Química /Chemical Engineering	EQ	78	0	0-24
Biossistemas / Biosystems	BIOS	12	0	0-24
Energia / Energy	ENER	0	0	0-12
Ambiente / Environment	AMB	6	0	0-6
(4 Items)		**96**	**0**	

4.3 Plano de estudos

Mapa III - Processo, Ambiente e Energia - 1ºano/1ºsemestre/ 1st year/1st semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
Processo, Ambiente e Energia

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1ºano/1ºsemestre/ 1st year/1st semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Modelação e Supervisão de Processos / Process Modeling and Supervision	EQ	Semestral	162	Total:56; T-42; TP-14	6	
Processos de Separação Avançados / Advanced Separation Processes	EQ	Semestral	135	Total:56; T-28; TP-28	5	
Problema Integrado de Engenharia Química I/ Chemical Engineering Integrated Problem I	EQ	Semestral	27	Total:14; OT-14	1	
Energia e Biocombustíveis / Energy and Biofuels	ENER	Semestral	162	Total:56; T - 42; OT - 14	6	
Ciência e Tecnologia de Polímeros / Polymer Science and Technology	EQ	Semestral	162	Total:56; T-42; PL-14	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]
Engenharia Bioquímica / Biochemical Engineering	BIOS	Semestral	162	Total:56; T-42; PL-14	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]
Nanotecnologias / Nanotechnologies	EQ	Semestral	162	Total:56; T-42; PL-14	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]

Engenharia Química de Base Molecular / Molecular-based Chemical Engineering	EQ	Semestral	162	Total:56; T-42; TP-14	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]
Ciência e Tecnologia da Pasta / Pulp Science and Technology	EQ	Semestral	162	Total:56; T-35; TP-7; PL-14	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]
Biossensores e Sinais Biomédicos / Biosensors and Biomedical Signals	BIOS	Semestral	162	Total:56; TP-28; PL-28	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]
Engenharia de Tecidos / Tissue Engineering	BIOS	Semestral	162	Total:56; T-28; PL-28	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]
Gestão da Melhoria de Processos / Process Improvement and Management	EQ	Semestral	162	Total:56; TP-56	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]
Otimização de Processos e Operações / Optimization of Processes and Operations	EQ	Semestral	162	Total:56; TP-56	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]
Eletroquímica Aplicada e Corrosão / Applied Electrochemistry and Corrosion	EQ	Semestral	162	Total:56; T-42; TP-14	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]
Tópicos de Engenharia Química / Chemical Engineering Topics	EQ	Semestral	162	Total:56; OT-56	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]

(15 Items)

Mapa III - Processo, Ambiente e Energia - 1ºano/2ºsemestre/ 1st year/2nd semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
Processo, Ambiente e Energia

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1ºano/2ºsemestre/ 1st year/2nd semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Projeto de Produto / Product Design	EQ	Semestral	162	Total:56; TP-42; OT-14	6	
Reatores Multifásicos / Multiphase Reactors	EQ	Semestral	135	Total:56; T-35; TP-21	5	
Problema Integrado de Engenharia Química II/ Chemical Engineering Integrated Problem II	EQ	Semestral	27	Total:14; OT-14	1	
Integração e Intensificação de Processos / Process Integration and Intensification	ENER	Semestral	162	Total:56; T-42; TP-14	6	
Tecnologias de Proteção Ambiental / Environmental Protection Technologies	AMB	Semestral	162	Total:56; TP-56	6	
Biomateriais / Biomaterials	BIOS	Semestral	162	Total:56; T-28; PL-28	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Introdução à Engenharia Alimentar / Introdution to Food Engineering	EQ	Semestral	162	Total:56; TP-56	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Produtos e Processos Farmacêuticos / Pharmaceutical Products and Processing	BIOS	Semestral	162	Total:56; T-42; OT-14	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Tecnologias de Sistemas Dispersos / Dispersed Systems Technologies	EQ	Semestral	162	Total:56; T-35;TP-14; PL-7	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Ciência e Tecnologia do Papel / Paper Science and Technology	EQ	Semestral	162	Total:56; T-42;TP-14;	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Nanobiomateriais / Nanobiomaterials	BIOS	Semestral	162	Total:56; T-28; PL-28	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]

Biorrefinarias / Biorefineries	BIOS	Semestral	162	Total:56; T-28;PL-14; OT-14	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]

(12 Items)

Mapa III - Processo, Ambiente e Energia - 2ºano/1ºsemestre / 2nd year/1st semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
Processo, Ambiente e Energia

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
2ºano/1ºsemestre / 2nd year/1st semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Projeto de Processo / Process Design	EQ	Semestral	405	Total:98; T-42; TP-14; OT-42	15	(iii)-vd.Campo 4.7
Segurança de Processos Químicos / Chemical Process Safety	EQ	Semestral	81	Total:28; T-14;TP-14;	3	
Sustentabilidade e Ecologia Industrial / Sustainability and Industrial Ecology	AMB	Semestral	162	Total:56; TP-56	6	
Ciência dos Dados para a Melhoria da Qualidade / Data Driven Quality Improvement	EQ	Semestral	162	Total:56; TP-42; OT-14;	6	

(4 Items)

Mapa III - Processo, Ambiente e Energia - 2ºano/2ºsemestre / 2nd year/2nd semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
Processo, Ambiente e Energia

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
2ºano/2ºsemestre / 2nd year/2nd semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação em Engenharia Química / Dissertation in Chemical Engineering	EQ	Semestral	810	Total:21; OT-21	30	(iv)-vd.Campo 4.7

(1 Item)

Mapa III - Bioprocessos e Biomateriais - 1ºano/1ºsemestre / 1st year/1st semester

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1ºano/1ºsemestre / 1st year/1st semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Modelação e Supervisão de Processos / Process Modeling and Supervision	EQ	Semestral	162	Total:56; T-42; TP-14	6	
Processos de Separação Avançados / Advanced Separation Processes	EQ	Semestral	135	Total:56; T-28; TP-28	5	
Problema Integrado de Engenharia Química I/ Chemical Engineering Integrated Problem I	EQ	Semestral	27	Total:14; OT-14	1	
Ciência e Tecnologia de Polímeros / Polymer Science and Technology	EQ	Semestral	162	Total:56; T-42; PL-14	6	
Engenharia Bioquímica / Biochemical Engineering	BIOS	Semestral	162	Total:56; T-42; PL-14	6	
Energia e Biocombustíveis / Energy and Biofuels	ENER	Semestral	162	Total:56; T - 42; OT - 14	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Ciência dos Dados para a Melhoria da Qualidade / Data Driven Quality Improvement	EQ	Semestral	162	Total:56; TP-42; OT-14;	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Nanotecnologias / Nanotechnologies	EQ	Semestral	162	Total:56; T-42; PL-14	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Engenharia Química de Base Molecular / Molecular-based Chemical Engineering	EQ	Semestral	162	Total:56; T-42; TP-14	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Ciência e Tecnologia da Pasta / Pulp Science and Technology	EQ	Semestral	162	Total:56; T-35; TP-7; PL-14	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Biossensores e Sinais Biomédicos / Biosensors and Biomedical Signals	BIOS	Semestral	162	Total:56; TP-28; PL-28	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Engenharia de Tecidos / Tissue Engineering	BIOS	Semestral	162	Total:56; T-28; PL-28	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Gestão da Melhoria de Processos / Process Improvement and Management	EQ	Semestral	162	Total:56; TP-56	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Otimização de Processos e Operações / Optimization of Processes and Operations	EQ	Semestral	162	Total:56; TP-56	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Eletroquímica Aplicada e Corrosão / Applied Electrochemistry and Corrosion	EQ	Semestral	162	Total:56; T-42; TP-14	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Tópicos de Engenharia Química / Chemical Engineering Topics	EQ	Semestral	162	Total:56; OT-56	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]

(16 Items)

Mapa III - Bioprocessos e Biomateriais - 1ºano/2ºsemestre / 1st year/2nd semester

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1ºano/2ºsemestre / 1st year/2nd semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Projeto de Produto / Product Design	EQ	Semestral	162	Total:56; TP-42; OT-14	6	
Reatores Multifásicos / Multiphase Reactors	EQ	Semestral	135	Total:56; T-35; TP-21	5	
Problema Integrado de Engenharia Química II/ Chemical Engineering Integrated Problem II	EQ	Semestral	27	Total:14; OT-14	1	
Biomateriais / Biomaterials	BIOS	Semestral	162	Total:56; T: 28; PL: 28	6	
Integração e Intensificação de Processos / Process Integration and Intensification	ENER	Semestral	162	Total:56; T-42; TP-14	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]
Tecnologias de Proteção Ambiental / Environmental Protection Technologies	AMB	Semestral	162	Total:56; TP-56	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]
Introdução à Engenharia Alimentar / Introdution to Food Engineering	EQ	Semestral	162	Total:56; TP-56	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]
Produtos e Processos Farmacêuticos / Pharmaceutical Products and Processing	BIOS	Semestral	162	Total:56; T-42; OT-14	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]
Tecnologias de Sistemas Dispersos / Dispersed Systems Technologies	EQ	Semestral	162	Total:56; T-35;TP-14; PL-7	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]
Ciência e Tecnologia do Papel / Paper Science and Technology	EQ	Semestral	162	Total:56; T-42;TP-14;	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]
Nanobiomateriais / Nanobiomaterials	BIOS	Semestral	162	Total:56; T-28; PL-28	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]
Biorrefinarias / Biorefineries	BIOS	Semestral	162	Total:56; T-28;PL-14; OT-14	6	Opção / Elective [(i)-vd.Campo 4.7]

(12 Items)

Mapa III - Bioprocessos e Biomateriais - 2ºano/1ºsemestre / 2nd year/1st semester

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
2ºano/1ºsemestre / 2nd year/1st semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Projeto de Processo / Process Design	EQ	Semestral	405	Total:98; T-42; TP-14; OT-42	15	(iii)-vd.Campo 4.7
Segurança de Processos Químicos / Chemical Process Safety	EQ	Semestral	81	Total:28; T-14;TP-14	3	
Sustentabilidade e Ecologia Industrial / Sustainability and Industrial Ecology	AMB	Semestral	162	Total:56; TP-56	6	

Energia e Biocombustíveis / Energy and Biofuels	ENER	Semestral	162	Total:56; T - 42; OT - 14	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Ciência dos Dados para a Melhoria da Qualidade / Data Driven Quality Improvement	EQ	Semestral	162	Total:56; TP-42; OT-14;	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Nanotecnologias / Nanotechnologies	EQ	Semestral	162	Total:56; T-42; PL-14	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Engenharia Química de Base Molecular / Molecular-based Chemical Engineering	EQ	Semestral	162	Total:56; T-42; TP-14	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Ciência e Tecnologia da Pasta / Pulp Science and Technology	EQ	Semestral	162	Total:56; T-35; TP-7; PL-14	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Biossensores e Sinais Biomédicos / Biosensors and Biomedical Signals	BIOS	Semestral	162	Total:56; TP-28; PL-28	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Engenharia de Tecidos / Tissue Engineering	BIOS	Semestral	162	Total:56; T-28; PL-28	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Gestão da Melhoria de Processos / Process Improvement and Management	EQ	Semestral	162	Total:56; TP-56	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Otimização de Processos e Operações / Optimization of Processes and Operations	EQ	Semestral	162	Total:56; TP-56	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]
Eletroquímica Aplicada e Corrosão / Applied Electrochemistry and Corrosion	EQ	Semestral	162	Total:56; T-42; TP-14	6	Opção / Elective [(ii)-vd.Campo 4.7]

(13 Items)

Mapa III - Bioprocessos e Biomateriais - 2ºano/2ºsemestre / 2nd year/2nd semester

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
2ºano/2ºsemestre / 2nd year/2nd semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação em Engenharia Química / Dissertation in Chemical Engineering	EQ	Semestral	810	Total: 21; OT-21	30	(iv)-vd.Campo 4.7

(1 Item)

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Biomateriais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Biomateriais

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Biomaterials

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T: 28 ; PL: 28

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados:Ciência e Tecnologia de Polímeros

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: Polymer Science and Technology

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Jorge Fernando Jordão Coelho (T:28)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Hermínio José Cipriano de Sousa (hsousa@eq.uc.pt) - (PL:14)
Ana Clotilde da Fonseca (PL: 14)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
A disciplina proporciona uma introdução e uma avaliação crítica aos aspectos mais relevantes relacionados com o desenvolvimento de Biomateriais e dos seus usos em aplicações farmacêuticas e biomédicas. Pretende-se que os alunos adquiram os conhecimentos teóricos (básicos/específicos) que lhes permitam compreender todas as abordagens multidisciplinares (incluindo as de Engenharia) envolvidos no desenvolvimento e uso de biomateriais. Estas abordagens estão focadas nas relações mútuas estrutura-propriedade-aplicação dos biomateriais: síntese, processamento, caracterização, propriedades, aplicações, biocompatibilidade e interacções com sistemas biológicos, sistemas de entrega de substâncias bioactivas e nanotecnologias. São ainda desenvolvidas competências laboratoriais através da execução de trabalhos/projectos experimentais de laboratório e da assistência/participação em demonstrações laboratoriais. "Experts" na área serão convidados a apresentar seminários nos temas da disciplina.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
This course serves as an introduction and a critical assessment of the major issues related to Biomaterials and to their uses in pharmaceutical and biomedical applications. Students will acquire the required theoretical knowledge to understand all the multidisciplinary approaches (including Engineering) which are involved in the development and applicability of biomaterials. These approaches will be focused on the mutual structure-property-application relationships of biomaterials, namely the synthesis, processing, characterization, properties, applications, biocompatibility and interactions with biological systems, delivery of bioactive substances and nanotechnologies. Laboratory skills will be also improved by carrying out of several specific laboratorial activities and by the attendance/participation in laboratorial demonstrations. Experts in several Biomaterials areas will be invited to present special Seminars on course themes and on other related subjects.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Componente teórica: introdução aos biomateriais; tipos de biomateriais; aplicações e propriedades mais importantes; perspectiva histórica no desenvolvimento dos biomateriais e das suas aplicações; biomateriais metálicos; biomateriais cerâmicos; biomateriais poliméricos; biomateriais compósitos; biomateriais/dispositivos para aplicações em tecidos moles e em tecidos duros; hidrogéis; sistemas de libertação de substâncias bioactivas; nanobiomateriais. Componente laboratorial: envolve a supervisão tutorial de tarefas/projectos pré-determinados, versando a síntese, processamento e caracterização de biomateriais/dispositivos específicos.

4.4.5. Syllabus:
Theoretical component: introduction to biomaterials; types of biomaterials; applications and important/required

properties; historical perspective on the development and application of biomaterials; metallic biomaterials; ceramic biomaterials; polymeric biomaterials; composite biomaterials; biomaterials and biomedical devices for soft- and hard-tissue applications; hydrogels; bioactive substances delivery systems; nanobiomaterials. Laboratorial component: laboratorial classes involve the tutorial supervision of pre-determined laboratorial activities/projects, concerning the synthesis, processing and characterization of specific biomaterials and biomedical devices.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Na primeira parte da disciplina é feita uma introdução e uma avaliação crítica aos aspectos fundamentais dos biomateriais. Assim, pretende-se que os alunos adquiram os conhecimentos (básicos e específicos) que lhes permitam compreender depois todos os aspectos multi/interdisciplinares mais avançados e específicos envolvidos na disciplina, os quais serão apresentados na segunda parte da unidade curricular. Serão sempre fornecidos exemplos ilustrativos e casos práticos (de sucesso/insucesso) para que os alunos estabeleçam julgamentos críticos. A componente laboratorial será essencial: através da realização de um mini-projecto de investigação (a realizar durante todo o semestre), os alunos serão desafiados a desenvolver biomateriais/dispositivos específicos para uma aplicação farmacêutica ou biomédica. A assistência a demonstrações laboratoriais e aos seminários permitirá ainda complementar os seus conhecimentos e aperceberem-se das actividades de investigação em curso no DEQ/FCTUC

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
In the first part of the course it is performed an introduction and a critical assessment on the major issues related to biomaterials. It is expected that students acquire all the required knowledge (basic/specific) that will allow them to understand all the subsequent advanced multi/interdisciplinary subjects which will be involved in the second part of course. Illustrative examples/case studies (successful/unsuccessful) will be always provided so students may establish critical judgments. Laboratorial classes will be essential: through the execution of a mini-research project (during the entire semester), students will be challenged to develop specific biomaterials/devices for a pharmaceutical/biomedical application (at the same time as they acquire laboratorial skills). The attendance to laboratorial demonstrations and to specific seminars will also complement their knowledge and increase their perception regarding the research currently being carried out at DEQ-FCTUC.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Aulas teóricas: exposição oral das matérias usando recursos audiovisuais e acesso a Internet. Os conceitos teóricos serão acompanhados e ilustrados com exemplos, aplicações práticas e casos de estudo. Aulas laboratoriais: pré-preparação das actividades, supervisão das actividades laboratoriais pelos docentes. Os alunos estarão organizados em grupos. As demonstrações laboratoriais serão realizadas pelos docentes (e alunos de pós-graduação). Supervisão tutorial para outras tarefas/projectos que sejam propostos. Serão organizados vários seminários a serem apresentados por especialistas da área.
Avaliação dos estudantes: Exame (70%), Trabalho de Investigação (30%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
heoretical classes: oral exposition, using audiovisual support materials and internet access. Theoretical concepts will be accompanied and supported by application examples and case studies. Laboratorial classes: activities pre-preparation, teaching supervision on laboratorial tasks/procedures. Students organized in groups. Laboratorial demonstrations on some selected issues, to be performed by teachers with the help of research students. Tutorial supervision for other tasks and projects (if proposed). Special Seminars will be scheduled which will be presented by specialist guest lecturers.
Students' Assessment: Midterm : Exam (70%), Research work (30%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Todas as anteriormente referidas metodologias de ensino, bem como os conteúdos programáticos da disciplina, foram escolhidos tendo em consideração os objectivos (gerais e específicos) estabelecidos para a mesma. Assim e por exemplo, o uso frequente de recursos audiovisuais e o acesso a Internet, juntamente com outros exemplos ilustrativos e aplicações práticas/casos de estudo, ajudarão os alunos a ter uma perspectiva global das temáticas envolvidas na disciplina, em particular do seu carácter evidentemente inter- e multidisciplinar. Além disso, as aulas laboratoriais (a realização de um mini-projecto de investigação) e a assistência a demonstrações laboratoriais e a Seminários específicos leccionados por "experts" na área, irão igualmente contribuir para atingir os objectivos propostos na disciplina. Com isto, os estudantes perceberão também em que situações/contextos é que os profissionais de Engenharia Química poderão desenvolver actividades e contribuir para o avanço destas áreas

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
All the already referred teaching methodologies, as well as the course syllabus, were chosen taking in consideration the course established goals (general and specific). For example, the frequent use of audiovisual resources and of Internet access, together with other illustrative examples, practical applications and case studies, will help students to have a global perspective on all course subjects, namely on its highly inter- and multidisciplinary character. In addition, the laboratorial activities (the execution of a mini-research project) and the attendance/participation to/in other

laboratorial demonstrations and to those special Seminars to be presented by other experts in the field, will also contribute to reach the proposed course goals. Moreover, students will also understand how/where can Chemical Engineering professionals perform activities and contribute for further advances in these fields

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J. Park, R.S. Lakes, Biomaterials. An Introduction, 3rd Ed., Springer Science, NY, USA, 2007.
B.D. Ratner, A.S. Hoffman, F.J. Schoen, J.E. Lemons, (Eds.), Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine, 3rd Ed., Academic Press, Elsevier, The Netherlands, 2013.
J.B. Park, J.D. Bronzino, (Eds.), Biomaterials. Principles and applications, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2003.
M. Jenkins (Ed.), Biomedical Polymers, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2007.
C.T. Laurencin, L.S. Nair, (Eds.), Nanotechnology and Tissue Engineering, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2008.
Saltzman, W.M., Drug Delivery – Engineering Principles for Drug Therapy, Oxford University Press, 2001.
G.E. Wnek, G.L. Bowlin, Encyclopedia of Biomaterials and Biomedical engineering, 2nd Ed., Vols 1-2, Informa Healthcare, NY, USA, 2008.
Outra bibliografia poderá ser indicada/fornecida durante as aulas da disciplina/Other bibliographic materials may be provided/indicated during course classes.

Mapa IV - Biorrefinarias

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Biorrefinarias

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Biorefineries

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T:28; PL: 14 ; OT: 14

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Química Analítica, Química Orgânica, Processos de Separação

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: Analytical Chemistry, Organic Chemistry, Separation Processes

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Maria da Graça Videira Sousa Carvalho, T:16; PL:8 ; OT:8

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Mara Elga Medeiros Braga (marabraga@eq.uc.pt): T:12; PL:6 ; OT:6;

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
ara o estudante conhecer as tecnologias alternativas para a transformação da biomassa e os diferentes produtos químicos que se poderão obter, deverá:
- Identificar os diferentes tipos de biorrefinarias;
- Identificar os principais componentes da biomassa e reconhecer a sua importância como recurso renovável e fonte

sustentável de produtos químicos, materiais, combustíveis e energia, em alternativa aos recursos fósseis;
- Reconhecer as etapas determinantes para as principais vias de conversão da biomassa por processos químicos, termoquímicos ou biotecnológicos;
- Conhecer a(s) técnica(s) de pré-tratamento e os diferentes processos de fracionamento, considerando as suas vantagens e desvantagens.
- Compreender o conceito de Química Verde e Sustentabilidade e identificar processos alternativos para o desenvolvimento de produtos e processos mais sustentáveis

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
To provide the student with knowledge of alternative technologies for the transformation of biomass and the different chemicals that can be obtained. The student should:
- Identify the different types of biorefineries;
- Identify the main components of biomass and recognize its importance as a renewable resource and sustainable source of chemicals, materials, fuels and energy as an alternative to fossil resources;
- Recognize the determining steps for the main pathways of biomass conversion by chemical, thermochemical or biotechnological processes;
- Know the pre-treatment technique(s) and the different fractionation processes, considering their advantages and disadvantages.
- Understand the concept of Green Chemistry and Sustainability and identify alternative processes for the development of more sustainable products and processes.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
1) Princípios e evolução do conceito de biorrefinaria (tipos de biorrefinarias); Bioeconomia e Economia circular; biomassa como fonte sustentável de energia e de produtos químicos;
2) Morfologia e composição química da biomassa vegetal (polissacarídeos, lenhina, suberina e compostos extractáveis); outras fontes de biomassa;
3) Conversão de biomassa: processos físicos, físico-químicos, químicos, termoquímicos e biológicos;
4) Técnicas de tratamento e fracionamento em função do tipo de biomassa e produto final;
5) Operações unitárias modernas e fluxogramas de processos inovadores;
6) A biorrefinaria de matérias primas lenhocelulósicas; exemplos de processos integrados;
7) Química verde e desenvolvimento sustentável;
8) Factores que afectam a eficiência dos processos de fracionamento da biomassa.

4.4.5. Syllabus:
1) Principles and evolution of the biorefinery concept (biorefinery types); Bioeconomy; Circular economy; Biomass as a sustainable source of energy and chemicals;
2) Morphology and chemical composition of plant biomass (polysaccharides, lignin, suberin and extractives); other sources of biomass;
3) Biomass conversion: physical, physicochemical, chemical, thermochemical and biological processes;
4) Treatment and fractionation techniques according to the type of biomass and the final product;
5) Modern unit operations and innovative process flowsheets;
6) Biorefinery of lignocellulosic raw materials; examples of integrated processes;
7) Green chemistry and sustainable development;
8) Factors affecting the efficiency of biomass fractionation processes.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O programa encontra-se organizado de modo que os alunos adquiram através de aulas expositivas, os conceitos fundamentais para o desenvolvimento de uma visão interdisciplinar relacionados com a biorrefinaria.
Dada a extensão da temática, é oferecido de forma ampla conhecimentos sobre a morfologia e composição da biomassa, assim como os diferentes tipos de pré-tratamento, fracionamento, e sobre os diferentes tipos de processos (físicos, físico-químicos, químicos, termoquímicos e biológicos), abrangendo diversos tipos de biomassa. A complexidade associada aos materiais lenhocelulósicos, bem como as tecnologias inovadoras de separação e a integração de processos são realçados.
As aulas teóricas ressaltam a importância da química verde e do desenvolvimento sustentável.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The program is organized in such way that students acquire through lectures the fundamental concepts for the development of an interdisciplinary vision related to biorefinery.
Given the extent of the subject, it is widely offered knowledge about the morphology and composition of biomass, as well as different types of pre-treatments, fractionation, and types of processes (physical, physic-chemical, chemical, thermochemical and biological), covering different types of biomass.
The complexity associated with lignocellulosic materials as well as innovative separation technologies and process integration are enhanced. The theoretical classes highlight the importance of green chemistry and the sustainable development.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas (T) de 2h/semana, suportadas por material de apoio, é usada uma metodologia expositiva com a apresentação de exemplos práticos, sempre que possível. Nas 7 aulas PL com a duração de 2h são realizados trabalhos práticos ou de demonstração que dão origem a um pequeno relatório a ser elaborado pelos estudantes (20%). No início do semestre são distribuídos trabalhos em grupo de 2 alunos (80%). A orientação dos estudantes e apresentação oral do trabalho de síntese é feita nas aulas OT.

Avaliação dos estudantes: Frequência (50%), Trabalho de Síntese (80%) e Trabalho Laboratorial ou de campo (20%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In the theoretical classes (T) of 2 h/week, support materials are provided, and an expository methodology is used with the presentation of practical examples, whenever possible. In the 7 PL classes with a duration of 2h, practical or demonstration works are carried out giving rise to a small report to be prepared by the students (20%). At the beginning of the semester, group assignments (2 students each group) are distributed (80%). Student orientation and oral presentation of the synthesis work is done in OT classes.

Students' Assessment: Midterm exam (50%), Synthesis Work (80%) and Fieldwork or laboratory work (20%)

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

Nas aulas teóricas são apresentados os conceitos teóricos e exemplificação das fontes de biomassa, processos tecnológicos e produtos, bem como a apresentação de casos práticos de biorrefinarias e de integração de processos. Recorre-se ao método tradicional de exposição oral, usando diapositivos e vídeos. Quando possível, é convidado um especialista no tema. Os estudantes serão motivados para aplicar as competências adquiridas através de atividades práticas nas aulas PL e a análise de estudos de caso nas aulas T. Os trabalhos de laboratório facilitam a aplicação dos conceitos apresentados nas aulas teóricas. O trabalho de síntese permite que o estudante adquira competências para compreender e integrar o conhecimento, que poderão ser aferidas na discussão após a exposição oral.

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

The theoretical concepts are presented in the T classes, as well as the exemplification of biomass sources, technological processes and products. The presentation of case studies of biorefineries and process integration are also enhanced. The traditional method of oral presentation using slides and videos prevails. When possible, an expert of a subject is invited. The laboratory work facilitates the application of the concepts presented in the theoretical classes. The synthesis work allows the student to acquire skills to understand and integrate the knowledge, which can be assessed in the discussion after the oral exposition.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J. Sadhukhan, K. Ng, E. Hernandez, Biorefineries and Chemical Processes: Design, Integration and Sustainability Analysis, Wiley, 2014

- M. Aresta, A. Dibenedetto, F. Dumeignil, Biorefinery: from biomass to chemicals and fuels, De Gruyter, 2012

- S.Yang, H.El-Ensashy, N.Thongchul (Eds) Bioprocessing Technologies in Biorefinery for Sustainable Production of Fuels, Chemicals, and Polymers. Wiley, 2013

- P. Stuart, M.El Halwagi, Integrated Biorefineries: Design, Analysis and optimization, CRC Press, 2012

- B. Kamm, P. Gruber, M. Kamm (Eds) Biorefineries - Industrial Processes and Products, 2Vols. Wiley, 2010

- Z.Fang (Ed) Pretreatment Techniques for Biofuels and Biorefineries, Springer, 2013

- S. Mussatto (ed.) Biomass Fractionation Technologies for a Lignocellulosic Feedstock Based Biorefinery. Elsevier, 2016

- Capítulos de livros/artigos de revisão sobre os temas propostas para o trabalho de síntese / - Book chapters or survey papers on the topics proposed for the synthesis work

Mapa IV - Biossensores e Sinais Biomédicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biossensores e Sinais Biomédicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biosensors and Biomedical Signals

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

BIOS

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
TP: 28; PL: 28

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de Física I e II, Química Analítica, Química Orgânica, Bioquímica, Electromagnetismo, Análise e Processamento de Sinais e Programação (Matlab) ao nível do 1º ciclo de estudos.

4.4.1.7. Observations:
Knowledge of Physics I and II, Analytical Chemistry, Organic Chemistry, Biochemistry, Electromagnetism, Analysis and Processing of Signals, Programming (Matlab) at the level of 1st cycle of studies.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Arménio Coimbra Serra (TP: 2; PL: 8);

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Jorge Fernando Jordão Coelho (jcoelho@eq.uc.pt) - (TP: 5; PL: 6)
Maria Goreti Ferreira Sales (TP: 7)
António Miguel Lino Santos Morgado (TP: 14; PL: 14) - coordenação alternada

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
- Desenvolvimento de dispositivos biossensores para identificação de compostos específicos em áreas tão importantes como a saúde, ambiente, indústria alimentar e outras afins.
- Conhecimento das características dos principais transdutores fisiológicos e ambientais e suas aplicações
- Conhecimento dos métodos de detecção, medição e registo de sinais biomédicos.
- Conhecimento de métodos para análise de sinais biomédicos.
- Familiarização com as principais áreas de aplicação biomédica.

- Aquisição de sinais biomédicos usando um sistema de aquisição de dados.
- Parametrização da aquisição: frequência de amostragem em função da largura de banda.
- Projecto de filtros digitais nos domínios do tempo e da frequência.
- Conhecimentos de métodos de detecção de eventos
- Caracterização de sinais e sistemas no domínio da frequências.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Development of biosensor devices for identification of specific compounds in important areas as health, environment, food industry and others.
To know the features of the main physiological and environmental transducers and their applications
To know the methods for detection, measurement and recording of biomedical signals.
To know the methods for biomedical signal analysis.
To know the main application areas in biomedicine.

- Biomedical signals acquisition using a data acquisition system.
- Acquisition setup: sampling frequency as function of signal bandwidth.
- Design digital filters both in time- and frequency-domain.
- To know event detection methods.
- Frequency domain characterization of signals and systems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Introdução ao conceito de biossensor.
Desempenho analítico (seletividade, sensibilidade, reprodutibilidade, limite de deteção e tempo de resposta).
Elementos de bioreconhecimento: tipos; imobilização.
Materiais e superfícies para integração.
Transdução de sinal.
Aplicações (inlcui wearables, implantes e microagulhas).

Transdutores. Factores de desempenho. Monitorização in vitro e in vivo. Lab-on-a-chip
Estabilidade dos biossensores. A evolução do biossensor da glucose. Biossensores de última geração. Perspectivas futuras
Sinais biomédicos: natureza e características.
Princípios físicos de sensores directos. Parâmetros estáticos e dinâmicos de instrumentação.
Análise de processos concorrentes, acoplados e correlacionados.
Interferência e ruído. Filtragem. Amostragem. Erros de quantização e de "aliasing".
Filtragem óptima. O filtro de Wiener. Filtragem adaptativa.
Detecçao de eventos e análise de forma de onda.
Caracterização de sinais e sistemas no domínio da frequência.

4.4.5. Syllabus:
Introduction to biosensors.
Analytical performance (selectivity, sensitivity, reproducibility; limit of detection and response time).
Biorecognition element: kind; immobilization.
Materials and surfaces for integration.
Signal transduction (electrochemical optical, piezoelectric, calorimetric and field-effect transistor).
Applications (includes wearables, implants and microneedles).
Transducers. Performance factors. In vitro and in vivo monitoring. Lab-on-a-chip
Biosensors stability. The evolution of the glucose biosensor. Last generation biosensors. Future prospects.
Biomedical signals. Nature and features.
Physical principles of direct sensors. Static and dynamic parameters of instrumentation.
Analysis of concurrent, coupled and correlated processes.
Interference and noise. Filtering. Sampling. Quantization and aliasing errors.
Optimal Filtering: The Wiener filter. Adaptive filtering.
Event detection and waveform analysis
Frequency domain characterization of signals and systems

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Esta UC está dividida em duas partes. Na primeira, leccionada por docentes da área da Engenharia Química são transmitidos os conceitos, métodos e técnicas necessários para conhecer as características e desempenho dos principais transdutores fisiológicos e ambientais. Começa-se nos conceitos e propriedades básicas dos biossensores, abordam-se e aplicam-se em laboratórios as técnicas utilizadas no desenvolvimento de biossensores e chega-se aos desenvolvimentos mais recentes e à discussão da evolução futura da tecnologia. A segunda parte é leccionada por um docente da área da Electrónica e Instrumentação e são ensinados os métodos de detecção, medição, registo e análise de sinais biomédicos. Esta abordagem complementar entre sensor e sinal permite atingir o objectivo de formar engenheiros capazes de desenvolvimento de dispositivos biossensores para identificação de compostos e processos na área da biomedicina.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
This course is divided into two parts. The first, lectured by professors of Chemical Engineering, addresses the concepts, methods and techniques required to know the characteristics and performance of the main physiological and environmental transducers. It begins with the concepts and basic properties of biosensors, goes to the techniques used in the development of biosensors and their application in the laboratory, and ends with latest developments and the discussion of future technological evolution s. The second part is taught by a faculty member from the area of electronics and instrumentation and deals with the methods for detection, measurement, recording and analysis of biomedical signals. This complementary approach between sensor and signal makes possible to achieve the goal of training engineers capable of developing biosensor devices for identification of compounds and processes in the area of biomedicine.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Aulas teórico-práticas
Seminários de assistência obrigatória
Trabalhos de laboratório e mini projectos de carácter experimental relacionados com os tópicos leccionados.
Avaliação dos estudantes: Exame (50%), Frequência (50%), Relatório de seminário ou visita de estudo (15%), Trabalho de síntese (15%) e Trabalho Laboratorial ou de campo (20%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
Theoretical/Practical classes.
Seminars (mandatory).
Laboratory work and small experimental projects related to the lectured subjects.
Students' Assessment: Exam (50%), Midterm exam (50%), Seminar or study visit report(15%), Synthesis Work (15%) and Fieldwork or laboratory work (20%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Tratando-se de uma UC de especialização, o ensino é baseado em aulas teórico-práticas que permitem que a apresentação e desenvolvimento dos tópicos do programa decorram em paralelo com a apresentação de exemplos e a realização de exercícios. Tal consolida a aprendizagem dos conceitos fundamentais e realçar a componente de aplicação dos conhecimentos adquiridos e de desenvolvimento de engenharia. Estas aulas permitem ainda incentivar uma atitude participativa na aplicação prática dos conhecimentos teóricos, estimulando a discussão em grupo. Esta metodologia tem por objectivo desenvolver as competências para a resolução de problemas, e para o trabalho e a discussão em grupo, essenciais para a integração numa equipa de desenvolvimento. As aulas téorico-práticas são complementadas por aulas laboratoriais onde os alunos exploram a aplicação prática dos conhecimentos e por seminários, de presença obrigatória, que reforçam o contacto dos alunos com tecnologias e aplicações emergentes.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Being a specialization course, it is based on theoretical-practical lessons that allow carrying out the presentation and development of the syllabus topics in parallel with the presentation of examples and exercises. This consolidates fundamental concepts learning and enhances the component of knowledge application and engineering development. These lessons also encourage a participatory approach in practical application of theoretical knowledge, encouraging group discussion. This methodology aims to stimulate problem solving and team work and discussion skills, which are essential for integration in research and development teams. Theoretical-practical lessons are complemented by laboratory classes where students explore the practical application of knowledge and by seminars, of mandatory attendance, which strengthen the students contact with emerging technologies and applications.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Introduction to Biosensors, From Electric Circuits to Immunosensors, Second Edition, Ed. Jeong-Yeol Yoon, Springer, 2016.
Biosensors and Bioelectronics, Ed. Chandran Karunakaran, Kalpana Bhargava, Robson Benjamin, Elsevier, 2015.
Biosensors, a practical approach, Ed. Jonathan Cooper and Anthony Cass, Oxford University Press, 2004.
Biosensors and biodetection, Methods and Protocols, Ed. Ben Prickril and Avraham Rasooly, Humana Press, 2017.
Biosensors, E.Hall
Biomedical signal analysis : a case study approach. Rangaraj M. Rangayyan. IEEE Press, Wiley Interscience, 2nd edition: 2009.
Medical Instrumentation: Application and Design, 4rd Edition, John G. Webster (Editor).
John Wiley and Sons Ltd, 2009.
Artigos científicos recentes relacionados com os temas leccionados/ Recent scientific papers related to the lectured topics.

Mapa IV - Ciência dos Dados para a Melhoria da Qualidade

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Ciência dos Dados para a Melhoria da Qualidade

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Data Driven Quality Improvement

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
TP:42; OT:14

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados:Tratamento de dados, Introdução à Estatística Industrial

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites:Data Processing, Introductory Industrial Statistics

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Marco Paulo Seabra dos Reis (TP: 33, OT: 11)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
João Augusto Lagoa D'Orey (jorey@eq.uc.pt) (TP: 9, OT: 3)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Os objetivos fundamentais de aprendizagem para a unidade curricular desdobram-se em objetivos ao nível da aquisição de conhecimentos técnicos (hard skills) e do desenvolvimento de competências (soft skills). No que respeita à aquisição de conhecimentos técnicos, pretende-se que os alunos: compreendam os pilares funcionais de um sistema da qualidade e a importância que a análise de dados assume em cada um deles; compreendam a diferença entre dados observacionais e dados recolhidos de forma ativa, e as respetivas consequências; reconheçam a importância da análise exploratória de dados e saber como a conduzir recorrendo especialmente a ferramentas gráficas; adquiram know-how nas metodologias de análise de estabilidade, diagnóstico de situações anómalas, previsão e QbD lecionadas. No que respeita ao desenvolvimento de competências, pretende-se que os alunos sejam capazes de: analisar de forma sistemática problemas complexos, trabalhar em equipa e comunicar efetivamente resultados.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The fundamental learning objectives for the course are broken down into objectives for the acquisition of hard skills and soft skills. Regarding hard skills, students are expected to: understand the functional pillars of a quality system and the importance of data analysis in each one of them; understand the fundamental differences between observational data and actively collected data, and their consequences; recognize the importance of exploratory data analysis especially regarding the use of graphical tools; acquire know-how in the methodologies for statbility assessment, diagnosis, prediction and Quality by Design addressed during the course. With regard soft skills, students are expected to be able to: systematically analyze complex problems, work in teams and communicate effectively results.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Introdução aos Sistemas da Qualidade
a. Princípios da Qualidade
b. Componentes de um sistema de gestão da qualidade
c. Metodologias sistemáticas para a melhoria de processos

II. Visualização & reporting
a. Gráficos
b. KPIs e scoreboards
c. Visualização multidimensional
d. Clustering
e. Aspectos comunicacionais. Densidade cognitiva.

III. Análise da estabilidade
a. Teoria da variabilidade de Shewhart
b. EWMA, CUSUM, SPM multivariado

IV. Diagnóstico e prognóstico
a. Metodologias de diagnóstico
b. Contribution plots e métodos causais
c. Métodos preditivos
i. Previsão
ii. Classificação

V. Quality by Design
a. Análise de risco
b. DOE

4.4.5. Syllabus:
Introduction to Quality Systems

a. Quality Principles
b. Components of a Quality Management system
c. Systematic approaches for process improvement

II. Visualization & reporting
a. Graphics
b. KPIs e scoreboards
c. Multidimensional visualization
d. Clustering
e. Principles of effective communication

III. Stability Assessment
a. Shewhart's variability theory
b. EWMA, CUSUM, multivariate SPC

IV. Diagnostics and Prognostics
a. Methodologies for conducting diagnosticd
b. Contribution plots e causal methods
c. Predictive analytics
i. Regression
ii. Classification

V. Quality by Design
a. Risk analysis
b. Fractional factorial and optimal design of experiments

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos programáticos, em conjunto com a metodologia de ensino implementada e os trabalhos de grupo propostos aos alunos ocupam um papel destacado na operacionalização da unidade curricular. Estes devem ser consistentes entre si, reforçando-se mutuamente no seu contributo para atingir os objetivos de aprendizagem e assegurar o alinhamento com os princípios estruturantes e a visão estratégica definidos para a unidade curricular. Neste sentido, os conteúdos programáticos abordam quer as tópicos "macro" da qualidade, da natureza dos dados industriais e das tipologias de problemas, aos tópicos "micro" relacionados com as técnicas e metodologias. Tal permite adquirir um conhecimento enquadrado da origem das metodologias e da forma como são aplicadas e os respetivos resultados comunicados, e assim atingir os objetivos colocados ao nível das hard skills e soft skills.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The syllabus, together with the teaching methodology and group assignments proposed to the students, play a prominent role in the operationalization of the discipline. These should be consistent, reinforcing each other in their contribution for achieving the learning objectives and ensuring full alignment with the structuring principles and strategic vision defined for the discipline. In this sense, the syllabus addresses in a balanced way both the "macro-level" topics of quality, the nature of the industrial data and the typologies of problems, as well as the "micro-levels" topics related to the specific techniques and methodologies. This allows the students to acquire contextualized knowledge about the origin of the methodologies and the way they are applied and the respective results communicated, and thus to reach the goals regarding the hard skills and soft skills.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A metodologia de ensino é baseada numa combinação de aulas convencionais onde os temas são motivados e introduzidos, com apoio a diapositivos, software e ilustrações (aulas teóricas) e aulas demonstrativas dos conceitos e da sua implementação computacional (aulas práticas). No decurso das aulas e fora delas, os alunos consolidam os conhecimentos com projetos realizados em grupo onde as ferramentas são aplicadas autonomamente sob supervisão do docente.
Avaliação dos estudantes: Exame (50%), Projecto (40%), Resolução de problemas (10%) e Trabalho de Síntese (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
The teaching methods are based on a combination of conventional classes where the topics are motivated and introduced, with the support of slides, software and illustrations (theoretical classes) and classes demonstrating concepts and their computational implementation (practical classes). In the course of the classes' period, the students consolidate the learning outcomes with projects carried out in groups where the methods and tools are applied autonomously under the supervision of the teacher.
Students' Assessment: Exam (50%), Project (40%), Problem resolving report (10%) and Synthesis Work (50%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino e o sistema de avaliação proposto para esta unidade curricular estão alinhados com os seus

princípios estruturantes, procurando avaliar a extensão com que os discentes atingiram os objetivos de aprendizagem traçados. Uma vez que as competências a adquirir envolvem quer uma componente de esforço individual na apreensão de conteúdos e sua aplicação autónoma, quer uma componente de grupo na análise de problemas reais e respetivo planeamento, execução e relato final, ambas as dimensões aparecem claramente refletidas na fórmula de avaliação. Esta compreende uma componente decorrente dos trabalhos de grupo com um peso de ~50% e uma componente relativa à avaliação no exame final, com um peso de ~50%. A fórmula potencia assim o empenho continuado, quer ao nível individual quer das equipas de trabalho e criação de hábitos de responsabilidade e autonomia.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodology and the evaluation system proposed for this discipline are aligned with its structuring principles, promoting the extent to which students can reach the learning objectives. Since the skills to be acquired involve an individual effort for learning the contents and apply them autonomously, as well as a group effort in the analysis of real problems and their planning, execution and final reporting, both dimensions are clearly reflected in the evaluation formula. This comprises a component resulting from the group work with a weight of ~ 50% and a component relative to the evaluation in the final exam, weighing ~ 50%. The formula thus strengthens the continued commitment, both at the individual level and at the team level, as well as the adoption of habits of responsibility and autonomy.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Eriksson, L., Johansson, E., Kettaneh-Wold, N., & Wold, S. Multi- and Megavariate Data Analysis – Principles and Applications. Umeå (Sweden): Umetrics AB., 2001

Jolliffe, I. T. Principal Component Analysis (2nd ed.). New York: Springer, 2002

Han, J., & Kamber, M. Data Mining - Concepts and Techniques: Morgan Kaufmann, 2012.

Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. The Elements of Statistical Learning. 2nd edition, NY: Springer, 2016.

Van der Heijden, F., Duin, R. P. W., De Ridder, D., & Tax, D. M. J. Classification, Parameter Estimation and State Estimation. Chichester: Wiley, 2004.

Draper, N. R., & Smith, H. Applied Regression Analysis (3rd ed.). NY: Wiley, 1998

Kourti, T. (2005). Application of latent variable methods to process control and multivariate statistical process control in industry. International Journal of Adaptive Control and Signal Processing, 19, 213-246.

Mapa IV - Ciência e Tecnologia da Pasta

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Ciência e Tecnologia da Pasta

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Pulp Science and Technology

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T - 35; TP - 7; PL - 14

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:

Conhecimentos de base recomendados: 1º ciclo na área de Engenharia Química ou Química Orgânica, Química Analítica, Balanços Mássicos e Energéticos, Dinâmica de Fluidos, Transferência de calor, Transferência da Massa, Introdução aos Materiais e Caracterização, Processos de Separação, Operações Sólido-Líquido

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites:1st cycle on Chemical Enginnering or Organic Chemistry, Analytical Chemistry, Mass and Energy Balances, Fluid Dynamics, Heat Transfer, Mass Transfer, Introduction to Materials and Characterization, Separation Processes, Solid-Liquid Operations

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Maria da Graça Videira Sousa Carvalho: T-15; TP-5; PL-6

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Paulo Jorge Tavares Ferreira: T-4; TP-2; PL- 4; José Manuel Namorado Nordeste: T-16; PL- 4

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Conhecer a importância da Indústria da Pasta e a sua relevância para a economia nacional; dominar os conceitos fundamentais relativos à composição e estrutura da madeira e fibras e a sua influência nas propriedades do papel; conhecer os principais processos de produção de pasta e entender as interligações fundamentais do ciclo produtivo e influência na sua sustentabilidade; conhecer as propriedades mais relevantes das pastas, os métodos usados na sua análise/quantificação e sua influência nas características dos papeis. Desenvolver as competências: domínio do conhecimento teórico, capacidade de adquirir conhecimento autonomamente, de integrar conhecimentos, entender a linguagem de outros especialistas, se adaptar a novas situações, comunicar conclusões, aplicar o conhecimento teórico nos trabalhos laboratoriais e na visita a uma fábrica do sector; pensamento independente e crítico; capacidade de síntese; preocupações de qualidade; preocupação com o desenvolvimento sustentável.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
To know the importance of Pulp Industry and its relevance to the national economy; to understand the fundamental concepts related with the composition and structure of wood and fibers and their influence on the paper properties; to know the main processes for pulp production and to understand the fundamental relationships between the production cycle and its influence on sustainability; to know the most relevant pulp properties, the methods used in its analysis / quantification and its influence on the final paper characteristics. To develop the following skills: domain of theoretical knowledge, ability to acquire knowledge independently, to integrate knowledge, to understand the language of other experts, to adapt to new situations, to communicate conclusions, to apply theoretical knowledge in lab practices and in a mill visit, independent and critical thinking, synthesis capacity, quality concerns, concern for sustainable development.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Panorama Mundial e Nacional das Indústrias da Pasta e do Papel; Florestas, Plantações e Bio-diversidade; Composição, Estrutura e Propriedades da Madeira e das Fibras; Processos de Produção de Pasta; Terminologia, conceitos específicos e sua aplicação; Manuseamento e Preparação de Madeiras; Produção de Pasta Crua; Química do cozimento Kraft; Produção de Pasta Branqueada; Química do Branqueamento; Processos de Recuperação de Químicos e Energia; Evaporação do licor; Caldeira de Recuperação; Caustificação e Forno de Cal; Sustentabilidade da Indústria da Pasta; Gestão Ambiental e de Resíduos; Cálculos e balanços relativos aos processos e equipamentos principais; Trabalhos laboratoriais sobre Branqueamento e Caracterização do Licor Branco (AA, AE, IS) e de Pastas (IK e Viscosidade); Visitas à linha de Pasta e à Recuperação e Energia de uma unidade industrial; Visita ao RAIZ.

4.4.5. Syllabus:
World and National Panorama of the Pulp and Paper Industries; Forestry, Plantations and Bio-diversity; composition, structure and properties of wood and fibers; Pulping processes; Terminology, fundamental concepts and their applications; Wood handling and preparation; Production of unbleached pulp, Kraft Cooking Chemistry; Production of bleached pulp; Bleaching Chemistry; Recovery process of chemicals and Energy production; Liquor evaporation; Recovery Boiler; Causticizing and Lime Kiln; Sustainability in the Pulp industry; Environmental and Residues Management; Calculations and balances for the main processes and equipment; Laboratory works on Bleaching and Characterizations of white liquor (AA, EA, S) and of pulps (Kappa number and viscosity); Visits to the Pulp line and to the Recovery and Energy sector of a mill; Visit to RAIZ.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O programa está concebido para se entender todo o processo de produção da pasta, visando também as suas aplicações, através da avaliação do seu potencial papeleiro, e dar ferramentas básicas para o estudo da disciplina Ciência e Tecnologia do Papel. Estão incluídos os aspectos relacionados com a Sustentabilidade da Indústria de Pasta

através da análise pormenorizada do ciclo de recuperação de reagentes e produção de energia térmica e eléctrica, não esquecendo a Gestão Ambiental e de Resíduos produzidos. A ligação com o meio industrial é garantida através de i) aulas ministradas por convidados provenientes de fábricas do sector, ii) uma visita a uma instalação fabril, e iii) uma aula de demonstração laboratorial ministrada no RAIZ – Instituto de Investigação da Floresta e do Papel. Ao completar a unidade curricular o aluno ter-se-á familiarizado com a interacção entre as diversas áreas de Engenharia Química, numa perspectiva integradora, usando o caso concreto de uma unidade industrial

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

The syllabus is designed to understand the whole process of pulp production. Pulp applications are also addressed by evaluating pulp papermaking potential, providing the basic tools for the study of the course Paper Science and Technology. Topics of Sustainability of the Pulp Industry are included through detailed analysis of the recovery cycle of reagents and production of thermal and electric energy, not forgetting the Environmental and Residues Management. The link with the industrial environment is ensured through i) classes taught by invited teachers and experts coming from the pulp mills, ii) a visits to a mill, and iii) a laboratory demonstration class taught at RAIZ - Research Institute of Forest and Paper. After completing the course the student will get acquainted with the interaction between the various areas of Chemical Engineering, in an integrated perspective, using the case of an industrial unit.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas são apresentados conceitos teóricos e situações reais transmitidas por professores e peritos da indústria. O veículo principal de exposição será a apresentação em ppt e discussão oral, prevendo-se também o recurso a filmes. São enunciados casos práticos que são discutidos e resolvidos na aula pelo aluno. São também propostos para resolução autónoma alguns casos que são posteriormente discutidos nas horas de contacto. Serão realizadas duas visitas de estudo: fábrica da Navigator/Soporcel e Raiz.
Avaliação dos estudantes: Exame (50%) Frequência (40%), Trabalho Laboratorial ou de campo (10%). A avaliação do aluno engloba 2 frequências, podendo a segunda ser realizada na época normal de exames, e o tratamento e discussão dos resultados de dois trabalhos executados em laboratório com um peso de 10% na classificação final. Parte das questões apresentadas na 2ª frequência ou no exame de recurso abordam aspectos das visitas de estudo (fábrica e RAIZ)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

in the theoretical classes theoretical concepts and real situations are presented by the professors and invited experts from industry. Oral presentation and discussion, supported by slides and videos, will be the main vehicles of communication. Case studies are discussed and solved by the student in class. Some case studies are also proposed to solve autonomously which are later discussed in class. Two visits are anticipated: The Navigator/Soporcel mill and RAIZ.
Students' Assessment: Exam (50%), Midterm exam (40%), Fieldwork or laboratory work (10%). The assessment of the student includes two tests (the second one can be during the normal perido of exams), and the treatment and the results discussion of two works performed in the laboratory with a weight of 10% in the final classification. The 2nd test and the final exam includes some questions related to the visits to the mill and to RAIZ

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

As aulas teóricas permitem expor, discutir e exemplificar os conceitos e técnicas para conhecer o processo de produção de pasta para papel. O uso de vídeos permite a aprendizagem mais eficaz de alguns procedimentos industriais e do modo de funcionamento de diversos equipamentos.
As aulas laboratoriais permitem compreender melhor, consolidar e aprofundar alguns dos conceitos apresentados nas aulas teóricas de mais difícil compreensão. As visitas de estudo permitem o contacto directo com a realidade industrial no que respeita à dimensão dos equipamentos, à complexidade, operação e controlo dos diferentes equipamentos e sistema de condutas, fazer uso e relacionar os conhecimentos adquiridos nas aulas e reforçar comportamentos e atitudes.
Os enunciados dos problemas propostos, bem como os acetatos apresentados em power-point e outros materiais fornecidos pelos docentes, são disponibilizados aos alunos como material de apoio na plataforma informática em uso.

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

In the theoretical sessions the fundamentals concepts and techniques are presented, discussed and illustrated to know the process production of cellulosic pulp. The use of video provides a faster and more effective learning of some industrial processes and equipment operation.
The laboratory classes allow better understanding, consolidation and strengthening of some of the concepts more difficult to understand.
The visits to Soporcel pulp mill and to Research Institute of Forest and Paper allow a direct contact with the industrial environment where the students can evaluate the dimension, complexity, operation and control of the different equipment and pipelines, to make use and to relate the knowledge acquired in the class and to reinforce behaviors and attitudes.
The proposed set of problems, as well as professor handouts and other materials are provided to the students as supporting material in the informatics' platform in use.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Handbook For Pulp and Paper Technologists (The SMOOK Book), 4th. Ed., TAPPI PRESS 2016
-Tran, H. (ed) Kraft Recovery Boilers, 3rd Ed., TAPPI Press, 2020
- Ek, M.; Gellerstedt, G.; Henriksson, G. (eds) Pulp and Paper Chemistry and Technology. Walter de Gruyter, Berlin, 2009. 4 vols.
- Gullichsen, J., Paulapuro; H. (eds) Papermaking Science and Technology Series, Finnish Paper Engineers' Assoc. & TAPPI, Fapet Oy, Finland, 2000. vols. 6, 17, 19.
- Dence, C.W.; Reeve, D.W. (eds) Pulp Bleaching: Principles and Practice. Tappi Press, Atlanta, 1996.
- Sjostrom, E. Wood Chemistry. 2nd ed. Academic Press, N.Y. 2013.
- Carvalho, M. G. Efeitos de Variáveis de Cozimento nas Características Químicas de Pastas kraft de E. globulus. Universidade de Coimbra, 1999. Tese de Doutoramento.
- Ferreira, P. Estudos de Pasta Kraft de E. globulus – Características Estruturais e Aptidão Papeleira. Universidade de Coimbra, 2000. Tese de Doutoramento.
- Bajpai, P., Pulp and Paper Industry, Elsevier, 2016

Mapa IV - Ciência e Tecnologia de Polímeros

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Ciência e Tecnologia de Polímeros

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Polymer Science & Technology

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T: 42; PL: 14

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Química Geral & Química Orgânica

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: General Chemistry & Organic Chemistry

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Jorge Fernando Jordão Coelho (T. 27; PL: 9)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Arménio Coimbra Serra (aserra@eq.uc.pt) - (T: 15; PL: 5)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta disciplina pretende fornecer aos alunos uma introdução a materiais poliméricos abordando as vertentes mais importantes que se centram nos métodos de síntese, caracterização e aplicação. Será efectuada uma ligação estreita entre a matéria leccionada e vários projectos de investigação a decorrer nesta área no DEQ. Os objectivos principais desta disciplina são: aquisição de conhecimentos/competências básicas e específicas nas áreas de síntese de

materiais poliméricos, segundo estratégias de polimerização convencionais e avançadas; aquisição e desenvolvimento de conhecimentos/competências básicas e específicas em diversas técnicas de caracterização de materiais poliméricos ao nível estrutural, térmico e mecânico; aquisição e desenvolvimento de competências básicas e específicas no estabelecimento de relações lógicas entre as diferentes estruturas dos polímeros e as suas propriedades. Casos de estudo sobre desenvolvimento de novos polímeros para aplicações industriais.

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

This curricular unit was elaborated in order to provide an introduction to polymeric materials addressing the most important topics related to synthesis, characterization and application. Special attention will be paid to connect the theoretical topics to several on-going research projects at DEQ. The main objectives of this curricular unit are: acquisition and development of knowledge/basic competencies and specific on polymer synthesis using conventional and advanced polymerization techniques: acquisition and development of knowledge/basic competencies and specific on polymer characterization (structural, thermal and mechanical); acquisition and development of knowledge/basic competencies and specific to establish logic relationships between different polymer structures and their properties; Acquisition and development of knowledge/basic competencies in different case-studies related to the development of new polymers for specific industrial applications

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução ao funcionamento da disciplina: objectivos; descrição da disciplina; metodologia de ensino e calendário; métodos e critérios de avaliação; definição de tarefas. Referências bibliográficas.
Introdução, Definições e Classificação de Polímeros. Síntese de materiais poliméricos; mecanismos de polimerização. Métodos de síntese avançada de polímeros (RDRP e "Click Chemistry"). Síntese de estruturas complexas. Processos de polimerização. Produção Industrial de polímeros. Copolimerização; Métodos de modificação de polímeros. Biopolímeros (exemplos, aplicações, métodos de modificação); Polímeros Inteligentes (exemplos, aplicações em nanotecnologia). Análise estrutural de polímeros (RMN, FTIR e Maldi-TOF). Determinação de pesos moleculares e sua distribuição. Propriedades térmicas de polímeros (DMTA). Aula práticas (demonstração de processos industriais - "Scale-down e caracterização estrutural, térmica e mecânica de polímeros). Seminário(s) dado(s) por orador(es) convidado(s).

4.4.5. Syllabus:

Introduction to the discipline: objectives; course description; teaching methodology and timetable; assessment methods and criteria; task definition. References.
Introduction, Settings and Classification of Polymers. Synthesis of polymeric materials; polymerization mechanisms. Advanced methods for polymers synthesis (RDRP and Click Chemistry). Synthesis of complex structures. Polymerization processes. Industrial production of polymers. Copolymerization; Polymers modification methods. Biopolymers (examples, applications, modification methods); Intelligent Polymers (examples, applications in nanotechnology). Structural analysis of polymers (NMR, FTIR and Maldi-TOF). Determination of molecular weights and their distribution. Thermal properties of polymers (DMTA). Practical classes (demonstration of industrial processes - Scale-down and structural, thermal and mechanical characterization of polymers). Seminar(s) given by invited specialists.

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

A unidade curricular está organizada em três partes: numa primeira parte, são apresentados os fundamentos da área de polímeros e aplicações ilustrativas que servirão de base ao entendimento da matéria seguinte; numa segunda fase, serão abordados os diferentes métodos e tecnologias de polimerização que permitirão que os alunos entendem as diferenças entre os processos de polimerização; finalmente, serão abordados os principais métodos de caracterização de materiais poliméricos. As aulas práticas permitirão aos alunos ter um contacto directo com a tecnologia de síntese de polímeros através da operação em instalações piloto de scale-down de processos industriais, bem como, realizar testes de caracterização a amostras de polímeros nos equipamentos existentes no laboratório. O programa está elaborado de modo qualquer aluno adquira as competências necessárias para consoante a aplicação, consiga seleccionar o melhor polímero, saiba como o poderia sintetizar e finalmente caracterizar.

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

The curricular unit is organized in three parts: in the first part, the fundamentals of the polymer area and some illustrative applications are presented, which will be the base to understand the next topics; the second part; different methods and technologies of polymerization will be lectured allowing the students to understand the differences between polymerization processes, limitations, advantages and disadvantages; finally, the main characterization methods for polymer characterization will be studied. The practical lectures will allow students to have a close contact with technologies used to synthesize polymers through the operation with scale-down pilot installations, as well as, to characterize different polymer samples using equipments available in the laboratories.
The syllabus was elaborated in order to provide students with the ability to select a most suitable polymer for a specific application, knowing how to synthetize and characterize the material.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição oral – os conceitos teóricos serão explicado usado suportes audiovisuais (principalmente apresentações em powerpoint). Sempre que possível serão feitas algumas demonstrações nas aulas.
Aulas práticas – serão apresentados processos industriais e projectos de investigação em curso
Sessão dúvidas – sempre que os alunos o pretendem serão agendadas aulas para que possam esclarecer dúvidas
Seminários- sempre que possível serão agendados seminários dados por pessoas de reconhecido valor nas áreas em causa.
Visitas de estudo a unidades industriais.
Avaliação dos estudantes: Exame (100%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
Oral exposition class – Theoretical concepts will be explained using audiovisual support materials (mainly powerpoint). Whenever feasible some demonstrations will be performed in the class room.
Practical Lectures – Examples of industrial processes and research projects
Doubt sessions/extra classes – Whenever required by the students doubt session or extra classes can be scheduled.
Special seminars – Whenever possible seminars can be scheduled. An renowned specialist will be invited to give a lecturer about specific topics of interest in the scope of this class.
Study visits to industries.
Students' Assessment: Exam (100%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
As aulas teóricas permitem expor, discutir e desenvolver os conceitos que servirão de base ao entendimento das diversas vertentes que envolvem a área de materiais poliméricos. As aulas práticas permitirão aos alunos ter acesso a instalações laboratoriais que representam o "scale-down" de alguns processos industria. A presença de oradores convidados representará uma excelente oportunidade para os alunos interagir com pessoas que trabalham na área.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The theoretical lectures will allow the presentation and discussion of the concepts required to understand the different topics involving the polymer science area. The practical lectures will allow the students to have access to laboratory installation that represent the scale-down of some industrial processes. The presence of invited speakers will be an excellent opportunity for the students to interact with the people that work in the polymer science area.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Stevens, M.P. Polymer Chemistry - An Introduction. 3rd ed, Oxford University Press, 1999.
Fried, J.R. Polymer Science and Technology, 3rd ed. Prentice Hall PTR, 2014.
Cowie, J.M.G.; Arrighi, A. Polymers: Chemistry and Physics of Modern Materials, 3rd edition, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2008.

Mapa IV - Ciência e Tecnologia do Papel

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Ciência e Tecnologia do Papel

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Paper Sience and Technology

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T: 42; TP: 14

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Introdução à Engenharia Química e Bioquímica; Química Orgânica; Termodinâmica Química; Balanços Mássicos e Energéticos; Dinâmica de Fluidos; Transferência de calor; Transferência de massa; Introdução aos Materiais e Caracterização;Operações Sólido-líquido; Processos de Separação

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: Introduction to Chemical and Biochemical engineering; Organic Chemistry; Chemical Thermodynamics; Mass and Energy Balances; Heat transfer; Mass transfer; Introduction to Materials and Characterization; Solid-Liquid Operations, Separation Processes.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Paulo Jorge Tavares Ferreira (T: 24; TP: 8)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
José Manuel Namorado Nordeste (namorado.nordeste@portucelsoporcel.com) (T: 6; TP: 2)
Thaddeus Christopher Maloney (thaddeus.maloney@aalto.fi) (T: 12; TP: 4)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Pretende-se que os alunos: se apercebam da importância das indústrias do Papel e da Pasta; dominem os conceitos fundamentais da composição e estrutura das fibras papeleiras e sua influência nas propriedades do papel; conheçam os principais tipos de papéis; conheçam os principais componentes do papel (fibras, cargas e aditivos) e a sua função; conheçam a química do papel; conheçam as principais operações unitárias numa fábrica de papel (identificando os processos de transferência de massa, de energia e quantidade de movimento); assimilem os conceitos básicos de preparação da pasta, refinação, formação da folha, prensagem, secagem, tratamento da superfície e transformação; conheçam as propriedades mais relevantes dos papeis, os métodos usados na sua análise/quantificação e a importância do controlo da qualidade; efectuem cálculos associados às diferentes etapas do processo e principais equipamentos; identifiquem, em fábrica, as operações e equipamentos estudados.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
It is intended that students know the world and national importance of the pulp and paper industries, understand the basic concepts of the composition and structure of the paper fibres and their relevance for the paper final properties; know the main types of paper products, the main paper components (fibres, fillers and additives) and their role; know the paper chemistry; know the main unit operations of the paper mill (identifying the processes of mass, heat and momentum transfer); know the fundamentals of furnish preparation, refining, sheet formation, surface treatment and converting, know which are the most important paper properties and the methods used to evaluate them; understand the relevance of the quality control; make some simple calculations related to the different stages of the process and major equipments; identify in the paper mill the most important operations and equipment.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Panorama Mundial e Nacional das Indústrias do Papel e da Pasta; Composição, Estrutura e Propriedades das Fibras Papeleiras; Processos de Produção da Pasta; Máquina de papel; Química do Papel; Preparação de Pasta; Refinação; Cargas e Aditivos; Reciclagem, Destintagem e Lavagem das fibras; Formação e Estrutura da Folha; Prensagem; Secagem; Tratamentos de Superfície; Transformação do Papel; Tipos de Papeis e seu Fabrico; Controlo de Qualidade do Papel; Sustentabilidade da Indústria do Papel; Terminologia, conceitos específicos e sua aplicação; Cálculos e balanços dos sectores principais do fabrico; Trabalhos laboratoriais sobre tratamentos, características e utilização de papeis; Visitas a fábricas de Papeis de impressão e/ou de Embalagem e e/ou "Tissues".

4.4.5. Syllabus:
World and National Panorama of the Paper and Pulp Industries; Composition, Structure and Properties of pulp and paper Fibres; Pulping processes; The paper machine; Paper Chemistry; Furnish (Pulp Preparation; Refining; Fillers and Additives; Recycling, Deinking and Fiber washing; Sheet formation and structure; pressing; drying; surface treatments; Converting; Types of papers and of papermaking processes; Paper quality control; Sustainability in the Paper Industry; Terminology, fundamental concepts and application; Calculations and balances on the main sectors of papermaking; Laboratory work about paper properties; Visits to Printing Papers and/or Packaging and/or Tissue mills.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O programa dá continuidade ao de Ciência e Tecnologia da Pasta, mas está estruturado para que quem não frequentou

esta Unidade Curricular adquira os conceitos fundamentais para perceber todo o ciclo produtivo do papel. A ligação com o meio industrial é garantida através de aulas ministradas por convidados de fábricas do sector, visitas a fábricas e uma aula de demonstração laboratorial no RAIZ. O programa compreende todo o processo de produção do papel e permite que os alunos adquiram um conhecimento teórico abrangente da ciência e tecnologia do papel, havendo a preocupação de abordar ainda aspectos como sustentabilidade da indústria do papel, reciclagem e utilização de nanoceluloses. Permite desenvolver competências de: análise e síntese; comunicação oral e escrita; formulação e resolução de problemas; utilização da muita informação disponível; trabalho em equipa; raciocínio crítico; aprendizagem autónoma; adaptação a novas situações ; aplicação prática dos conhecimentos teóricos

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

The syllabus is conceived in order continue the study of Pulp Science and Technology", but it is also designed so that those that did not attend this Curricular Unit get familiar with the fundamentals of the papermaking process. The connection with the industry is guaranteed by invited experts coming from the paper mills and by lab demonstration classes at RAIZ. The sequence of the classes enables to follow all the papermaking process, but other topics such as sustainability in the paper industry, recycling and nanopapaers are also addressed. The syllabus promotes the following skills: broad theoretical knowledge of the Paper Science and Technology, Ability in analysis and synthesis, oral and written communication; ability to formulate and solve problems, to use wisely the information available; Ability to work in interdisciplinary teams; Independent and critical thinking; Capacity of autonomous learning and adaptability to new situations; Competence in applying theoretical knowledge.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

São lecionadas aulas teóricas, teórico-práticas, seminários e aulas práticas e de demonstração laboratorial. Nos módulos teóricos e nos seminários são apresentados conceitos teóricos e situações reais transmitidas por professores e peritos da indústria. O veículo principal de exposição será a apresentação/discussão oral acompanhada de diapositivos, mas também se utilizam filmes quando adequado. São também propostos para resolução autónoma alguns casos depois discutidos nas horas de contacto. São realizadas visitas a instalações fabris diferentes, e a laboratórios da indústria.

Avaliação dos estudantes: Exame (60%), Trabalho de Síntese (40%). A classificação final assenta na realização de um exame final (a valer no mínimo 60%), no qual se abordam também aspectos relacionados com as visitas de estudo. Para avaliação contínua, pode ser pedida a elaboração de uma curta monografia (trabalho de síntese) sobre uma área específica do processo de produção do papel (no máximo 40%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching is provided in theoretical / theoretical-practical sessions, seminars and practices and demonstrations in laboratory. Theoretical concepts, real situations and some practical examples are presented by the professors and invited experts from industry. Oral presentation and discussion, supported by slides and videos, will be the main vehicles of communication. Students are encouraged to discuss and solve case studies and practical problems following, an independent approach and to working in group. Visits to different paper mills are anticipated, as well as laboratories in industry

Students' Assessment: Exam (60%), Synthesis Work (40%). The final classification of the student is based on a final exam (with a minimum weigth of 60%) which includes some questions related to the visits realized during the semester. An additional component for evaluation throughout the semester , based on a synthesis work (short monograph) may be included (with a maximum weigth of 40%)

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

As aulas teóricas/teórico-práticas permitem expor, discutir e exemplificar os conceitos e técnicas para conhecer o processo de produção do papel. O uso de vídeos permite a aprendizagem mais eficaz de alguns procedimentos industriais e do modo de funcionamento de diversos equipamentos.

As aulas de demonstração em laboratório permitem compreender, consolidar e aprofundar os conceitos apresentados nas aulas teóricas relacionados com as propriedades papeleiras e com a refinação das pastas. As visitas de estudo permitem o contacto directo com a realidade industrial, permitindo aos alunos avaliar a dimensão, complexidade, funcionamento e controlo dos equipamentos e aplicar e relacionar os conhecimentos assimilados durante as aulas.

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

In the theoretical / theoretical-practical sessions the concepts included in the syllabus are presented, developed and discussed, allowing students participation. The use of videos provides a faster and more effective learning of some industrial processes and equipment operation. Lab demonstration classes allow to understand, consolidate and deepen the concepts related to paper properties and pulp refining which were presented in the theoretical / theoretical-practical sessions. A direct contact with the industrial environment is provided to students through the visits to paper mills where they can evaluate the dimension, complexity, operation and control of the different equipment and machines, and also make use and relate the knowledge acquired in the other sessions.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Paulapuro, H., Levlin, J., Soderhjelm, L. Papermaking Science and Technology. Finnish Paper Engineer's Association;

Technical Association of Pulp and Paper Industry, 20 books serie published between 1999 and 2001.
- Smook, G.A. Handbook for Pulp & Paper Technologists. 4th Ed. Angus Wilde Publications, Inc., Vancouver, 2016
- Borch, J., Lyne, M., Mark, R.E., Habeger Jr., C.C. Handbook of Physical and Mechanical Testing of Paper and Paperboard. 2nd Ed., Vol 2. Marcel & Dekker Inc., N. York, 2002.
- Sjostrom, E. Wood Chemistry. 2nd Ed., Academic Press, London, 1993
- Clark, J. d'A. Pulp technology and treatment for paper. , 2nd Ed.., Miller Freeman Publications, San Francisco, 1985.
- Casey, James. Pulp & Paper Chemistry and Chemical Technology. 3rd Ed. 4 Vols. Wiley-Interscience, N. York, 1981
- Klemm, D., Kramer, F., Moritz, S., Lindström, T., Ankerfors, M., Gray, D., Dorris, A. Nanocelluloses: a new family of nature-based materials, Angew. Chem. Int. Edit., 50, 5438-5466 (2011).

Mapa IV - Dissertação em Engenharia Química

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Dissertação em Engenharia Química

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Dissertation in Chemical Engineering

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
810

4.4.1.5. Horas de contacto:
OT:21

4.4.1.6. ECTS:
30

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Os conhecimentos adquiridos durante todo o anterior programa curricular do curso do Mestrado em Engenharia Química.

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: The knowledge acquired during the previous curricular units of the Chemical Engineering Master program.

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

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Qualquer professor do Departamento de Engenharia Química / Any faculty member of the Department of Chemical Engineering

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Tem por objectivo a realização de um trabalho de índole técnico-científica, de cariz inovador, no domínio da Engenharia Química. Envolve a redação de uma tese, elaborada com rigor técnico-científico, que será avaliada em provas públicas no final do semestre. O tema, conteúdo e organização da tese será definido sob a supervisão do(s) orientador(es) de tese. As principais competências a desenvolver são: Capacidade de gestão da informação. Capacidade de organização e planificação. Capacidade de análise e síntese. Capacidade de raciocínio crítico. Habilidade para resolver problemas. Capacidade de entendimento da linguagem de outros especialistas. Capacidade de comunicar com pessoas que não são especialistas na área. Capacidade de investigar. Capacidade de aprendizagem autónoma e de comunicação oral e

escrita; Capacidade de iniciativa e espírito empreendedor. Capacidade de adaptabilidade a novas situações.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The objective is to develop a tecnical-scientific work, with an original contribution, in the domain of Chemical Engineering. It involves the preparation and writting of a thesis, with rigorous tecnical and scientific standards. The thesis will be subject to public final examination. The thesis's subject, content and organization will be defined under the supervison of the thesis advisor(s). The course aims at developing the following skills: Capability of information management; Capability of planification and organization; Ability to undertsand the language of experts from other fields; Ability to communicate with persons that are not experts in the field; Ability of doing research work; Ability in analysis and synthesis; Ability to formulate and solve problems; Capability of critical thinking; Capability of autonomous learning, of doing research, of oral communication and writting. Capability of inovative enterpreneurship; Capability to adapt to new situations.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
O programa será estabelecido pelo(s) orientador(es) em função do tema na área de Engenharia Química que será desenvolvido e/ou investigado.

4.4.5. Syllabus:
The syllabus will be established by the advisor(s) in function of the topic in the area of Chemical Engineering that will be developed and/or investigated.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O tema da Dissertação deve ser adequado ao programa do mestrado, quer em termos de dificuldade, quer em termos de extensão, e deve ser na área da Engenharia Química.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The dissertation topic must be appropriate for a master program, in terms of difficulty and extension length, and must be in the field of Chemical Engineering.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Entre Julho e Setembro é disponibilizada aos alunos uma lista de temas propostos pelos docentes e/ou por empresas. Os temas podem enquadrar-se em projectos de investigação científica em desenvolvimento no Centro de Investigação de Processos Químicos e Produtos da Floresta e/ou em colaboração com empresas. Quando o tema de Dissertação é desenvolvido em ambiente empresarial/industrial, é sempre definido um co-supervisor na empresa. O trabalho requer também uma pesquisa bibliográfica, a leitura e estudo da bibliografia, sob orientação do(s) orientador(es).
Avaliação dos estudantes: 100% Provas públicas de defesa perante um júri.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
A list of topics is made available to the students between July and September with topics that are proposed by the faculty and/or industrial companies, in line with scientific research works carried out at the Research Center for the Chemical Processes and Forest Products or withing the scope of collaborative projects with industry. When the Dissertation work is developed in industral context, a co-supervisor from the company is always defined. The thesis work requires as well a scientific literature search, the lecture and study of scientific articles, under the guidande of the advisor(s).
Students' Assessment: 100% Public defense of the dissertation under a committee.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O trabalho autónomo do estudante, sob a supervisão do(s) orientador(es), proporcionar-lhe-á meios para elaborar um documento escrito com qualidade e clareza sobre um tópico avançado, bem como a capacidade de apresentar os principais resultados da investigação de forma clara e motivadora.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The autonomous work of the student, with the supervision of the advisor(s), will provide him or her the means to elaborate a well written and comprehensive document on an advanced topic, as well as the ability to present in a clear and well-motivated way the main results of the research work.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Livros e artigos científicos de revistas, conferências, etc., em função do tema da tese. / Scientific books and papers from journals, conferences, etc., depending on the thesis topic.

Mapa IV - Eletroquímica Aplicada e Corrosão

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Eletroquímica Aplicada e Corrosão

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Applied Electrochemistry and Corrosion

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T-42; TP-14

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Todas as disciplinas relacionadas com a química da Licenciatura em Engenharia Química

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: All disciplines related to chemistry in Licenciate of Chemical Engineering

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Christopher Michael Ashton Brett (T:42, TP:14)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Os objectivos da unidade curricular são de dar a conhecer os fundamentos de electroquímica e da corrosão, de entender a sua importância e ilustrar as suas variadas aplicações.
Competências a serem desenvolvidas são:
- Conhecimento e capacidade de compreensão: compreensão e utilização de conceitos em química, compreender a estrutura da disciplina e a ligação com outras, capacidade de sintetizar informação
- Aplicação de conhecimentos e compreensão: aplicar conhecimentos na resolução de problemas em situações novas, realizar trabalho experimental no laboratório
- Realização de julgamento/tomada de decisão: saber interpretar dados, fundamentar e argumentar oralmente e por escrito
- Comunicação: compreender e saber utilizar as fontes de informação, capacidade para pesquisar e utilizar bibliografia, saber transmitir adequadamente os conhecimentos adquiridos, mesmo para o público não especialista
- Competências de auto-aprendizagem: capacidade para aprender autonomamente

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The objectives of the curricular unit are to learn the fundamentals of electrochemistry and of corrosion, to understand their importance and illustrate the varied applications.
Competences to be developed are:
- Knowledge and ability for comprehension: understanding and use of concepts in chemistry, understand the structure of the discipline and link with others, capacity to resume information.
- Application of knowledge and comprehension: apply knowledge acquired to the solution of problems in new

situations, undertake experimental work in the laboratory.
- Decision/judgement making: know how to interpret data, justify decisions orally and in writing.
- Communication: understand and use information sources, capacity to research and use literature, know how to adequately transmit acquired knowledge, including to the non-specialist public.
- Self-learning competences: capacity to learn autonomously

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Fundamentos. A termodinâmica de processos de eléctrodo e em soluções de electrólitos. Transporte de massa, cinética de reacções de eléctrodo, região interfacial. Materiais de eléctrodo.
Métodos para o estudo de processos electroquímicos. Métodos voltamétricos, potenciométricos e de estado estacionário. Impedância electroquímica. Métodos não-electroquímicos: espectroscópicos, microscópicos, microbalança de quartzo. Combinação de métodos electroquímicos e não-electroquímicos.
Sensores e biossensores electroquímicos. Polímeros condutores.
Processos industriais de electrólise e electrossíntese. Electrodeposição, deposição autocatalítica. Electrólise da água. Electrodiálise e electroosmose. Baterias. Células de combustível. Conversão de energia solar. Electroquímica e poluição ambiental.
Corrosão electroquímica. Fundamentos. Tipos de corrosão e exemplos. Protecção contra a corrosão. Revestimentos metálicos, poliméricos, de conversão. Electropintura. Protecção anódica e catódica, inibidores

4.4.5. Syllabus:

Fundamentals. Thermodynamics of electrode processes and in electrolyte solutions. Mass transport and electrode reaction kinetics; the interfacial region. Electrode materials.
Methods for the study of electrochemical processes. Voltammetric, potentiometric and steady state methods. Electrochemical impedance. Non-electrochemical methods; spectroscopic, microscopic, quartz microbalance. Combination of electrochemical and non-electrochemical methods.
Electrochemical sensors and biosensors. Conducting polymers.
Industrial electrolysis processes and electrosynthesis. Electrodeposition, electroless. Water electrolysis, Electrodialysis and electroosmosis. Batteries, Fuel cells. Solar energy conversion. Electrochemistry and environmental pollution.
Electrochemical corrosion. Fundamentals. Types of corrosion and examples. Protection against corrosion. Metal, polymer and conversion coatings. Electropainting. Anodic and cathodic protection, inhibitors.

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

A unidade curricular é desenvolvida de modo a cobrir os tópicos essenciais para a compreensão de electroquímica e corrosão do ponto de vista científico e industrial. Começa com os fundamentos dos processos de eléctrodo, necessárias para a compreensão das diferentes aplicações, e a seguir são discutidas as técnicas utilizadas para estudar e caracterizar os processos de eléctrodo. As várias aplicações são apresentadas nas áreas industrial, de análise e de energia e, finalmente, a corrosão electroquímica e como pode ser evitado ou minimizado.
Ao completar a unidade curricular o aluno ter-se-á familiarizado com os fundamentos e aplicações de electroquímica e da corrosão úteis para um engenheiro químico a prosseguir pesquisa ou num ambiente industrial.

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

The curricular unit is carried out so as to cover the essential topics for an understanding of electrochemistry and corrosion from a scientific and industrial perspective. It starts with the fundamentals of electrode processes necessary for understanding the different applications; following this, the techniques used to study and characterise electrode processes are discussed. Many varied applications in the industrial, analytical and energy areas are then presented and, finally, electrochemical corrosion and how it can be avoided or minimised.
On completing the curricular unit the student will be familiar with the fundamentals and applications of electrochemistry and of corrosion that are useful for a chemical engineer continuing with research

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino contempla aulas teóricas e aulas teórico-práticas.
Nas aulas teóricas é ensinada a matéria do programa, com recurso a apontamentos e material em formato electrónico e meios audiovisuais.
As aulas teórico-práticas se destinam a aprofundar os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas. É realizado um projecto individual, sobre um tópico relevante à disciplina de interesse científico e/ou industrial actual e futuro, com elaboração de um relatório e apresentação oral. Também há demonstrações de experiências em laboratório com análise dos dados obtidos.
Avaliação dos estudantes: Exame (70%), Projecto (30%) e Trabalho de Síntese (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodology includes lectures and theoretical/practical classes.

The theoretical lectures, in which the main programme is given, include notes and material in electronic form as well as multimedia.
The theoretical/practical classes have the aim of deepening the knowledge acquired in the theoretical lectures. An individual project is undertaken, on a topic that is relevant to the course unit of current and future scientific and/or industrial interest, with the writing of a report and oral presentation. There are also laboratory demonstrations with analysis of the data obtained.
Students' Assessment: Exam (70%), Project (30%) and Synthesis Work (50%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Nas aulas teóricas faz-se a apresentação e desenvolvimento dos tópicos incluídos nos conteúdos programáticos da unidade curricular. Os exemplos dados e a resolução de exercícios nas aulas teórico-práticos permite a consolidação da aprendizagem dos conceitos fundamentais e das reacções envolvidas, e em que os alunos são incentivados a adoptar uma atitude participativa. Os projectos individuais ilustram tópicos de interesse e importância actual e futuro do ponto de vista científico e/ou industrial As demonstrações práticas de laboratório permitem ter o contacto directo com as técnicas laboratoriais utilizados para a investigação dos processo de eléctrodo e de corrosão.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The presentation and development of topic included in the programme of the curricular unit are made in the theoretical lectures. Examples, and the solution of exercises, in the theoretical-practical classes allows the consolidation of what is learnt concerning the fundamental concepts and reactions, in which incentive is given to the students to adopt a participative attitude. The individual projects illustrate topics of present and future interest and importance from a scientific and/or industrial perspective. The practical laboratory demonstrations allow direct contact with laboratory techniques used for the investigation of electrode processes and of corrosion.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Brett, CMA, Oliveira Brett, AM. Electrochemistry. Principles, Methods and Applications, Oxford Univ. Press, Oxford, 1993.
Brett, CMA, Oliveira Brett, AM. Electroanalysis, Oxford Univ. Press, Oxford, 1998.
Bard, AJ, Faulkner, LR. Electrochemical methods. Fundamentals and applications, 2nd Ed., Wiley, NY, 2001.
Compton, RG, Banks, CE. Understanding voltammetry, 3rd Ed., World Scientific, Singapore, 2018.
Fontana, MG. Corrosion Engineering, 3rd Ed., McGraw Hill, Singapore, 1987.
Holze, R. Experimental electrochemistry: a laboratory textbook, 2nd Ed., Wiley, Weinheim, 2019.
Lefrou C, Fabry P, Poignet JC. Electrochemistry. The basics, with examples, Springer, Basel, 2012.
McCafferty E. Introduction to corrosion science, Springer, Basel, 2014.
Orazem ME, Tribollet B. Electrochemical impedance spectroscopy, 2nd Ed., Wiley, NY, 2017.
Pletcher, D, Walsh, FC. Industrial electrochemistry, 2nd Ed., Chapman and Hall, London, 1990.
Recent monographs: https://www.ise-online.org/books.php/

Mapa IV - Energia e Biocombustíveis

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Energia e Biocombustíveis

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Energy and Biofuels

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T: 42; OT: 14

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Termodinâmica Química; Dinâmica de Fluidos; Transferência de Calor; Balanços Mássicos e Energéticos; Introdução à Engenharia Química e Bioquímica

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites:Chemical Thermodynamics; Fluid Dynamics; Heat Transfer; Mass and Energy Balances; Introduction to Chemical and Biochemical Engineering

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Abel Gomes Ferreira (T:12, OT:4)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Jorge Manuel dos Santos Rocha (T:9; OT: 3);
José Carlos Miranda Góis (T:21; OT: 7)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Conhecer as características e condições de operação dos principais equipamentos para produção de energia na indústria e entender as interações entre os dispositivos presentes numa rede de energia. Dar aos alunos as capacidades para identificar as principais variáveis nos processos de seleção e instalação dos equipamentos e desenvolver análises críticas sobre os sistemas de produção de energia.
- Compreender os compromissos do triângulo energia / ambiente / desenvolvimento económico.
- Comparar a energia fóssil com a energia renovável.
- Conhecer os métodos de produção de bioenergia e biocombustíveis: associados à biomassa, biogás, bioetanol, biodiesel, (bio)hidrogénio, éter dimetílico.
- Compreender os processos de transformação da biomassa lignocelulósica em energia: hidrólise, pirólise e gaseificação.
- Avaliar os combustíveis gasosos e líquidos (fósseis e sintéticos) - caracterização e rotas de produção.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
To know the characteristics and operating conditions of the main pieces of equipment for energy prodution in industry and understand the interactions between the devices present in an energy network. To give to the students the skills to identify the main variables in the selection and installation processes of the equipments and develop in them critical analysis on the energy prodution systems.
- Understand the commitments of the triangle energy / environment / economic development.
- Compare the fossil energy with renewable energy.
- Knowing the methods of production of bioenergy and biofuels: associated with biomass, biogas, bioethanol, biodiesel, (bio) hydrogen, dimethyl ether.
- Understand the processes of transformation of lignocellulosic biomass into energy: hydrolysis, pyrolysis and gasification.
- Evaluate the gaseous and liquid fuels (fossil and synthetic) - characterization and production routes.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Introdução aos equipamentos térmicos
- Fluidos transportadores de calor em instalações térmicas industriais: caraterísticas, critérios de seleção
- Instalações de produção de água quente com coletores solares: principio de funcionamento, opção de projeto e critérios na seleção de componentes da instalação.
- Caldeiras de média (gastubulares) e alta potência (aquotubulares) para aplicação industrial.
- Sistemas de cogeração e trigeração e sua aplicabilidade na indústria. O recurso a energias renováveis: hídrica, eólica, solar (fotovoltaica e térmica), geotérmica, ondas do mar e biomassa. Os biocombustíveis como alternativa ou aditivos aos combustíveis fósseis. A tecnologia disponível para a produção de biocombustíveis. Biocombustíveis com interesse: bioetanol, biodiesel, biogás e biohidrogénio. A transformação da biomassa lenhocelulósica em energia: hidrólise, pirólise e gaseificação. Biorefinaria. Os combustíveis gasosos e líquidos (fósseis e sintéticos) – caracterização e produção.

4.4.5. Syllabus:
Thermal equipments: an introduction. Heat fluids in industrial equipments: characteristics and selection criteria. Hot water production from solar panels: oerating principles, project options and selection criteria for components. Gastubular boilers and aquatubular counterpart for industrial applications.Cogeneration and trigeneration systems in

industry. The use of renewable energy: hydro, wind, solar (photovoltaic and thermal), geothermal, ocean waves and biomass. Biofuels as an alternative or additive to fossil fuels. The technology available for the production of biofuels. Interest in biofuels: bioethanol, biodiesel, biogas and biohydrogen. The transformation of lignocellulosic biomass into energy: hydrolysis, pyrolysis and gasification. Biorefinery. The gaseous and liquid fuels (fossil and synthetic) - characterization and production.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Na primeira parte da disciplina são introduzidos conceitos fundamentais em termos de licenciamento industrial e das variáveis fundamentais relativas à seleção de equipamentos de produção e distribuição energia térmica. Os conteúdos programáticos abordados nesta parte permitem ao aluno compreender as limitações e vantagens de cada tipo de equipamento e conhecer as ferramentas fundamentais para o dimensionamento ou seleção de equipamentos como caldeiras, sistemas de cogeração e questões relativas à sua instalação, controlo e manutenção. Depois, abordam-se as diferentes formas de energia, suas fontes, processos de transformação, armazenamento, transporte e utilização. O estudante é capaz de enquadrar a questão energética no desenvolvimento sustentado, de promover a diversificação dos recursos energéticos e de avaliar e seleccionar a melhor alternativa para cada aplicação particular. O estudante sabe comparar o uso de recursos fósseis tradicionais e renováveis.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
In the first part of the course fundamental concepts of industrial procurement are introduced and the main variables for the selection of prodution equipment and distribution of thermal energy. This contents allow the student to understand the limitations and advantages of each type of equipment and to know the fundamental tools for the design of equipments like boilers and cogeneration systems. In the second half of the course the student gets training, critical sense and sensitivity to different forms of energy, its sources, processing, storage, transport and use. He is able to frame the issue of energy in sustainable development, promoting the diversification of energy resources and to evaluate and select the best alternative for each particular application. The student knows to compare the use of traditional fossil fuels (oil, coal, natural gas) with the use of energy and fuels from renewable resources. He knows to strike a balance between energy, economy and environment.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A metodologia seguida nas aulas teóricas consiste em primeiro lugar em motivar o aluno para o estudo das matérias a apresentar e em segundo lugar apresentar as matérias de uma forma inteligível para o aluno. A apresentação da aula é feita recorrendo aos meios audiovisuais. A metodologia seguida nas aulas teórico-práticas consiste na discussão de casos práticos.Para consolidação dos conhecimentos adquiridos nas aulas e para os alunos comprovarem a sua aplicação prática estão previstas visitas de estudo e realização de um trabalho de seleção de um equipamento.
Avaliação dos estudantes: Frequência (60%), Projeto/Síntese: 40%; Na realização do Projeto e do Trabalho de síntese (peso de 20% em cada modalidade) o estudante deverá ter pelo menos 8 valores (em 20); caso contrário, será atribuido zero valores nessa modalidade. Em qualquer dos casos o exame tem um peso de 60%.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
In the theoretical classes it is intended to motivate the students for contents of the course by promoting their participation and by exposing the topics a clear and understandable way by using audio visual means. In the TP classes discussion the pratical cases is to be carried out. As a complement of the T and TP classes it is intended to do a visit to an industrial site where the topics given are demonstrated in the real world.
Students' Assessment: Midterm exam (60%), Project/ Synthesis: 40%; In the Project and Monography (each weighting 20%) the student must have a minimum of 8 (out of 20); otherwise, zero will be attributed to this evalutaion part. In any case the Exam has a weight of 60%.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
retende-se promover a participação crítica e colaborativa dos estudantes num processo de aprendizagem activa, baseada em casos de estudo e em notícias de ocasião sobre o tema, no sentido de estimular os estudantes a pensar nos assuntos e a emitir uma opinião fundamentada. A produção de autoconhecimento pode ser traduzida na elaboração de uma monografia. As aulas de 1-2 semanas serão dedicadas às apresentações orais. Será colocada na página da Unidade Curricular inserida na plataforma informática informação relevante para a compreensão dos assuntos expostos, e outros textos para leitura complementar. Serão também introduzidos os trabalhos elaborados pelos estudantes, depois de corrigidos.
Será promovida a participação dos estudantes em conferências a proferir por especialistas a convidar.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
It is intended to promote critical and collaborative participation of students in an active learning process, based on case studies and news of occasion on the theme of the course, in order to stimulate students thinking and give space to them to develop their own opinion. The production of self-knowledge by students can be translated into the production of a monograph. The classes of 1-2 weeks will be devoted to oral presentations. The resolution of small individual tasks in classes, in the form of issuing opinion, brief calculation, game, quiz, may be an alternative to

continuous learning.
It will be placed in the course page in the informatics platform relevant information for the understanding of subjects exposed, and other texts for further reading. The work produced by the students, after correction, will also be introduced.
It will be promoted the students participation in thematic conferences delivered by invited experts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Elliot, T. and editors of Power Magazine; Standard Handbook of Powerplant Engineering; McGraw-Hill, 1989.
-Martin, Mario Villares; Cogeneración; 2ª Edición, 2003. Hinrichs & Kleinbach, Energy: its use and the environment, 4ª ed., Thomson, Brooks/Cole, 2005
- Speight, J. Synthetic Fuels Handbook – Properties, Process and Performance, McGraw Hill, 2005
- Reith, JH, Wijffels, RH e Barten H Bio-methane & Bio-hydrogen: status and perspectives of biological methane and hydrogen production, Dutch Biological Hydrogen Foundation, 2003
- Abul Azad, K, Rasul, M Advanced Biofuels: Applications, Technologies and Environmental Sustainability (Woodhead Publishing Series in Energy) 1st Edition, Woodhead Publishing, 1st Ed. 2019
- Dahiya, A Bioenergy, Biomass to Biofuels and Waste to Energy, 2nd Edition, Academic Press, 2020
- Rossiter, AP, Jones, BP Energy Management and Efficiency for the Process Industries, Wiley-AIChE, 1st Ed., 2015

Mapa IV - Engenharia Bioquímica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Engenharia Bioquímica

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Biochemical Engineering

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T: 42; PL: 14

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Introdução à Engenharia Química e Bioquímica, Balanços Mássicos e Energéticos, Dinâmica de Fluidos, Introdução à Engenharia das Reações, Reactores Químicos, Transferência de Calor, Transferência de Massa, Inglês

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: Introduction to Chemical and Biochemical Engineering, Mass and Energy Balances, Fluid Dynamics, Introduction to Reaction Engineering, Chemical Reactors, Heat Transfer, Mass Transfer, English

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Jorge Manuel dos Santos Rocha (T:42; PL:7)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Paula Cristina Nunes Ferreira (pferreira@eq.uc.pt) (PL:7)

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

- Saber distinguir quando as vantagens da transformação biológica se sobrepõem às da transformação química.
- Conhecer as diferentes configurações de reactores biológicos e saber seleccionar a mais adequada para cada aplicação, assim como o biocatalisador mais conveniente.
- Conhecer as metodologias para maximizar a mistura, o arejamento e a transferência de massa em fermentadores. Conhecer as estratégias de mudança de escala.
- Conhecer a teoria do quimiostato simples e modificado. Saber fazer balanços de massa à biomassa e ao substrato limitante a diferentes configurações de fermentadores.
- Saber definir critérios de esterilização à escala industrial e saber como usar resíduos agro-industriais como matéria-prima na tecnologia de fermentação.
- Saber avaliar as estratégias de recuperação e purificação de bioprodutos em sistemas fermentativos e de biocatálise.
- Desenvolver competências para resolver novos problemas, de trabalho em equipas interdisciplinares e de tomada de decisão

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

Distinguish when the advantages of the biological transformation overlap with the chemical transformation.
- Knowing the different settings of bioreactors and to know how to select the most appropriate one for each application, as well as the most convenient biocatalyst.
- Familiar with the methodologies to maximize the mixing, the aeration and the mass transfer in fermenters. Know strategies for scaling.
- Know the theory of simple and modified chemostat. To learn how to make mass balances for biomass and limiting substrate at different settings fermenters.
- Learn to define criteria of sterilization on an industrial scale and to know how to use agro-industrial residues as feedstock in fermentation technology.
- Know how to evaluate strategies for recovery and purification of bioproducts in biocatalysis and fermentation systems.
- Develop skills to solve new problems, work in interdisciplinary teams and decision-making

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Análise global dos processos de produção e separação de produtos biológicos.
- Interdependências mútuas e integração das diferentes operações envolvidas.
- Estratégias de produção: processos fermentativos vs biocatálise vs catálise química.
- Processos fermentativos: operações a montante, formulação e esterilização de caldos, esterilização do ar, transferência de massa, configuração de fermentadores, majoração de escala.
- Cultura contínua e aproveitamento de resíduos agro-industriais ricos em hidratos de carbono como matéria-prima na tecnologia de fermentação. Conceito de biorefinaria.
- Processos de separação sólido / líquido – tecnologias correntes e tecnologias emergentes. Desintegração celular, precipitação de proteínas, cromatografia, extracção líquido – líquido.
- Intensificação de bioprocessos por imobilização de enzimas e células. Biocatálise aplicada. Biocatálise em meios não convencionais. Novos conceitos de biorreactores.

4.4.5. Syllabus:

Analysis of global production and separation processes of biological products.
- Mutual interdependencies and integration of different operations involved.
- Strategies of production: fermentation processes vs biocatalysis vs chemical catalysis.
- Fermentative processes: upstream operations, formulation and sterilization of broths, air sterilization, mass transfer, setting fermenters, increase scale.
- Continuous culture and use of agro-industrial residues rich in carbohydrates as raw material in the fermentation technology. Biorefinery concept.
- Procedures for solid / liquid separation - current technologies and emerging technologies. Cell disintegration, protein precipitation, chromatography, liquid - liquid extraction.
- Intensification of bioprocesses by immobilization of enzymes and cells. Applied biocatalysis. Biocatalysis in non-conventional media. New concepts of bioreactors

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

Nesta unidade curricular o estudante ganha sensibilidade para o papel dos microrganismos, de células animais e de enzimas na transformação bioquímica controlada de diversos substratos orgânicos, com aplicações variadas, seja na síntese de produtos biológicos à escala industrial, na biocatálise, no tratamento secundário de efluentes, seja ainda na produção de materiais alternativos a partir de matérias-primas renováveis.
O estudante é capaz de reconhecer os requisitos ambientais e nutricionais para o crescimento celular, a forma de incrementar a sua actividade biológica, a forma de atenuar, corrigir ou compensar os desvios (hidráulicos, de composição ou outros) que os caldos de cultura possam apresentar, associar a produção e a separação dos bioprodutos resultantes, controlar, optimizar e aumentar a escala de cada uma destas operações. Uma pesquisa individual com elaboração de uma pequena monografia leva à partilha de conhecimentos.

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

In this course the student earns sensitivity for the role of microorganisms, animal cells and enzymes in biochemical controlled processing of several organic substrates with various applications, either in the synthesis of biological products on an industrial scale, in biocatalysis, in the secondary treatment of effluents, or in the production of alternative materials from renewable raw materials.

The student is able to recognize the environmental and nutritional requirements for cell growth, how to increase their biological activity, how to mitigate, correct or compensate for the deviation (hydraulic, composition or other) that may be present in culture broths, to involve the production and separation of the resulting bioproducts, control, optimize and increase the scale of each of these operations. An individual research with development of a small monograph leads to knowledge sharing.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Será incentivada a participação activa dos estudantes. Nas aulas práticas serão feitos trabalhos laboratoriais, de modo aos estudantes adquirirem prática e gosto pelas actividades de biocatálise e operação com reactores biológicos (biorreactor enzimático e fermentador).

Para além de um exame final obrigatório há uma componente de avaliação contínua que inclui a elaboração de uma monografia temática (sucinta mas crítica) com apresentação oral, e ainda a participação activa nos trabalhos de laboratório com a eventual elaboração de relatórios curtos e informais com a discussão dos resultados

Avaliação dos estudantes: Exame (70%), Trabalho de Síntese (20%), Trabalho Laboratorial ou de campo (10%). O estudante deve ter um mínimo de 8 em 20 a cada uma das componentes de avaliação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The active participation of students will be encouraged. In practical classes, laboratory work will be done, to make students gain practice and enjoy the activities of biocatalysis and operation with bioreactors (enzyme bioreactor and fermenter).

In addition to a final exam there is a mandatory component of continuous assessment which includes the preparation of a monograph issue (brief but critical) with oral presentation, as well as an active participation in laboratory work with eventual reporting of results.

Students' Assessment: Exam (70%), Synthesis Work (20%), Fieldwork or laboratory work (10%). The student must have a minimum of 8 in 20 in each component of evaluation.

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

Pretende-se promover a participação crítica e colaborativa dos estudantes num processo de aprendizagem activa. Resolução individual de tarefas ou problemas integradores dos conhecimentos sobre fenómenos de transformação e separação em sistemas biológicos. Nas aulas serão analisados casos de estudo com aplicação prática.

A elaboração de uma monografia, com pesquisa, análise e discussão de um tema em particular, onde seja dada ênfase à contribuição pessoal para a proposta de soluções para a resolução de um problema prático. As aulas de uma semana serão afectadas às apresentações orais dos estudantes, sobre os trabalhos monográficos desenvolvidos.

Será colocada na página da Unidade Curricular inserida na plataforma informática informação relevante para a compreensão dos assuntos expostos, e outros para leitura complementar.

As aulas laboratoriais (PL) serão agrupadas em 5 sessões, para efeitos de aproveitamento logístico e temporal das actividades de laboratório.

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

t is intended to promote critical and collaborative participation of students in an active learning process. Resolution of individual tasks or integrator problems about transformation and separation phenomena in biological systems will be done. In class case studies will be analysed with practical application.

A monograph will be prepared, with research, analysis and discussion of a particular topic, where an emphasis on personal contribution to the proposed solutions to solve a practical problem will be evaluated. The class time of one week will be allocated to students' oral presentations of the monographs.

It will be placed in the page of the Course, inserted in the informatics platform, relevant information for the understanding of subjects exposed, and others for further reading.

Laboratory classes (LP) will be grouped into five sessions, for purposes of better use of laboratory and time

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Doran, P.M. Bioprocess Engineering Principles, Academic Press, 2nd ed, 2012.

- Bailey, J. e Ollis, D. Biochemical Engineering Fundamentals, 2nd ed., McGraw-Hill, 1986

- Riet K. e Tramper, J. Basic Bioreactor Design, Marcel Dekker, Inc., 1991

- Lima N. e Mota, M. Biotecnologia. Fundamentos e Aplicações, Lidel, edições técnicas, 2003

- Fonseca, M.M. e Teixeira, J.A. (coordenação), Reactores Biológicos – Fundamentos e Aplicações, Lidel, Edições Técnicas Lda, 2007

- Belter, P.A., Cussler E.L. e Hu, Wei-Shon, Bioseparations: downstream processing for biotechnology, John Wiley &Sons, Ltd, 1988

- Kennedy J.F. e Cabral J.M.S. (ed), Recovery processes for biological materials, John Wiley &Sons, Ltd, 1993
- Atkinson, B. & Mavituna, F., Biochemical Engineering and Biotechnology Handbook, 2nd ed., Stockton Press, N.Y., 1991
- Stanbury, P.F. e Whitaker, A., Principles of Fermentation Technology, Pergamon Press, Oxford, 3rd ed., 2016

Mapa IV - Engenharia de Tecidos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Engenharia de Tecidos

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Tissue Engineering

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T: 28; PL: 28

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Ciência e Tecnologia de Polímeros, Biomateriais/Introdução aos Biomateriais, Nanobiomateriais

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites:Polymer Science and Technology, Biomaterials/Introduction to Biomaterials, Nanobiomaterials

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Hermínio José Cipriano de Sousa (T:24; PL:10)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Paula Cristina Nunes Ferreira (pferreira@eq.uc.pt) (T: 4)
Ana Maria Antunes Dias (adias@eq.uc.pt) (PL:18)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
A disciplina proporciona uma descrição introdutória e uma avaliação crítica aos aspectos mais relevantes relacionados com a Engenharia de Tecidos (ET). Pretende-se que os alunos adquiram os conhecimentos teóricos que lhes permitam compreender todos os aspectos inter- e multidisciplinares (incluindo os de Engenharia) envolvidos na melhoria, regeneração e/ou substituição de tecidos biológicos e/ou de orgãos humanos. A perspectiva utilizada considera as interacções mútuas entre os 3 pilares da ET: células, biomateriais e sinalização/substâncias bioactivas. Outros tópicos serão também abordados, tais como: relevância da nanotecnologia em TE, fabricação de "scaffolds", sistemas avançados de entrega de substâncias bioactivas, e bioreactores em ET. Serão desenvolvidas competências laboratoriais (execução de trabalhos experimentais e assistência/participação noutras demonstrações laboratoriais). Experts em várias áreas da ET serão convidados a apresentar seminários em áreas inovadoras da ET.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
This course serves as an introductory description and as a critical assessment of the major issues related to Tissue

Engineering (TE). Students will acquire the required theoretical knowledge to understand all the involved inter- and multidisciplinary issues (including Engineering) on the improvement, regeneration or replacement of existing/damaged /malfunctioning biological tissues and human organs. The employed perspective considers the mutual interactions between the 3 main pillars of TE: cells, biomaterials and signaling/bioactive substances. Other topics will be also covered such as: relevance of nanotechnology in TE, fabrication of TE scaffolds, advanced release systems, and bioreactors for TE. Laboratorial skills will be improved by carrying out of several specific laboratorial activities and by the attendance/participation to other Lab demonstrations. Experts in several TE areas will be invited to present special Seminars on innovative TE topics

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Teórica: introdução ET: introdução (enquadramento e perspectiva histórica, aplicações, novas perspectivas e tendências); fundamentos de ET (biomateriais; células e células estaminais, sinalização celular, matrizes extra-celulares: estruturas/funções, interacções células-biomateriais, crescimento/adesão/migração celular, biocompatibilidade, respostas imunes/inflamatórias); "scaffolds" para ET (propriedades químicas, físicas, biológicas, degradação, entrega de substâncias sinalizadoras/bioactivas, "scaffolds" poliméricos, inorgânicos e compósitos); técnicas de fabricação de scaffolds (poliméricos, inorgânicos e compósitos, nanotecnologias na fabricação de "scaffolds"); bioreactores em ET, exemplos de aplicação. Laboratorial: serão realizados trabalhos experimentais sobre diversas temas relacionados com a disciplina, e um mini-projecto de investigação (a realizar durante todo o semestre). Serão ainda realizadas várias demonstrações laboratoriais. Serão convidados especialistas na área.

4.4.5. Syllabus:

Theoretical component: introduction to Tissue Engineering (TE): introduction (history and scope, applications, new perspectives and trends); fundamentals of TE (biomaterials, cells and stem cells, signalling; extracellular matrices: structures and functions, cell-biomaterial interactions, cell growth/adhesion/migration, biocompatibility, inflammatory/immune responses); TE scaffolds (required chemical, physical and biological properties, degradation, delivery of signalling/bioactive substances, polymeric, inorganic and composite scaffolds); TE scaffolds fabrication (polymeric, inorganic and composite, nanotechnology on scaffold fabrication); bioreactors in TE, application examples. Laboratorial component: experimental lab works on different course themes will be performed. A mini-research project will be carried out (during the semester). Laboratorial demonstrations will be also performed (by teachers and/or other researchers).
Experts in several distinct TE areas will be invited.

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

Na primeira parte da disciplina é feita uma descrição introdutória e uma avaliação crítica aos aspectos principais e fundamentais da ET. Assim, pretende-se que os alunos adquiram os conhecimentos (básicos e específicos) que lhes permitam compreender depois todos os aspectos multi e interdisciplinares mais avançados e específicos envolvidos na disciplina e que serão introduzidos na segunda parte da unidade curricular. Serão sempre fornecidos exemplos ilustrativos e casos práticos (de sucesso/insucesso) para que os alunos estabeleçam julgamentos críticos. A componente laboratorial será essencial: através de actividades muito simples de realizar, os alunos adquirem algumas competências laboratoriais ao mesmo tempo que são levados a compreender melhor todos os aspectos teóricos envolvidos. A assistência a demonstrações laboratoriais e a seminários específicos permitirão ainda complementar os seus conhecimentos e aperceberem-se das actividades de investigação em curso no DEQ/FCTUC.

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

In the first part of the course it is performed an introductory description and a critical assessment on the major TE issues. It is expected that students acquire all the required knowledge (basic/specific) that will allow them to understand all the subsequent more advanced multi/interdisciplinary subjects (including those of Engineering) which will be involved in the second part of the course. Illustrative examples and case studies (successful/unsuccessful) will be always provided so students may establish critical judgments on course contents. Laboratorial classes will be essential: through very simple laboratorial activities, students will acquire some laboratorial skills while, at the same time, they will be motivated to better/deeper understand course's theoretical issues The attendance to laboratorial demonstrations and to specific seminars will also complement students knowledge and increase their perception regarding the research activities currently being carried out at DEQ.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas: exposição oral das matérias usando recursos audiovisuais e acesso a Internet. Os conceitos teóricos serão acompanhados e ilustrados com exemplos, aplicações práticas e casos de estudo.
Aulas laboratoriais: pré-preparação das actividades, supervisão das actividades laboratoriais pelos docentes. Os alunos estarão organizados em grupos.
As demonstrações laboratoriais serão realizadas pelos docentes (e alunos de pós-graduação). Supervisão tutorial para as outras tarefas/projectos propostas. Serão organizados vários seminários a serem apresentados por especialistas da área.
Avaliação dos estudantes: Exame (70%), Trabalho Laboratorial ou de campo (30%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes: oral exposition, using audiovisual support materials and internet access. Theoretical concepts will be accompanied and supported by application examples and case studies.
Laboratorial classes: activities pre-preparation, teaching supervision on laboratorial tasks/procedures. Students organized in groups.
Laboratorial demonstrations on some selected issues, to be performed by teachers with the help of research students. Tutorial supervision for other propoesed tasks and projects. Special seminars will be scheduled which will be presented by specialist guest lecturers.
Students' Assessment: Exam (70%), Fieldwork or laboratory work (30%)

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

Todas as anteriormente referidas metodologias de ensino, bem como os conteúdos programáticos da disciplina, foram escolhidos tendo em consideração os objectivos (gerais e específicos) estabelecidos para a mesma. Assim e por exemplo, o uso frequente de recursos audiovisuais e o acesso a Internet, juntamente com outros exemplos ilustrativos e aplicações práticas/casos de estudo, ajudarão os alunos a ter uma perspectiva global das temáticas envolvidas na disciplina, em particular do seu carácter evidentemente inter- e multidisciplinar. Além disso, as aulas laboratoriais e a assistência a demonstrações laboratoriais e a Seminários específicos leccionados por "experts" na área, irão igualmente contribuir para atingir os objectivos propostos na disciplina. Com isto, os estudantes perceberão também em que situações/contextos é que os profissionais de Engenharia Química poderão desenvolver actividades e contribuir para o avanço destas áreas.

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

All the already referred teaching methodologies, as well as the course syllabus, were chosen taking in consideration the course established goals (general and specific). For example, the frequent use of audiovisual resources and of Internet access, together with other illustrative examples, practical applications and case studies, will help students to have a global perspective on all course subjects, namely on its highly inter- and multidisciplinary character. In addition, the laboratorial activities and the attendance/participation to/in other laboratorial demonstrations and to those special Seminars to be presented by other experts in the field, will also contribute to reach the proposed course goals. Moreover, students will also understand how/where can Chemical Engineering professionals perform activities and contribute for further advances in these fields.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Lanza, R. Langer, J. Vacanti, (Eds), Principles of Tissue Engineering, 4th Ed., Academic Press, Elsevier, The Netherlands, 2013
A.K Gaharwar, S. Sant, M.J Hancock, S.A. Hacking (Eds), Nanomaterials in Tissue Engineering: Fabrication and Applications, Woodhead Publishing, 2013

Mapa IV - Engenharia Química de Base Molecular

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia Química de Base Molecular

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Molecular-based Chemical Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-42; TP-14

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Álgebra Linear e Geometria Analítica; Análise Matemática I, II e III; Química Geral; Física I e II; Programação e Métodos Numéricos; Modelação, Simulação e Optimização

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: Linear Algebra and Analytic Geometry; Calculus I, II and III; General Chemistry; Physics I and II; Programming and Numerical Methods; Modeling, Simulation and Optimization.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Pedro Nuno Neves Lopes Simões (T:42, TP:14)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta unidade curricular convoca os alunos à integração de conhecimentos adquiridos nas ciências básicas (matemática, química e física) e de computação, com o propósito de lhes dar uma formação sólida nos mais recentes métodos de modelação e simulação molecular, cuja aplicação à Engenharia Química se dirige a escalas de organização da matéria que complementam a tradicional grande escala considerada na engenharia de processo clássica. Assim, esta unidade curricular dará aos alunos competências no uso de vários códigos computacionais de última geração, de complexidade variável (da mecânica molecular à mecânica quântica), dedicados ao estudo fundamental e ao desenvolvimento de novos materiais numa perspectiva de Engenharia de Produto.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
This course asks students to integrate the knowledge acquired in basic sciences (mathematics, chemistry and physics) and computing science, aiming at giving them a solid training in the latest methods of modelling and molecular simulation, whose application to chemical engineering addresses scales of organization of matter that complement the traditional large scale considered in classical Process Engineering. Thus, this curricular unit will give the students skills in the use of several state-of-art computer codes of varying complexity (from molecular to quantum mechanics), targeted to the fundamental study and development of new materials in Product Engineering perspective.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Modelação e simulação molecular em engenharia de produto
– Programas computacionais de modelação/simulação molecular
- Métodos de mecânica molecular
- Elementos básicos de mecânica quântica
- Elementos sobre métodos ab initio e métodos baseados na teoria dos funcionais da densidade (DFT)
- Métodos semi-empíricos
- Métodos de dinâmica molecular clássica

4.4.5. Syllabus:
Molecular modelling and simulation in chemical product engineering
- Molecular modeling/simulation packages
- Molecular mechanics methods
- The very basics of quantum mechanics
- Elements of ab initio and density functional theory (DFT) methods
- Semi-empirical methods
- Classical molecular dynamics methods

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Motivações económicas, ambientais e outras têm induzido a definição de objectivos cada vez mais ambiciosos e exigentes no domínio da Engenharia Química, seja no projecto de produto, seja no projecto e optimização de processos químicos. Nesse contexto, a química computacional tem vindo a emergir como um elemento distinto nas novas tecnologias computacionais. Os métodos fundamentais de modelação e simulação molecular permitem um conhecimento cada vez mais profundo da estrutura e propriedades dos materiais às escalas nanométrica e (sub)atómica. A sua inclusão na prática da Engenharia de Produto Químico é tida como decisiva na economia de tempo e recursos materiais

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Economic, environmental and other motivations have established new and more ambitious goals in the Chemical Engineering domain, both in product design and in the design and optimization of chemical processes. In this context, the incorporation of modern molecular modeling and simulation techniques have emerged over the last years as a decisive element in Product Chemical Engineering practice, allowing for a deep understanding of material structures and properties, starting at and below nanoscale. Many challenges are being addressed by several computing methodologies, forming an effective framework in saving both time and material resources.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Sessões teóricas e práticas. As aulas teóricas são expositivas. As práticas destinam-se à resolução de problemas pelos alunos e dividem-se entre sessões em sala de aula e em laboratório de cálculo. Os tópicos programáticos incluem o uso de códigos de modelação e simulação molecular, o que dá aos alunos as competências necessárias à realização de um trabalho computacional que lhes é proposto e que devem resolver ao longo do semestre (fora de aula).
Avaliação dos estudantes: Frequência (50%), Projecto (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
Theoretical and practical sessions. The theoretical lectures are expository. The practical are intended for problem solving, both in the classroom and in the computational laboratory. The syllabus topics include the use of molecular modeling and simulation packages, which gives the students the necessary skills for solving a comptational project proposed to them, to be solved during the semester (outside the classroom).
Students' Assessment: Midterm exam (50%), Project (50%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A engenharia química de base molecular ganha expressão prática na sua aplicação computacional. As matérias da unidade curricular são tratadas de modo a assegurar uma ligação continuada entre a sua exposição nas aulas teóricas e a sua aplicação nas aulas práticas, neste caso por via da resolução de problemas com recurso a programas computacionais de modelação/simulação molecular.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Chemical engineering of molecular basis finds practical relevance in its computational implementation. The syllabus materials are treated by ensuring a continuing connection between the theoretical issues and their actual implementation by solving practical problems with molecular modeling/simulation packages

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
P. Atkins and R. Friedman, Molecular Quantum Mechanics, 5th Edition, Oxford University Press, 2020.
- K. Zhou, Molecular Dynamics Simulation - Fundamentals and Applications, Academic Press, 2020.
- D.A.B. Miller, Quantum Mechanics for Scientists and Engineers, Cambridge University Press, 2008.
- A. Hinchliffe, Molecular Modelling for Beginners, 2nd. ed., Wiley, 2008.
- F. Jensen, Introduction to Computational Chemistry, 2nd ed., Wiley, 2007.
- C.J. Cramer, Essentials of Computational Chemistry. Theories and Models, 2nd. ed., Wiley, 2004.

Mapa IV - Gestão da Melhoria de Processos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Gestão da Melhoria de Processos

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Process Improvement Management

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
TP:56

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Tratamento de dados, Introdução à Estatística Industrial

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: Data Processing, Introductory Industrial Statistics

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Marco Paulo Seabra dos Reis (TP: 56)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
No decurso do curso em Engenharia Química, pouca referência é feita à actividade de melhoria do processo ou a procedimentos eficazes para diagnóstico e eliminação de problemas processuais. No entanto, melhoria de processos e "toubleshooting" são duas das principais actividades de um futuro Engenheiro Químico a operar num cenário industrial, as quais têm um impacto muito significativo na vida das empresas, nomeadamente na segurança das pessoas, nos seus resultados económico-financeiros e no impacto ambiental da sua actividade. Esta disciplina visa assim fornecer aos futuros engenheiros metodologias e ferramentas sistemáticas que os auxiliem nestas importantes actividades, bem como lhes proporcionar uma oportunidade para contactarem com profissionais envolvidos nestas actividades e com unidades industriais onde elas são implementadas.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The contents of most courses taught in the Chemical Engineering program provide students with knowledge about the scientific fundamentals of Chem. Engng., equipment design, and how to operate such equipment and facilities in optimal conditions. Little reference is made to business process improvement or effective procedures for diagnosing and eliminating process problems. However, process improvement and "troubleshooting" are two major activities of a future Chemical Engineer operating in an industrial setting, which furthermore have a very significant impact on the organization, including the safety of people, the organization economic and financial results and the environmental impact of its activities. This course aims to provide future engineers with systematic methodologies and tools that help them in these important activities as well as to provide them with opportunities to contact with professionals and to visit industrial units where these activities are implemented.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Módulo 1. Introdução à Gestão da Melhoria
Abordagens à melhoria de processos. Gestão de recursos humanos e o seu envolvimento na actividade de melhoria de uma empresa. Dinâmica de grupos. O Balanced scorecard. Definição de aspectos críticos para a organização e indicadores de desempenho. Selecção estratégica de projectos de melhoria. Análise de stakeholders. Iniciativas de melhoria de processos: Lean, Six-Sigma, Theory of Constraints (TOC).

Módulo 2. Gestão das Actividades de Diagnóstico e Resolução de Problemas
Metodologias para a detecção e diagnóstico de problemas em processos. A importância da selecção de informação e da sua adequada visualização. Metodologias sistemáticas de diagnóstico de problemas em equipamentos. A abordagem Lean Six-Sigma.

Módulo 3. Palestras de Profissionais e Visitas a Empresas
Implementação prática de sistemas de melhoria e "troubleshooting". O perfil de um engenheiro de sucesso. Gestão de risco em empresas.

4.4.5. Syllabus:
Module 1. Introduction to Improvement Management
Approaches to process improvement. Management of human resources and their involvement in the activity of process

improving. Team dynamics. The Balanced Scorecard. Definition of critical aspects for the organization and business performance indicators. Strategic selection of improvement projects. Stakeholder analysis and assessment. Process improvement initiatives: Lean, Six Sigma, Theory of Constraints (TOC).

Module 2. Managing Diagnosis Activities and Troubleshooting
Methods for detecting and diagnosing problems in processes. The importance of information selection and their appropriate visualization. Systematic methods for the diagnosis of equipment problems. The Lean Six-Sigma approach.

Module 3. Lectures by Professionals and Company Visits
Practical implementation of systems improvement and "troubleshooting". The profile of a successful engineer. Risk management in companies.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos programáticos começam por proporcionar uma visão abrangente das actividades de melhoria e "troubleshooting" numa empresa, sua importância e impacto nas operações e resultados. Após esta fase, abordam-se metodologias que permitem avaliar e monitorar o seu desempenho, com base nas quais se analisa a necessidade de encetar, ou não, acções consistentes de melhoria/"troubleshooting". Estas acções e metodologias são descritas nos Módulos 1 e 2, consoante a sua natureza. Neste processo, não é esquecido a importância central do factor humano e a necessidade da sua consideração cuidada e planeada para o pleno sucesso das iniciativas. A partilha de experiências de profissionais com responsabilidades nestes domínios e a visita a instalações industriais serão um valioso contributo para consolidar as temáticas abordadas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
he syllabus begins by providing a comprehensive view of improvement activities and "troubleshooting" on a company, its importance and impact on the operations and results. After this phase, methodologies for assessing and monitoring their status are discussed, based on which the analysis of the need to engage, or not, in actions for improvement / "troubleshooting" is assessed. These actions and methodologies are described under Modules 1 and 2, depending on their nature. In this process, it is not forgotten the central importance of the human factor and the need for its careful consideration and planning during the initiatives. Lectures given by experienced professionals with responsibilities in these areas and visits to manufacturing facilities will be valuable contributions to consolidate the themes addressed in this course.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A metodologia de ensino é baseada numa combinação de aulas convencionais onde os temas são motivados e introduzidos, com apoio a diapositivos, vídeos e simulações (primeira fase), palestras de profissionais do sector (segunda fase) e visitas industriais (terceira fase). Durante este processo, os alunos consolidam os conhecimentos com projectos realizados em grupo, e relatórios de visitas. A avaliação terá uma componente decorrente dos trabalhos de grupo (~60%) e da avaliação no exame final (~40%).
Avaliação dos estudantes: Exame (40%), Projecto (50%) e Resolução de problemas (10%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
he teaching methodology is based on a combination of conventional classes where themes are introduced and motivated, with supporting slides, videos and simulations (first phase), lectures by professionals (second phase) and industrial visits (third phase). During this process, students consolidate their knowledge with group projects, and industrial visit reports. The evaluation will have a component resulting from group work (~60%) and evaluation on the final exam (~40%).
Students' Assessment: Exam (40%), Project (50%) and Problem resolving report (10%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
As aulas teóricas permitem transmitir o enquadramento e importância dos domínios em apreço, bem como os conhecimentos técnicos necessários para os alunos implementarem correctamente as actividades de gestão e acções de melhoria e "troubleshooting". As palestras proferidas por profissionais da área e as visitas a instalações industriais contribuirão para a consolidação destes temas, como complemento às aulas ministradas e aos trabalhos de projecto realizados pelos alunos. A fórmula de avaliação reflecte a importância dada ao esforço individual e de grupo necessário para completar com sucesso esta disciplina, os quais assumem pesos comparáveis, indicando que será importante interagir sinergicamente em grupo, e estar dotado do background necessário para realizar estas actividades de gestão.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The lectures allow conveying the importance of the areas in question, as well as the technical knowledge necessary for students to correctly implement management activities and measures for process improvement and "troubleshooting". The lectures given by professionals and visits to industrial facilities contribute to the consolidation of these themes, in addition to classes taught and the project work done by students. The valuation formula reflects the importance given

to individual and group effort necessary to successfully complete this course, which assume comparable weights, indicating that it is important to synergistically interact in groups, and be provided with the background necessary to perform these management activities.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Reis, M.S., Estatística para a Melhoria de Processos – A Perspectiva Seis Sigma. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2016. ISBN: 978-989-26-1059-7. DOI: 10.14195/978-989-26-1060-3.

Kaplan,R.S., Norton, D.P., The Balanced Scorecard, Harvard Business School Press, Boston (MA) (1996).

Pizdek, T., The Six Sigma Handbook, Quarta Edição, McGraw-Hill (2014).

(Further specific bibliograpgy on Business Process Improvement will be recommended in the classroom)
(Bibliografia específica em melhoria de processos de gestão será indicada nas aulas)

Mapa IV - Integração e Intensificação de Processos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Integração e Intensificação de Processos

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Process Integration and Intensification

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T: 42; TP: 14

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Termodinâmica Química; Balanços Mássicos e Energéticos; Programação e Métodos Numéricos; Transferência de Calor; Introdução à Engenharia das Reações; Reactores Químicos; Operações Sólido-Líquido; Transferência de Massa; Modelação, Simulação e Optimização; Processos de Separação; Efluentes Industriais e Ambiente; Modelação e Supervisão de Processos; Processos de Separação Avançados; Energia e Biocombustíveis

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites Chemical Thermodynamics; Mass and Energy Balances; Programming and Numerical Methods; Heat Transfer; Introduction to Reaction Engineering; Chemical Reactors; Solid-Liquid Operations; Mass Transfer; Modeling, Simulation and Optimization; Separation Processes; Industrial Effluents and Environment; Process Modeling and Supervision; Advanced Separation Processes; Energy and Biofuels

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Nuno Manuel Clemente de Oliveira (T: 21; TP: 7)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Cristina Maria dos Santos Gaudêncio Baptista (cristina@eq.uc.pt), (T:21; TP: 7)

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

Nesta unidade curricular pretende-se que os alunos desenvolvam capacidades de aplicação de técnicas matemáticas (gráficas e numéricas) na análise e síntese de redes de transferência de calor e massa, e em problemas específicos no âmbito da intensificação de processos. Domínio dos conceitos de redes de máxima recuperação de energia, e capacidade de aplicação do conceito dos pontos de estrangulamento ("pinch") para determinação das soluções mais favoráveis. Capacidade de integrar conhecimentos nas áreas dos processos de transferência, transformação e separação. Capacidade de síntese e de raciocínio crítico na escolha de soluções processuais alternativas. Capacidade de resolver problemas integradores de conhecimentos. Capacidade de trabalho em equipa.

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

This curricular unit will help the students in developing capabilities of applying mathematical techniques (graphical and numerical) in the analysis and synthesis of heat and mass transfer networks, and in specific application problems in the area of process intensification. It is intended that the students master the concepts of maximum energy recovery networks, and become able to apply the concept of pinch locations in the determination of the most favourable solutions. The students will also develop their capabilities of knowledge integration in the areas of transfer, transformation and separation processes. Other capabilities also improved: process synthesis and critical thinking in the selection of alternative process solutions, capability of solving problems that require the integration of knowledge from various other curricular units, and capability of team work.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Principais tipos de utilidades em processos industriais.
Eficiência energética individual e de interligação. Análise de pontos de estrangulamento em redes de transferência de calor. Redes de recuperação máxima de energia. Regras básicas de projecto de redes de calor. Integração de trabalho e energia. Integração de operações unitárias baseadas em trocas de calor.
Reutilização e regeneração de utilidades térmicas.
Metodologias sistemáticas de reconciliação de dados industriais. Optimização matemática no projecto sistemático de redes de transferência de calor.
Metodologia de pontos de estrangulamento em sistemas de transferência de massa. Redes com reutilização e regeneração de correntes.
Intensificação de processos. Escalas de mistura e transferência de calor. Equipamentos e operações multifuncionais. Combinação de processos de reacção e separação. Intensificação de transferência de calor e massa.

4.4.5. Syllabus:

Main industrial utilities.
Individual energy efficiency and efficiency of interconnection. Pinch analysis in heat transfer networks. Maximum heat recovery networks. Basic rules for the design of heat transfer networks. Heat and power integration. Integration of unit operations based on heat exchange. Reutilization and regeneration of thermal units.
Systematic methodologies for data reconciliation. Mathematical optimization in the systematic design of heat transfer networks.
Pinch analysis in mass transfer networks. Reuse and regeneration networks.
Process intensification. Mixture and heat transfer scales. Multifunctional equipment and operations. Combination of reaction and separation processes. Intensification of heat and mass transfer.

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

Esta unidade curricular procura o desenvolvimento de capacidades sistemáticas de análise da eficiência de interligação de redes de transferência de calor e massa. Na fase inicial são expostos os conceitos básicos aplicados a redes de transferência de calor, sendo estes novos conceitos aplicados a exemplos de aplicação simples, recorrendo sobretudo a métodos gráficos. Na fase posterior, os conceitos introduzidos são sistematizados, sendo descritas metodologias sistemáticas de solução baseadas em formulações de optimização matemática, que permitem eliminar muitas das limitações dos métodos gráficos. Os conceitos são também generalizados a redes de transferência de massa, permitindo uma visão integrada das potencialidades das metodologias de integração de processos.
Na componente de intensificação, são introduzidos inicialmente os conceitos chave, sendo estes depois ilustrados com recurso a um conjunto de aplicações comuns em processos químicos.

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

This curricular unit aims at the development of systematic capabilities of analysis of the efficiency interconnections in heat and mass transfer networks. In the beginning, the basic concepts are introduced and applied to heat transfer networks, using simple application examples, illustrated especially with graphical methods. In the second phase, these new concepts are systematized, with the description of systematic solution methodologies based on mathematical optimization formulations that eliminate many limitations of the graphical methods. The key concepts are also generalized to mass transfer networks, allowing an integrated vision of the potentialities of the process integration methodologies.
In the intensification component, the key concepts are also introduced initially, and later illustrated using a set of

common applications in chemical processes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas são apresentados os conceitos base, definições, formulações, e exemplos ilustrativos. Estes conceitos são depois exercitados pelos alunos durante a solução de um conjunto de tarefas, em grupos de 2-3 pessoas.
A classificação final envolve duas componentes: a) avaliação ao longo do semestre (30%) mediante a resolução de um conjunto de tarefas em grupo; b) exame final (70%). O aluno deverá obter uma classificação mínima de 8 valores no exame final. O exame final compreenderá questões que requerem a demonstração de conhecimentos teóricos e práticos adquiridos ao longo do semestre.
Avaliação dos estudantes: Exame (70%), Resolução de problemas (30%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes are used to present the basic concepts, definitions, formulations and illustrative examples. These concepts are later practiced by the students during the solution of a set of tasks, in groups of 2-3 people.
The final grade involves two components: a) solution of a number of tasks during the semester (30%); b) final exam (70%). Students need to obtain a minimal classification of 8/20 in the final exam. The final exam will involve questions that require the demonstration of theoretical and practical skills and competences acquired during the semester.
Students' Assessment: Exam (70%), Problem resolving report (30%)

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

Os conceitos básicos e metodologias são primeiro apresentados durante as aulas, sendo depois ilustrados com exemplos. Procura-se que os alunos interiorizem o alcance e a importância destes através da sua aplicação em problemas de teste. Encoraja-se o uso de ferramentas computacionais, para aprofundar o domínio das metodologias e resolver problemas práticos de forma eficiente. Esta modelo de funcionamento é consistente com o objectivo de proporcionar uma formação orientada para o desenvolvimento de um conhecimento efectivo e prático. Por outro lado, a componente de avaliação individual (exame) estimula a consolidação dos conhecimentos fundamentais, procurando generalizar a aplicação destes a situações distintas das abordadas nos casos analisados.

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

Basic concepts and methodologies are firstly introduced during classes, and are later illustrated with examples. Their application using test problems provides an opportunity for the students to master the significance of the concepts learned. The use of computational tools is encouraged, to reach a deeper understanding of the methodologies and for efficient problem solving. This is consistent with the objective of providing a learning model oriented towards the development of practical and effective knowledge. On the other hand, the individual component of the student's evaluation (exam) stimulates the consolidation of fundamental knowledge, aiming at the generalization of the learned concepts behind the specific application examples considered.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Kemp, I. C. Pinch Analysis and Process Integration, A User Guide on Process Integration for the Efficient Use of Energy, 2.a ed., Butterworth-Heinemann, Amsterdam, 2007.
- Relvas, S.; Fernandes, M. C.; Matos, H. A.; Pedro Nunes, C. Integração de Processos - Uma Metodologia de Optimização Energética e Ambiental, Programa Operacional da Economia, 2002.
- Smith, R., Chemical Process Design and Integration, 2ª ed., John Wiley & Sons, New York, 2016.
- Segovia-Hernández, J.G.; Bonilla-Petriciolet, A. Process Intensification in Chemical Engineering, Springer Verlag, Berlim, 2016.
- Biegler, L. T.; Grossmann, I. E.; Westerberg, A. W. Systematic Methods of Chemical Process Design, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1997.
- Hessel, V.; Hardt, S.; Löwe, H. Chemical Micro Process Engineering: Fundamentals, Modeling and Reactions, Wiley Interscience, New York, 2004.
- Stankiewicz, A.; Moulijn, J. A. (Eds.) Re-Engineering the Chemical Processing Plant, Marcel Dekker, New York, 2004.

Mapa IV - Introdução à Engenharia Alimentar

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução à Engenharia Alimentar

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Food Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EQ

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
TP:56

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Química-Física de Superfícies, Termodinâmica Química, Dinâmica de Fluidos, Heat Transfer, Mass Transfer, e disciplinas relacionadas com fundamentos/aplicações de processos químicos

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: Physical Chemistry of Surfaces, Chemical Thermodynamics, Fluid Dynamics, Heat Transfer, Mass Transfer, and curricular units related to chemical processes fundamentals/applications

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Mara Elga Medeiros Braga (TP:28)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Fernando Pedro Martins Bernardo (bernardo@eq.uc.pt) (TP:14), Hermínio José Cipriano de sousa (hsousa@eq.uc.pt) (TP:14)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Além de saber relacionar e aplicar os conceitos e fundamentos da Engenharia Química aos processos da indústria alimentar, o aluno deverá ainda adquirir competências adicionais, tanto teóricas como práticas, em múltiplos aspectos específicos relacionados com a Engenharia e Tecnologia de Alimentos tais como: conhecer os principais processos e tecnologias usados nesta indústria, conhecer as principais variáveis de operação e o seu impacto nas propriedades do produto, ser capaz de analisar quantitativamente alguns destes processos.
Conhecer alguns problemas específicos da indústria alimentar (e.g., segurança alimentar, conservação, embalagem) e conhecer alguns métodos de resposta a esses problemas, e adicionalmente conhecer as principais indústrias alimentares da Península Ibérica.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
In addition to knowing how to relate and apply the concepts and foundations of Chemical Engineering to the processes of the food industry, the student should also acquire additional skills, both theoretical and practical, in multiple specific aspects related to Food Engineering and Technology such as: to know the main operating variables and their impact on product properties, be able to quantitatively analyse some of these processes. Be aware of some specific problems of the food industry (e.g., food safety, preservation and packaging) and to know methods to address them, to know the main food industries in the Iberia Peninsula.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
1. Introdução
2. Transferência de momento, calor e massa no processamento de alimentos
3. Processos de conservação (esterilização, refrigeração, congelamento, desidratação, liofilização, irradiação e outros processos não térmicos)
4. Processos de transformação (físico-químicos e biológicos)
5. Processos de separação (extracção, separação por membranas, filtração, centrifugação, cristalização, destilação)
6. Outros processos: extrusão, atomização, mistura, dissolução, redução de tamanho
7. Propriedades físico-químicas e sensoriais de alimentos
8. Desenvolvimento de novos produtos alimentares
9. Conceitos de embalagem e rotulagem

10. Segurança alimentar e legislação
11. Sustentabilidade na indústria alimentar.

4.4.5. Syllabus:
1. Introduction
2. Momentum, heat and mass transfer in food processing
3. Preservation processes (sterilization, refrigeration, freezing, dehydration, freeze drying, irradiation and other non-thermal preservation processes)
4. Transformation processes (physico-chemical and biological)
5. Separation processes (extraction, membrane separation, filtration, centrifugation, crystallisation, distillation)
6. Other processes: extrusion, spray drying, mixing, dissolution, size reduction
7. Physico-chemical and sensorial properties of food
8. Development of new food products
9. Packaging and labelling concepts
10. Food safety and legistalation
11. Sustainability in the food industry

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos da disciplina estão perfeitamente alinhados com os objectivos a alcançar, constituindo uma criteriosa selecção de fundamentos e aplicações para se atingir tais objectivos.
Por exemplo, os módulos 1 e 2 serão fundamentais para que o aluno adquira competências nos módulos 3, 4, 5 e 6, visto serem a base da engenharia química para a compreensão dos processos de conservação, de transformação e separação. Os módulos de 3-6 vão de encontro ao objetivo de conhecer as principais variáveis das operações.
O módulo 7 será oferecido para a compreensão dos processos apresentados nos módulos 3-6, mas com ênfase para o que será apresentado nos módulos 8-10, e ainda este módulo 7 prevê que o aluno conheça o impacto dessas variáveis nas propriedades dos produtos.
Os módulos 8-11 permitirão ao aluno conhecer alguns problemas específicos da indústria alimentar e desenvolver competências para dar respostas a estes problemas, como indicado nos objectivos da unidade curricular (ponto 19).

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The syllabus is aligned with the learning outcomes, integrating a thoughtful selection of fundamentals and applications in order to attain such outcomes.
For example, modules 1 and 2 will be essential for the student to acquire skills in modules from 3 to 6, as they are the basis of chemical engineering for understanding the processes of conservation, transformation and separation. The 3-6 modules meet the objective of knowing the main variables of the operations.
Module 7 will be offered to understand the processes presented in modules 3-6, but with an emphasis on what will be presented in modules 8-10, and this module 7 also provides that the student knows the impact of these variables on the properties of the products.
Modules 8-11 will allow the student to know some specific problems in the food industry and develop skills to provide answers to these problems, as indicated in the objectives of the course (point 19).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
ulas tradicionais, com apresentação de fundamentos, exemplos e casos de estudo; trabalhos de casa de resolução de problemas; visitas de estudo a indústrias alimentares.
Avaliação dos estudantes: Exame (60%), Relatório de seminário ou visita de estudo (15%) e Resolução de problemas (25%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
Traditional classes presenting fundamentals, examples and case studies; problem solving homework (groups of 2-3 students); field trips to food industries.
Students' Assessment: Exam (60%), Seminar or study visit report(15%) and Problem resolving report (25%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os métodos de ensino acima referidos expõe os alunos, num primeiro momento, a um conjunto mínimo e essencial de fundamentos, ferramentas e exemplos. O estudo individual, os trabalhos de casa e as visitas de estudo levarão os alunos, num segundo momento, a cimentar os conhecimentos, a alargar as suas competências no reconhecimento e resolução de problemas práticos, e finalmente a reconhecer a utilidade das aprendizagens.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Teaching methods adopted first expose students to a minimum set of fundamentals, tools and examples. Individual study, homework and field trips will then lead to knowledge consolidation, improved skills in problem recognition and solving, and finally to acknowledgement of the practical usefulness of the course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Singh, RP, Heldman, D. Introduction to Food Engineering, 5th Ed., Academic Press, 2013.
- Berk, Z. Food Science and Technology, Academic Press, 2009.
- Rao, MA, Rizvi, SSH, Datta, AK. Engineering Properties of Foods, CRC Press, 2005.
- Mattsson, B, Sonesson, U (Eds.) Environmentally-friendly food processing, CRC Press, 2000.
- Dillon, M, Griffith, C (Eds.) Auditing in the food industry: From safety and quality to environmental and other audits, CRC Press, 2001
-Heldman, DR, Lund, DB, Sabliov, C. Handbook of Food Engineering, 3rd Ed., CRC Press, 2019.
-Meghwal, M, Goyal, MR. Food Process Engineering: Emerging Trends in Research and Their Applications, 1st Ed., Apple Academic Press, 2016.
-Anandharamakrishnan, C, Ishwarya, SP. Essentials and Applications of Food Engineering, 1st Edition, CRC Press, 2019.

Mapa IV - Modelação e Supervisão de Processos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Modelação e Supervisão de Processos

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Process Modeling and Supervision

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T: 42; TP: 14

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Termodinâmica Química; Dinâmica de Fluidos; Balanços Mássicos e Energéticos; Programação e Métodos Numéricos; Transferência de Calor; Introdução à Engenharia das Reações; Reactores Químicos; Operações Sólido-Líquido; Transferência de Massa; Modelação, Simulação e Optimização; Processos de Separação; Instrumentação e Controlo; Tratamento de Dados

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites:Chemical Thermodynamics; Fluid Dynamics; Mass and Energy Balances; Programming and Numerical Methods; Heat Transfer; Introduction to Reaction Engineering; Chemical Reactors; Solid-Liquid Operations; Mass Transfer; Modeling, Simulation and Optimization; Separation Processes; Instrumentation and Control; Data Processing

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Nuno Manuel Clemente de Oliveira (T:21; TP: 7)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Lino de Oliveira Santos (lino@eq.uc.pt), (T:21; TP: 7)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Nesta unidade curricular pretende-se que os alunos adquiram capacidades de desenvolvimento de modelos

matemáticos de processos físico-químicos. São abordadas metodologias sistemáticas de construção de modelos englobando aspectos de natureza mecanísticos, suportados no tratamento de dados experimentais. Para este efeito torna-se necessária a capacidade de avaliação dos fenómenos físicos dominantes e de simplificação dos modelos produzidos, conjuntamente com a capacidade de integração de conhecimentos nos domínios dos processos de transferência, transformação e separação. A utilização destes modelos como suporte a actividades de supervisão de processos é igualmente analisada. Procura-se que os alunos desenvolvam as suas capacidades na área de solução, manipulação e análise de modelos complexos, conjuntamente com as capacidades de resolver problemas integradores de conhecimentos.

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

This curricular unit will help the students acquire capabilities of developing mathematical models of physico-chemical systems. Systematic methodologies of model building are addressed, supported in experimental data treatment. The students will acquire the capability of evaluating the dominant physical phenomena that occur and simplify the models produced, together with the capability of knowledge integration in the domains of transfer, transformation and separation processes. The use of these models as the support for process supervion activitiez is also considered. This course aims at developing the capabilities of the students in the area of solution, manipulation and analysis of complex models, together with the capabilities of solving problems that require the integration of knowledge from various other curricular units.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Modelação matemática de natureza mecanística. Princípio de conservação de extensidades. Relações constitutivas. Balanços de extensidades (macroscópicos e microscópicos). Sistemas de parâmetros agrupados e distribuídos. Aplicações típicas em processos químicos.
Simulação dinâmica de processos químicos e biológicos. Estratégias numéricas de solução. Simuladores de dinâmica de fluidos computacional.
Estimação de parâmetros e inferência. Intervalos de confiança e erros de previsão. Identificação de sistemas. Supervisão multivariável de processos químicos. Supervisão multicamada. Controlo preditivo e optimização em tempo real de processos químicos.

4.4.5. Syllabus:

Mathematical modeling of mechanistic nature. Principle of conservation of extensities. Constitutive relations. Extensity balances (macro and microscopic). Systems of lumped and distributed parameters. Analogies between different system types. Typical applications in chemical processes.
Dynamic simulation of chemical and biological systems. Numerical solution strategies. Computational fluid dynamics simulators.
Parameter estimation and inference. Confidence intervals and prediction errors. System identification. Multivariable supervision in chemical processes. Multilayer supervision. Predictive controlo and real time optimization of chemical processes.

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

Esta unidade curricular procura o desenvolvimento de capacidades sistemáticas de construção e análise de modelos matemáticos de processos químicos e biológicos. Os conteúdos básicos e metodologias são primeiro apresentados e depois, num segundo momento, ilustrados com exemplos. Por vezes, adopta-se antes um método indutivo, explorando um determinado exemplo, do qual depois emergem conceitos fundamentais (desenvolvimento de casos de estudo). Encoraja-se o uso de ferramentas computacionais com um papel duplo: aprofundar o domínio das metodologias e resolver problemas de forma eficiente. É usada uma metodologia de modelação de sistemas suportada numa abordagem mecanística combinada com a incorporação de dados experimentais, sendo a sua utilização integrada considerada na parte final da disciplina.

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

This curricular unit aims at the development of systematic capabilities of building and analyzing mathematical models of chemical and biological processes. Basic contents and methodologies are first introduced and thereafter illustrated with examples. Sometimes, a more inductive approach is preferred, exploring a given example and then concepts emerge from it (development of case studies). The use of computational tools is encouraged as a way of getting a deeper understanding of the methodologies as well as efficient problem solving. A modeling methodology supported on a mechanistic framework is combined with the use of experimental data, and their integrated use is considered in the final part of the course.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas são apresentados os conceitos base, definições, formulações, e exemplos ilustrativos. Estes conceitos são depois exercitados pelos alunos durante a solução de um conjunto de tarefas, em grupos de 2 alunos.
A classificação final envolve duas componentes: a) avaliação ao longo do semestre (30%) mediante a resolução de um conjunto de tarefas em grupo; b) exame final (70%). O aluno deverá obter uma classificação mínima de 8 valores no

exame final. O exame final compreenderá questões que requerem a demonstração de conhecimentos teóricos e práticos adquiridos ao longo do semestre.
Avaliação dos estudantes: Exame (70%), Resolução de problemas (30%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
Classes are used to present the basic concepts, definitions, formulations and illustrative examples. These concepts are later practiced by the students during the solution of a set of tasks, in groups of 2 students.
The final grade involves two components: a) solution of a number of tasks during the semester (25-35%); b) final exam (65-75%). Students need to obtain a minimal classification of 8/20 in the final exam. The final exam will involve questions that require the demonstration of theoretical and practical skills and competences acquired during the semester.
Students' Assessment: Exam (70%), Problem resolving report (30%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conceitos básicos e metodologias são primeiro apresentados durante as aulas, sendo depois ilustrados com exemplos. Procura-se que os alunos interiorizem o alcance e a importância destes através da sua aplicação em problemas de teste. Encoraja-se o uso de ferramentas computacionais, para aprofundar o domínio das metodologias e resolver problemas práticos de forma eficiente. Esta modelo de funcionamento é consistente com o objectivo de proporcionar uma formação orientada para o desenvolvimento de um conhecimento efectivo e prático. Por outro lado, a componente de avaliação individual (exame) estimula a consolidação dos conhecimentos fundamentais, procurando generalizar a aplicação destes a situações distintas das abordadas nos casos analisados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Basic concepts and methodologies are firstly introduced during classes, and are later illustrated with examples. Their application using test problems provides an opportunity for the students to master the significance of the concepts learned. The use of computational tools is encouraged, to reach a deeper understanding of the methodologies and for efficient problem solving. This is consistent with the objective of providing a learning model oriented towards the development of practical and effective knowledge. On the other hand, the individual component of the student's evaluation (exam) stimulates the consolidation of fundamental knowledge, aiming at the generalization of the learned concepts behind the specific application examples considered.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Aris, R. Vectors, Tensors, and the Basic Equations of Fluid Mechanics, Dover Publications, New York, 1989.
- Bird, R. B.; Stewart, W. E; Lightfoot, E. N. Transport Phenomena, 2ª ed., John Wiley & Sons, New York, 2002.
- Hangos, K. M.; Cameron, I. T. Process Modeling and Model Analysis, Academic Press, New York, 2001.
- Roffel, B.; Betlem, B. Process Dynamics and Control: Modeling for Control and Prediction, John Wiley & Sons, New York, 2006.
- Himmelblau, D. M.; Bischoff, K. B.Process Analysis and Simulation - Deterministic Systems, John Wiley & Sons, New York, 1967.
- Fogler, H. S. Elements of Chemical Reaction Engineering, 5ª ed., Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, 2016.
- Finlayson, B. A. Introduction to Chemical Engineering Computing,2ª ed. John Wiley & Sons, New York, 2014.
- Montegomery, D. C.; Peck, E. A.; Vining, G. G. Introduction to Linear Regression Analysis, 5ª ed., John Wiley & Sons, New York, 2014.

Mapa IV - Nanobiomateriais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Nanobiomateriais

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Nanobiomaterials

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T:28; PL: 28

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Ciência e Tecnologia de Polímeros, Biomateriais

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: Polymer Science and Technology, Biomaterials

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Hermínio C. de Sousa (T: 28; PL: 7)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Ana Antunes Dias (adias@eq.uc.pt) - (PL: 7)
Patrícia Coimbra (patrici3@eq.uc.pt) - (PL:7)
Patrícia Alves (palves@eq.uc.pt) - (PL: 7)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta disciplina proporciona uma descrição introdutória e uma avaliação crítica aos aspectos mais relevantes relacionados com o uso das Nanotecnologias no desenvolvimento de aplicações farmacêuticas e biomédicas inovadoras. Usando abordagens baseadas em relações estrutura-tamanho-propriedade-aplicação, os alunos irão adquirir os conhecimentos teóricos (básicos/específicos) que lhes permitam compreender os aspectos inter- e multidisciplinares associados ao desenvolvimento de biomateriais nanoestruturados para usos como nanomedicamentos, sistemas de diagnóstico ou teranóstico (in vivo, in vitro, POC's), e materiais/dispositivos implantáveis (biodegradáveis ou não-biodegradáveis). Outros tópicos relevantes serão igualmente abordados tais como a funcionalização/bioconjugação de nanobiomateriais ("bulk"/superfície), nanobiomateriais inteligentes e responsivos, nanometrologia, nanotoxicidade, e regulação e translacção para a clínica. Serão desenvolvidas competências laboratoriais.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
his course serves as an introductory description and as a critical assessment of the major issues related to the use of Nanotechnologies on the development of more efficient and innovative pharmaceutical and biomedical applications. By using structure-size-property-application relationships, students will acquire the required theoretical knowledge to understand all the involved inter- and multidisciplinary issues associated to the development of nanostructured biomaterials for uses as nanomedicines, diagnostic/theranostic systems (in vivo, in vitro, POC's), and implantable materials/devices (biodegradable and non-biodegradable). Other relevant topics will be covered such as functionalization/bioconjugation of nanobiomaterials (bulk/surface), smart and stimuli-responsive nanobiomaterials, nanometrology, nanotoxicity, and regulation and translation to the clinic. Laboratorial skills will be improved.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Componente teórica: introdução; desenvolvimento de nanobiomateriais (aplicações actuais, materiais nanoestruturados em aplicações farmacêuticas/biomédicas; estruturas micro-, meso- e macroporosas; superfícies nanoestruturadas; exemplos de preparação de nanobiomateriais poliméricos/metálicos/inorgânicos/híbridos /compósitos; funcionalização/bioconjugação de nanobiomateriais; nanobiomateriais inteligentes e responsivos; exemplos de aplicações específicas (aplicações terapêuticas/diagnóstico/teranóstico, e materiais/dispositivos implantáveis - biodegradáveis/não-biodegradáveis); nanometrologia/nanotoxicologia; regulação e translacção para a clínica; enquadramentos regulatórios FDA/EMA; sistemas comercializados - exemplos).

4.4.5. Syllabus:
Theoretical component: introduction to nanobiomaterials; development of nanobiomaterials (current applications, nanostructured materials used in pharmaceutical/biomedical applications; micro-, meso- and macroporous structures; nanostructured surfaces; examples of polymeric, metallic, inorganic, hybrid and composite nanobiomaterials preparation; functionalization/bioconjugation of nanobiomaterials; smart and stimuli-responsive

nanobiomaterials;examples of specific applications (pharmaceutical/diagnostic/theranostic applications, and implantable materials/devices - biodegradable/non-biodegradable); nanometrology and nanotoxicity; regulation and translation to the clinic; regulatory frameworks - FDA/EMA; commercialized products - examples).

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Na primeira parte da disciplina é feita uma descrição introdutória e uma avaliação crítica aos aspectos principais e fundamentais da associados aos Biomateriais/Nanotecnologias. Assim, pretende-se que os alunos adquiram/recordem os conhecimentos (básicos/específicos) que lhes permitam compreender depois todos os aspectos multi-/interdisciplinares mais avançados/específicos envolvidos e que serão introduzidos na segunda parte da mesma (nanobiomateriais, suas aplicações farmacêuticas e biomédicas, métodos de funcionalização/bioconjugação, etc.). Serão sempre fornecidos exemplos ilustrativos/casos práticos (de sucesso/insucesso) para que os alunos estabeleçam julgamentos críticos. A componente laboratorial será essencial: através de actividades relativamente simples, os alunos adquirem algumas competências laboratoriais ao mesmo tempo que são levados a compreender melhor todos os aspectos teóricos envolvidos. As demonstrações/seminários serão também muito úteis para estes objectivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
In the first part of the course it is performed an introductory description and a critical assessment on the major issues associated to Biomaterials and Nanotechnologies. It is expected that students acquire/remember all the required knowledge (basic/specific) that will allow them to understand all the subsequent more advanced multi/interdisciplinary subjects which will be involved in the second part of the course (nanobiomaterials, their pharmaceutical and biomedical applications, functionalization/bioconjugation methods, etc.). Illustrative examples and case studies (successful/unsuccessful) will be always provided so students may establish critical judgements. Laboratorial classes will be essential: through relatively simple laboratorial activities, students will acquire some laboratorial skills while, at the same time, they will be motivated to better/deeper understand course's theoretical issues. Lab demonstrations and seminars will also be useful for these goals.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Aulas teóricas: exposição oral das matérias usando recursos audiovisuais e acesso a Internet. Os conceitos teóricos serão acompanhados e ilustrados com exemplos, aplicações práticas e casos de estudo.
Aulas laboratoriais: pré-preparação das actividades, supervisão das actividades laboratoriais pelos docentes. Os alunos estarão organizados em grupos. Podem ser realizadas outras demonstrações laboratoriais (docentes e alunos de pós-graduação). Supervisão tutorial para quaisquer outras tarefas propostas. Poderão ser ainda organizados seminários (apresentados por especialistas da área).
Avaliação dos estudantes: Exame (70%), Trabalho Laboratorial ou de campo (30%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
Theoretical classes: oral exposition, using audiovisual support materials and internet access. Theoretical concepts will be accompanied and supported by application examples and case studies.
Laboratorial classes: activities pre-preparation, teaching supervision on laboratorial tasks/procedures. Students organized in groups. Laboratorial demonstrations on some selected issues may be organized (teachers/research students). Tutorial supervision for other proposed tasks. Special seminars may be organized (delivered by specialist guest lecturers).
Students' Assessment: Exam (70%), Fieldwork or laboratory work (30%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Todas as anteriormente referidas metodologias de ensino, bem como os conteúdos programáticos da disciplina, foram escolhidos tendo em consideração os objectivos (gerais e específicos) estabelecidos para a mesma. Assim e por exemplo, o uso frequente de recursos audiovisuais e o acesso a Internet, juntamente com outros exemplos ilustrativos e aplicações práticas/casos de estudo, ajudarão os alunos a ter uma perspectiva global das temáticas envolvidas na disciplina, em particular do seu carácter evidentemente inter- e multidisciplinar. Além disso, as aulas laboratoriais e a assistência a demonstrações laboratoriais e a Seminários específicos leccionados por especialistas na área, irão igualmente contribuir para atingir os objectivos propostos na disciplina. Com isto, os estudantes perceberão também em que situações/contextos é que os profissionais de Engenharia Química poderão desenvolver actividades e contribuir para o avanço destas áreas.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
All the already referred teaching methodologies, as well as the course syllabus, were chosen taking in consideration the course established goals (general and specific). For example, the frequent use of audiovisual resources and of Internet access, together with other illustrative examples, practical applications and case studies, will help students to have a global perspective on all course subjects, namely on its highly inter- and multidisciplinary character. In addition, the laboratorial activities and the attendance/participation to/in other laboratorial demonstrations and special Seminars to be presented by other experts in the field, will also contribute to reach the proposed course goals. Moreover,

students will also understand how/where can Chemical Engineering professionals perform activities and contribute for further advances in these fields.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Kee Yi, D., Papaefthymiou, G.C., (Eds.), Nanobiomaterials. Development and Applications, CRC Press, 2014
Wang, X., Ramalingam, M., Kong, X., Zhao, L., (Eds.), Nanobiomaterials. Classification, Fabrication and Biomedical Applications, Wiley-VCH, 2018
Collins, A.M., Nanotechnology Cookbook: Practical, Reliable and Jargon-free Experimental Procedures, Elsevier, 2012
Rao, C.N.R., Muller, A., Cheetham, A.K. (Eds.), The Chemistry of Nanomaterials. Synthesis, Properties and Applications, Wiley-VCH, 2004
Hermanson, G.T., Bioconjugate Techniques, Elsevier, 2013
Webster, T.J. (Ed.), Safety of Nanoparticles. From Manufacturing to Medical Applications, Springer, 2009
Pallotta, A., Clarot, I., Sobocinski, J., Fattal, E., Boudier, A., Nanotechnologies for medical devices: potentialities and risks, ACS Appl. Bio Mater., 2, 1-13, 2019
Min, Y., et al., Clinical Translation of Nanomedicine, Chem. Rev., 115, 11147-11190, 2015

Mapa IV - Nanotecnologias

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Nanotecnologias

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Nanotechnologies

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T-42; PL-14

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Química Geral, Química Analítica, Química Orgânica, Termodinâmica Química, Introdução aos Materiais e Caracterização, Química-Física de Superfícies

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: General Chemistry, Analytical Chemistry, Organic Chemistry, Chemical Thermodynamics, Introduction to Materials and Characterization, Physical Chemistry of Surfaces

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Luísa Maria Rocha Durães (T: 24; PL:8)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Hermínio José Cipriano de Sousa (hsousa@eq.uc.pt) - (T: 15; PL: 5)
Paulo Jorge Tavares Ferreira (paulo@eq.uc.pt) - (T: 3; PL:1)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Com esta disciplina pretende-se facultar aos alunos as bases científicas e tecnológicas para a síntese de

nanomateriais e de materiais nanoestruturados, bem como dar a conhecer as suas potencialidades e diferentes aplicações, nomeadamente na indústria e na saúde. São também abordadas as técnicas de caracterização de nanomaterias.
Os alunos desenvolverão competências específicas ao nível da preparação de vários nanomateriais, através do conhecimento adquirido de diversas nanotecnologias, e desenvolvendo também competências de implementação prática de algumas destas.
Desenvolvem ainda as seguintes competências genéricas com a realização/apresentação de uma monografia: instrumentais (análise/síntese, resolução de problemas, comunicação oral/escrita, gestão da informação), pessoais (trabalho em grupo, comunicar com pessoas não especialistas na área) e sistémicas (adaptação a novas situações, aprendizagem autónoma, investigar).

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
This course subject aims to provide the students with the scientific and technological knowledge for the synthesis of nanomaterials and nanostructured materials, as well as to know their potential and different applications, particularly in industry and health. In addition, the characterization techniques of nanomaterials will be addressed.
Students will develop specific skills at the level of preparation of various nanomaterials, through the knowledge gained on various nanotechnologies, and yet developing skills for practical implementation of some of these.
They will also develop the following generic skills through the completion/presentation of a monograph: instrumental (analysis/synthesis, problems solving, oral and written communication, information management), personal (teamwork, communicating with non-specialists in the area) and systemic (adapt to new situations, autonomous learning, investigation).

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Introdução às nanotecnologias/nanomateriais: Classificação; Propriedades; Aplicações; Aspetos de segurança.
Estratégias de fabricação de nanomateriais:
i) Top-down - moagem, engenharia de ultra-precisão, etching/litografia;
ii) Bottom-up - PVD, CVD, sol-gel, precipitação, microemulsões, electrospinning, método hidrotérmico, self-assembly, impressão molecular, métodos por microondas e com fluidos supercríticos.
Síntese de nanoestruturas 3D por tecnologia sol-gel: Química sol-gel com alcóxidos e sais de metal/metaloide; Etapas; Variáveis; Propriedades e aplicações de aerogéis inorgânicos, orgânicos e híbridos.
Síntese de nanopartículas de óxidos de metal.
Síntese de nanoestruturas de carbono.
Nanobiomateriais e suas aplicações farmacêuticas e biomédicas: funcionalização e bioconjugação.
Nanotecnologia na indústria do papel.
Caracterização de nanomateriais: técnicas microscópicas (TEM/SEM, AFM), técnicas de dispersão laser (DLS), contadores/classificadores de nanopartículas (CPC, DMA).

4.4.5. Syllabus:
Introduction to nanotechnology/nanomaterials: Classification; Properties; Applications; Safety issues.
Strategies for nanomaterials manufacturing:
i) Top-down - milling, ultra-precision engineering, etching/lithography;
ii) Bottom-up - PVD, CVD, sol-gel, precipitation, microemulsions, electrospinning, hydrothermal method, molecular imprinting, self-assembly, microwave and supercritical fluids-based methods.
Synthesis of 3D nanostructures by sol-gel technology: Sol-gel chemistry with metal/mataloid alkoxides and salts; Stages; Variables; Properties and applications of inorganic, organic and hybrid aerogles.
Synthesis of metal oxide nanoparticles.
Synthesis of carbon nanostructures.
Nanobiomaterias and their pharmaceutical and biomedical applications: functionalization and bioconjugation.
Nanotechnology in the paper industry.
Characterization of nanoparticles – microscopic techniques (TEM/SEM; AFM), light scatterig techniques (DLS), nanoparticles counters/classifiers (CPC, DMA).

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O conteúdo desta unidade curricular permite obter conhecimentos gerais de nanotecnologia e de nanomateriais, mas a é dada particular ênfase às estratégias de produção de nanomateriais que têm por base abordagens químicas, relativamente às quais os Engenheiros Químicos podem ter uma posição privilegiada e exercer um papel diferenciador em termos de desenvolvimento em diversos sectores da indústria e na área da saúde.
As técnicas de caracterização de nanomateriais surgem de forma natural no programa da disciplina, pois são ferramentas essenciais para aferir as propriedades dos nanomateriais produzidos/usados e o grau de exposição a nanopartículas em ambientes de trabalho.
Os ensinamentos ministrados baseiam-se em fontes bibliográficas (livros, reviews) preparadas por autores de reconhecido mérito internacional na área da nanotecnologia, sendo complementados pelas publicações e experiência dos docentes envolvidos.

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

The contents of this course subject provides general knowledge about nanotechnology and nanomaterials, but particular emphasis is given to the nanomaterials production strategies that are based on chemical approaches, for which the Chemical Engineers can have a privileged position and play a differentiating role in terms of development in various sectors of industry and in health.
The nanomaterials characterization techniques arise naturally in the syllabus, as they are essential tools for measuring the properties of produced/used nanomaterials and to access the degree of exposure to nanoparticles in the workplaces.
The taught lessons are based on literature sources (books, reviews, etc.) prepared by internationally renowned authors in the field of nanotechnology, being also complemented by the publications and experience of the involved teachers.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Exposição de conceitos teóricos acompanhada da análise de exemplos de aplicação. Dinamização da aprendizagem pela implementação de aulas práticas para síntese de nanomateriais e demonstração de nanotecnologias e técnicas de caracterização de nanomateriais, por vezes em laboratórios externos. Além disso, os alunos, organizados em grupos, desenvolvem trabalhos de pesquisa sobre temas da área em estudo, e apresentam estes oralmente à turma, seguindo-se a sua discussão. O grau de profundidade exigido nestas monografias permite aos alunos consolidar e investigar em detalhe temáticas lecionadas.
Avaliação dos estudantes: Frequência (60%), Trabalho de Síntese (40%). A apresentação oral de uma monografia e sua discussão por parte dos alunos corresponde a 40% na avaliação da disciplina, sendo a restante cotação obtida por realização de uma prova escrita individual (frequência e/ou exame)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
Exposition of theoretical concepts followed by the analysis of application examples. Stimulation of learning by implementation of practical classes for synthesis of nanomaterials and demonstration of nanotechnologies and characterization techniques, sometimes in external laboratories. Additionally, the students, organized in groups, develop survey works on topics of the area under study, and present them orally to the class, followed by their discussion. The depth required in these monographs allows students to consolidate and investigate in detail the subjects of the course.
Students' Assessment: Midterm exam (60%), Synthesis Work (40%). The oral presentation of a monograph and its discussion accounts for 40% of the evaluation of the discipline, while the remaining part is obtained by performing an individual written test (frequency and/or exam).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Apesar dos conteúdos desta unidade curricular serem de natureza predominantemente descritiva, as aulas práticas possibilitam uma maior compreensão e integração dos conteúdos lecionados, bem como estimular competências para preparação de nanomateriais. Adicionalmente, o desenvolvimento, apresentação e discussão das monografias permite que os estudantes atinjam em grupo níveis elevados de compreensão das matérias e despertem competências de pesquisa científica.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Although the contents of this course subject are predominantly descriptive, practical classes enable a greater understanding and integration of taught contents and encourage skills to the preparation of nanomaterials. Additionally, the development, presentation and discussion of the monograph allow students to reach, in group, high levels of understanding of the matters and awaken skills of scientific research.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Schwarz, J.A.; Lyshevski, S.E; Contescu, C.I. (Eds.) Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology. 3rd Ed., CRC Press, Boca Raton, 2014.
Poole, C.P.; Owens, F.J. Introduction to Nanotechnology. John Wiley and Sons, New Jersey, 2003.
Pierre, A.C., Introduction to Sol-Gel Processing, 2nd Ed., Springer, 2020.
Aegerter, M.A.; Leventis, N.; Koebel, M.M. (Eds.) Aerogels Handbook. Springer, New York, 2011 (new version forthcoming).
Laurencin, C.T.; Nair, L.S. (Eds.) Nanotechnology and Regenerative Engineering. CRC Press, Boca Raton, 2017.
Byrappa, K.; Ohara, S.; Adschiri, T. Nanoparticles Synthesis Using Supercritical Fluid Technology. Advanced Drug Delivery Reviews, 60, 299-327 (2008).
Gullichsem J.; Paulapuro, H. (Eds.) Papermaking Science And Technology Series. TAPPI, Fapet OY-Helsinki, 2000.
Sigmund, W.; El-Shall, H.; Shah, D.O.; Moudgil, B.M. (Eds.) Particulate Systems in Nano- and Biotechnologies. CRC Press, Boca Raton, 2019.

Mapa IV - Otimização de Processos e Operações

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Otimização de Processos e Operações

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Process and Operation Optimization

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
TP: 56

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Programação e Métodos Numéricos; Modelação, Simulação e Optimização, e disciplinas relacionadas com fundamentos/aplicações de processos químicos

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: Programing and Numerical Methods; Modeling, Simulation and Optimization, and curricular units related to chemical processes fundamentals/applications

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Fernando Pedro Martins Bernardo (TP: 56)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Objectivos/competências: perceber a variedade e hierarquia de problemas de optimização relevantes na indústria química (projecto e operação); conhecer os fundamentos e ferramentas necessários para formular e resolver esses problemas (optimização contínua e discreta, métodos heurísticos); ser capaz de formular e resolver diversos problemas (projecto e operação de uma ou várias unidades, síntese de diagramas de fabrico, planeamento e escalonamento da produção, projecto e gestão da cadeia de valor e logística).

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Goals/skills: understand the variety and hierarchy of optimization problems in the chemical industry (design and operations); known the fundamentals and tools needed to formulate and solve those problems (continuous and discrete optimization, heuristic methods); be able to formulate and solve several particular problems (design and operation of single or multiple units, synthesis of process flow diagrams, production planning and scheduling, value chain and logistic problems).

4.4.5. Conteúdos programáticos:
1. Introdução. Optimização em engenharia química. Projecto e operações. Tipos de problemas. Visão multiescala (espaço e tempo). Formulação de problemas. Solução por optimização matemática vs solução heurística.
2. Ferramentas matemáticas. Optimização linear e não-linear, contínua e discreta..Alguns problemas clássicos de investigação operacional e problemas de redes. Modelação com variáveis discretas. Optimização multi-objectivos. A plataforma GAMS.
3. Optimização de uma só unidade processual. Exemplos de reacção química e separação.
4. Optimização de processos químicos. Síntese óptima com base em superestruturas. Redes de reactores químicos e

redes de separação. Simulação e optimização de diagramas de fabrico.
5. Planeamento agregado da produção. Problemas multi-períodos.
6. Projecto e escalonamento de processos descontínuos. Instalações multiprodutos.
7. Projecto e gestão da cadeia de valor. Logística. Exemplos.

4.4.5. Syllabus:
1. Introduction. Optimization in chemical engineering. Design and operations. Type of problems. Multiscale view (in space and time). Problem formulation. Solution using mathematical optimization vs heuristic methods.
2. Mathematical tools. Linear and non-linear optimization, continuous and discrete variables. Some classical problems in operations research. Network problems. Modelling with discrete variables. Multiobjective optimization. The platform GAMS.
3. Optimization of a single process unit. Examples in chemical reaction and separations.
4. Optimization of complete chemical processes. Optimal process synthesis based on superstrutures. Reactor networks and separation networks. Flowsheet simulation and optimization.
5. Aggregated production planning. Multiperiod problems.
6. Design and scheduling of batch processes. Multiproduct plants.
7. Design and management of the value chain. Logistics. Examples.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos da disciplina estão perfeitamente alinhados com os objectivos a alcançar, constituindo uma criteriosa selecção de fundamentos e aplicações para se atingir tais objectivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The syllabus is aligned with the learning outcomes, integrating a thoughtful selection of fundamentals and applications in order to attain such outcomes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Aulas tradicionais, com apresentação de fundamentos, formulações de problemas e sua resolução; apresentação de casos de estudo do quais emergem conclusões mais genéricas (método indutivo); trabalhos de casa de resolução de problemas (em grupos de 2-3 alunos).
Avaliação dos estudantes: Exame (70%), Resolução de problemas (30%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
Traditional classes presenting fundamental concepts and associated methodologies, problem formulation and solution, case studies from which more general conclusions emerge (inductive method); problem solving homework (groups of 2-3 students).
Students' Assessment: Exam (70%), Problem resolving report (30%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os métodos de ensino acima referidos expõe os alunos, num primeiro momento, a um conjunto mínimo e essencial de fundamentos, ferramentas e exemplos. O estudo individual e os trabalhos de casa levarão os alunos, num segundo momento, a cimentar os conhecimentos, a alargar as suas competências na formulação e resolução dos problemas, e finalmente a reconhecer a utilidade prática das aprendizagens.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Teaching methods adopted first expose students to a minimum set of fundamentals, tools and examples. Individual study and group homework will then lead to knowledge consolidation, improved skills in problem formulation and solving, and finally acknowledging the practical usefulness of the course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
- Edgar TF, Himmelblau DM, Lasdon LS. Optimization of Chemical Processes. 2nd ed. Boston: McGraw-Hill; 2001.
- Biegler LT, Grossmann IE, Westerberg AW. Systematic Methods of Chemical Process Design. London: Prentice-Hall; 1997.
- Mah RSH. Chemical Process Structures and Information Flows. Boston: Butterworths, 1990.
- Williams HP. Model Building in Mathematical Programming. 5th ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2013.
- Winston WL. Operations Research: Applications and Algorithms. 4th ed. Belmont, CA: Thomson Learning; 2006.
- Chen DS, Batson RG, Dang Y. Applied Integer Programming. New York: John Wiley & Sons, 2010.
- Mencarelli L, Chen Q, Pagot A, Grossmann IE. A review on superstructure optimization approaches in process system engineering. Comput. Chem. Eng. 2020;136: published online, doi.org/10.1016/j.compchemeng.2020.106808.

Mapa IV - Problema Integrado de Engenharia Química I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Problema Integrado de Engenharia Química I

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Integrated Chemical Engineering Problem I

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
27

4.4.1.5. Horas de contacto:
OT: 14

4.4.1.6. ECTS:
1

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Termodinâmica Química; Dinâmica de Fluidos; Balanços Mássicos e Energéticos; Programação e Métodos Numéricos; Transferência de Calor; Introdução à Engenharia das Reações; Reactores Químicos; Operações Sólido-Líquido; Transferência de Massa; Modelação, Simulação e Optimização; Processos de Separação; Efluentes Industriais e Ambiente; Instrumentação e Controlo; Gestão e Empreendedorismo; Projeto Integrador

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: Chemical Thermodynamics; Fluid Dynamics; Mass and Energy Balances; Programming and Numerical Methods; Heat Transfer; Introduction to Reaction Engineering; Chemical Reactors; Solid-Liquid Operations; Mass Transfer; Modeling, Simulation and Optimization; Separation Processes; Industrial Effluents and Environment; Instrumentation and Control; Management and Entrepreneurship; Integrating Project

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Nuno Manuel Clemente de Oliveira (OT: 3.5)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Fernando Pedro Martins Bernardo (bernardo@eq.uc.pt), (OT: 3.5)
Hermínio José Cipriano de Sousa (hsousa@eq.uc.pt), (OT: 3.5)
Lino de Oliveira Santos (lino@eq.uc.pt), (OT: 3.5)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta unidade curricular assume um carácter de suporte no processo de aprendizagem dos conteúdos lecionados na diferentes unidades curriculares do Mestrado. Pretende-se proporcionar aos alunos uma oportunidade de integração de conhecimentos, através da sua aplicação a um problema concreto na área de Engenharia Química. São apresentadas aos estudantes algumas técnicas gerais de resolução de problemas, que poderão ser aplicadas para estruturar esta tarefa. A unidade curricular tem ainda como objectivo promover o funcionamento eficaz em equipas de 4-5 estudantes, com apoio tutorial de docentes de diferentes áreas do currículo.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
This curricular unit assumes a supporting role in the learning process of the contents of the various curricular units of the Masters Program. This is intended to provide the students with an opportunity for knowledge integration, through its application to a concrete problem in the Chemical Engineering area. The students are introduced with some general techiques for problem solving, that might be applied to structure this task. This curricular unit has also the objective to promote efficient working in teams of 4-5 students, with the tutorial support of teachers from different curriculum areas.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Estruturação do problema de Engenharia Química. Pesquisa bibliográfica, fontes de informação especializada, e estruturação da informação.
Técnicas gerais de resolução de problemas. Brainstorming. Seleção de conceitos.
Avaliação de oportunidade de negócio. Estudos de mercado.
Seleção de matérias primas e da tecnologia de base.

4.4.5. Syllabus:

Structuring of the Chemical Engineering problem. Bibliography research, sources of specialized information, and information structuring.
General techniques for problem solving. Brainstorming. Concept selection.
Evaluation of business opportunities. Market studies.
Selection of raw materials and base technology.

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

Dado o objectivo principal de assegurar a integração dos conteúdos abordados nas restantes unidades curriculares com os conhecimentos anteriores, os conteúdos programáticos nesta unidade são limitados aos indispensáveis para assegurar o funcionamento eficaz das equipas de trabalho, com o apoio tutorial dos docentes envolvidos. É privilegiada a interação dos estudantes como veículo fundamental para a aprendizagem, quer dentro dos grupos de trabalho, quer através da interação com os docentes das diversas áreas curriculares.

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

Given the main objective of ensuring the integration of the contents considered in the remaining curricular units and the previously acquired knowledge, the programmatic contents of this unit are limited to the essential to ensure the efficiency of the work teams, with the tutorial support of the faculty involved. The interaction of the students, inside the work teams, and with the teachers of the different curricular areas is incentivized, as a key methodology for effective learning.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta unidade curricular assenta na formulação e estruturação de um problema de Engenharia Química, funcionando em grupos de 4-5 elementos, com reuniões tutoriais cada 2 semanas. A aprendizagem resulta da sistematização de conceitos em torno de um problema integrado de Engenharia Química. É promovida a interação activa com os docentes e conteúdos programáticos das outras unidades curriculares do Mestrado em Engenharia Química, como forma de motivação e fonte de exemplos de aplicação mais detalhados.
Avaliação dos estudantes: Projecto (100%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This curricular unit is based on the formulation and structuring of a Chemical Engineering problem, with the students divided in groups of 4-5 elements, and having tutorial meetings every 2 weeks. The learning process results from the systematization of concepts around a problem that integrates different subdomain areas in Chemical Engineering. The interaction with the teachers and the programatic contents of different curricular units of the Masters program is actively promoted, to motivate the students and provide more elaborate application examples.
Students' Assessment: Project (100%)

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

A resolução de estudos de caso ou de exemplos de aplicação mais detalhados é essencial para a interiorização dos conceitos e conteúdos técnicos fundamentais abordados nas unidades curriculares que compõem o Mestrado em Engenharia Química. Algumas das principais dificuldades identificadas anteriormente neste processo são: i) a limitação temporal associada na resolução de exemplos mais completos dentro de cada unidade curricular; ii) a compartimentação das matérias dentro das diversas unidades curriculares. Nas unidades curriculares de Problema Integrado de Engenharia Química 1 e 2, procura colmatar-se as dificuldades anteriores através da análise e solução incremental de um problema integrado, que é analisado desde o início da sua conceptualização, num processo de solução estruturado. Posteriormente, nas unidades curriculares de Projeto de Produto e Projeto de Processo, o tratamento dos exemplos é aprofundado e completado, permitindo fechar a análise destes problemas.

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

The solution of case studies and more detailed application examples is essential for learning the fundamental concepts and technical contents considered in the various curricular units if the Masters Program in Chemical Engineering. Some of the main difficulties previously identified in this process are: i) the temporal limitation associated with the solution of more complete examples in each curricular unit; ii) the compartmentalization of materials between distinct curricular units. In the curricular units of Integrated Chemical Engineering Problem 1 and 2, we seek to eliminate these difficulties through the analysis and incremental solution of an integrated problem, which is analysed from the

begginning of its conceptualization, in a structured solution process. Later, in the curricular units of Product Design and Process Design, the treatment of these examples is completed, closing their analysis.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Wittcoff, H.A., Reuben, B.G., Plotkin, J.S., Industrial Organic Chemicals, 3ª ed., John Wiley & Sons, New York, 2013.
- Heaton, C.A., The Chemical Industry, Blackie & Son Ltd., London, 1986.
- G.T. Austin, Shreve's Chemical Process Industries, 5ª ed., McGraw-Hill, New York, 1999.
- Wertz, J.L., Bédué, O., Lignocellulosic Biorefineries, EPFL Press, Lausanne, 2013.
- Turton, R.; Bailie, R. C.; Whiting, W. B.; Shaeiwitz, J. A. Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes, 4ª ed., Prentice Hall International, Upper Saddle River, 2012.
- Seider, W. D.; Seader, J. D.; Lewin, D. R. Product & Process Design Principles: Synthesis, Analysis, and Evaluation, 4ª ed., John Wiley & Sons, New York, 2017.

Mapa IV - Problema Integrado de Engenharia Química II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Problema Integrado de Engenharia Química II

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Integrated Chemical Engineering Problem II

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
27

4.4.1.5. Horas de contacto:
OT: 14

4.4.1.6. ECTS:
1

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Termodinâmica Química; Dinâmica de Fluidos; Balanços Mássicos e Energéticos; Programação e Métodos Numéricos; Transferência de Calor; Introdução à Engenharia das Reações; Reactores Químicos; Operações Sólido-Líquido; Transferência de Massa; Modelação, Simulação e Optimização; Processos de Separação; Efluentes Industriais e Ambiente; Instrumentação e Controlo; Gestão e Empreendedorismo; Projeto Integrador; Modelação e Supervisão de Processos; Processos de Separação Avançados

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: Chemical Thermodynamics; Fluid Dynamics; Mass and Energy Balances; Programming and Numerical Methods; Heat Transfer; Introduction to Reaction Engineering; Chemical Reactors; Solid-Liquid Operations; Mass Transfer; Modeling, Simulation and Optimization; Separation Processes; Industrial Effluents and Environment; Instrumentation and Control; Management and Entrepreneurship; Integrating Project; Process Modeling and Supervision; Advanced Separation Processes

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Nuno Manuel Clemente de Oliveira (OT: 3,5*nº de grupos)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Fernando Pedro Martins Bernardo (bernardo@eq.uc.pt), (OT: 3,5*nº de grupos)
Hermínio José Cipriano de Sousa (hsousa@eq.uc.pt), (OT: 3,5*nº de grupos)

*Lino de Oliveira Santos (lino@eq.uc.pt), (OT: 3,5*nº de grupos)*

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta unidade curricular assume um carácter de suporte no processo de aprendizagem dos conteúdos lecionados na diferentes unidades curriculares do Mestrado. Pretende-se proporcionar aos alunos uma oportunidade de integração de conhecimentos, através da sua aplicação a um problema concreto na área de Engenharia Química. Esta unidade curricular permite o prolongamento das actividades iniciadas em Problema Integrado de Engenharia Química 1, neste caso através do aprofundamento do estudo das operações e equipamentos envolvidos na aplicação considerada. A unidade curricular tem ainda como objectivo promover o trabalho eficiente em equipas de 4-5 estudantes, com apoio tutorial de docentes de diferentes áreas do currículo.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
This curricular unit assumes a supporting role in the learning process of the contents of the various curricular units of the Masters Program. This is intended to provide the students with an opportunity for knowledge integration, through its application to a concrete problem in the Chemical Engineering area. This curricular unit allows the continuation of the activities initiated in Integrated Chemical Engineering Problem 1, through the more detailed study of the operations and equipments involved in the application considered. The unit has also the objective to promote efficient working in teams of 4-5 students, with the tutorial support of teachers from different curriculum areas.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Elaboração de diagramas de processo simplificados (diagramas de fluxo).
Balanços preliminares em diagramas de fabrico.
Abordagens de modelação das principais unidades de processo.
Recolha e tratamento de dados físico-químicos de suporte.

4.4.5. Syllabus:
Construction of simplified process diagrams (flux diagrams).
Preliminary balances in process diagrams.
Modeling approaches of the main process units.
Collection and treatment of physico-chemical support data.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Dado o objectivo principal de assegurar a integração dos conteúdos abordados nas restantes unidades curriculares com os conhecimentos anteriores, os conteúdos programáticos nesta unidade são limitados aos indispensáveis para assegurar o funcionamento eficaz das equipas de trabalho, com o apoio tutorial dos docentes envolvidos. É privilegiada a interação dos estudantes como veículo fundamental para a aprendizagem, quer dentro dos grupos de trabalho, quer através da interação com os docentes das diversas áreas curriculares.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Given the main objective of ensuring the integration of the contents considered in the remaining curricular units and the previously acquired knowledge, the programmatic contents of this unit are limited to the essential to ensure the efficiency of the work teams, with the tutorial support of the faculty involved. The interaction of the students, inside the work teams, and with the teachers of the different curricular areas is incentivized, as a key methodology for effective learning.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Esta unidade curricular assenta na formulação e estruturação de um problema de Engenharia Química, funcionando em grupos de 4-5 elementos, com reuniões tutoriais cada 2 semanas. A aprendizagem resulta da sistematização de conceitos em torno de um problema integrado de Engenharia Química. É promovida a interação activa com os docentes e conteúdos programáticos das outras unidades curriculares do Mestrado em Engenharia Química, como forma de motivação e fonte de exemplos de aplicação mais detalhados.
Avaliação dos estudantes: Projecto (100%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
This curricular unit is based on the formulation and structuring of a Chemical Engineering problem, with the students divided in groups of 4-5 elements, and having tutorial meetings every 2 weeks. The learning process results from the systematization of concepts around a problem that integrates different subdomain areas in Chemical Engineering. The interaction with the teachers and the programatic contents of different curricular units of the Masters program is actively promoted, to motivate the students and provide more elaborate application examples.
Students' Assessment: Project (100%)

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

A resolução de estudos de caso ou de exemplos de aplicação mais detalhados é essencial para a interiorização dos conceitos e conteúdos técnicos fundamentais abordados nas unidades curriculares que compõem o Mestrado em Engenharia Química. Algumas das principais dificuldades identificadas anteriormente neste processo são: i) a limitação temporal associada na resolução de exemplos mais completos dentro de cada unidade curricular; ii) a compartimentação das matérias dentro das diversas unidades curriculares. Nas unidades curriculares de Problema Integrado de Engenharia Química 1 e 2, procura colmatar-se as dificuldades anteriores através da análise e solução incremental de um problema integrado, que é analisado desde o início da sua conceptualização, num processo de solução estruturado. Posteriormente, nas unidades curriculares de Projeto de Produto e Projeto de Processo, o tratamento dos exemplos é aprofundado e completado, permitindo fechar a análise destes problemas.

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

The solution of case studies and more detailed application examples is essential for learning the fundamental concepts and technical contents considered in the various curricular units if the Masters Program in Chemical Engineering. Some of the main difficulties previously identified in this process are: i) the temporal limitation associated with the solution of more complete examples in each curricular unit; ii) the compartmentalization of materials between distinct curricular units. In the curricular units of Integrated Chemical Engineering Problem 1 and 2, we seek to eliminate these difficulties through the analysis and incremental solution of an integrated problem, which is analysed from the begginning of its conceptualization, in a structured solution process. Later, in the curricular units of Product Design and Process Design, the treatment of these examples is completed, closing their analysis.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Wittcoff, H.A., Reuben, B.G., Plotkin, J.S., Industrial Organic Chemicals, 3ª ed., John Wiley & Sons, New York, 2013.
2. Heaton, C.A., The Chemical Industry, Blackie & Son Ltd., London, 1986.
3. Turton, R.; Bailie, R. C.; Whiting, W. B.; Shaeiwitz, J. A. Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes, 3ª ed., Prentice Hall International, Upper Saddle River, 2009.
4. Seider, W. D.; Seader, J. D.; Lewin, D. R. Product & Process Design Principles: Synthesis, Analysis, and Evaluation, 4ª ed., John Wiley & Sons, New York, 2017.
5. Felder, R.M., Rousseau, R.W., Bullard, L.G., Elementary Principles of Chemical Processes, 4ª ed., John Wiley & Sons, New York, 2017.
6. Walas, S.M., Chemical Process Equipment, Butterworth-Heinemann, Boston (1990).

Mapa IV - Processos de Separação Avançados

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Processos de Separação Avançados

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Advanced Separation Processes

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
Advanced Separation Processes

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
135

4.4.1.5. Horas de contacto:
T - 28 h ; TP - 28 h

4.4.1.6. ECTS:
5

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Análise Matemática I, II e III; Termodinâmica Química; Transferência de Massa; Transferência de Calor; Balanços Mássicos e Energéticos; Processos de Separação; Programação e Métodos Numéricos, Inglês

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: Calculus I, II and III; Chemical Thermodynamics; Heat Transfer; Mass Transfer; Mass and Energy Balances; Separation Processes; Applied Computing and Numerical Methods; English

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Licínio Manuel Gando de Azevedo Ferreira (T:14; TP:14)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Maria da Graça Bontempo Vaz Rasteiro mgr@eq.uc.pt (T:14; TP:14)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Com a frequência desta uc o aluno deve saber:
• Aplicar os fundamentos téoricos para avaliar o desempenho dos processos de separação baseados na velocidade de transferência de massa
• Dimensionar os equipamentos tendo como base ferramentas de modelação matematica e simulação
• Intepretar o efeito de alterações em parâmetros de operação no dimensionamento da unidade de separação.
• Optimizar o funcionamento de equipamento de separação.
• Seleccionar o processo de separação e o equipamento mais adequados para uma determinada aplicação industrial
.Integrar conhecimentos para avaliar o desempenho dos processos híbridos conjugando mais do que uma operação ou mecanismos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
With the frequency of this course the student should know:
• Apply the theoretical foundations to evaluate the performance of separation processes based on mass transfer rate
• Design the equipment based on mathematical modeling and simulation tools
• Interpret the effect of changes in operating parameters on the sizing of the separation unit.
• Optimize the operation of separation equipment.
• Select the separation process and equipment best suited for a particular industrial application.
Integrate knowledge to evaluate the performance of hybrid processes involving more than one mechanism or operation.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Generalidades sobre processos de separação avançados. Processos cíclicos de adsorção: PSA (Pressure Swing Adsorption), TSA (Temperature Swing Adsorption) e SMB (Simulated Moving Bed). Fundamentos. Modelação, projecto e aplicações industriais. Processos cromatográficos. Tipos e modos de operação. Parâmetros operatórios. Modelo da teoria dos pratos. Equação de Van Deemter. Separação por membranas. Microfiltração, ultrafiltração e nanofiltração. Equipamentos. Equações de transporte. Modelos para a previsão do fluxo. Polarização (modelo do filme) e fouling de membranas. Procedimentos de projecto. Dessalinização por osmose inversa. Permeação de gases e Pervaporação. Cristalização: princípios gerais; mecanismos de nucleação; mecanismos de crescimento dos cristais; balanços de população; projecto de cristalizadores ideais (MSMPR). Processos de separação híbridos ou complexos: conceitos gerais; destilação extractiva e azeotrópica; destilação reactiva; separação por membranas e destilação.

4.4.5. Syllabus:
Generalities on advanced separation processes. Cyclic adsorption processes: PSA (Pressure Swing Adsorption), TSA (Temperature SwingAdsorption) and SMB (Simulated Moving Bed). Fundamentals. Modeling, design and industrial applications. Chromatographic processes. Types and modes of operation. Operating parameters. Model based on plate theory. Van Deemter's equation. Separation by membranes. Microfiltration, ultrafiltration and nanofiltration. Equipments. Equations of transport. Models for predicting the permeate flow. Polarization (film model) and membrane fouling. Design procedures. Desalination by reverse osmosis. Gas Permeation and Pervaporation. Crystalization: basic concepts; nucleation mechanisms; crystal growth mechanisms; population balance modelling; design of MSMPR crystalizers.
Hybrid separation processes: general concepts; extractice and aseotropic distillation; reactive distillation; membrane separation and distillation.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Com o 1º capítulo da uc pretende-se apresentar as principais motivações do estudo dos processos de separação avançados. No 2º capítulo são abordados os processos cíclicos adsortivos e a configuração em leito móvel simulado. No 3º capítulo são estudados os princípios de operação dos vários tipos de cromatografia para fins industriais e os modelos mais comuns para descrever a dinâmica da separação seletiva de misturas. No 4º capítulo são ministrados os fundamentos necessários para interpretar a separação de componentes por membranas, os modelos matemáticos que descrevem os fluxos dos solutos e solventes através das membranas e os procedimento de cálculo para dimensionar

os módulos com diferentes configurações. O 5º capítulo é dedicado aos processos de cristalização com enfoque no projecto de cristalizadores ideais. O 6º capítulo incide nos processos híbridos com apresentação dos conceitos subjacentes e exemplos de vários processos híbridos realçando a aplicação industrial.

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

The first chapter aims to present the main motivations of the study of advanced separations. The second chapter deals with cyclic adsorptive processes and the simulated moving bed configuration. Chapter 3 is dedicated to the separation of constituent mixtures by chromatography. Knowledge that allows to understand the operating principles of the various types of chromatography for industrial purposes and the most common models for assessing their dynamics are learned. Chapter 4 provides the fundamentals for interpreting the separation of components by membranes, mathematical models describing the fluxes of solutes and solvent, and the calculation procedures for sizing modules with different configurations.The 5th chapter is dedicated to crystallization with a focus on the design of ideal crystallizers. Chapter 6 focuses on hybrid processes with presentation of the underlying concepts and examples of various hybrid processes stressing the respective industrial application.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino é ministrado através de aulas teóricas e teórico-práticas. Nas aulas teóricas são expostos conceitos teóricos e metodologias de abordagem de problemas, acompanhados de alguns exemplos de aplicação. Nas aulas práticas os alunos devem resolver problemas nos quais se aplicam os conceitos apreendidos nas aulas teóricas. Estas aulas são também destinadas à resolução de problemas mais complexos, relacionados com o projecto dos equipamentos, onde se incentiva o trabalho e discussão em grupo.
Avaliação: 2 minitestes, trabalho de grupo (2/3 alunos) e exame final.
Avaliação dos estudantes: Exame (70%), Mini Testes (15%), Projecto (15%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching is provided through lectures and theoretical-practical classes. In the lectures are exposed theoretical concepts and methodologies in the study of problems, together with some application examples. In theoretical practical classes the students must solve problems for applying concepts learned in the lectures. These classes are also designed to solve more complex problems related to the design of the equipments, in which the work and group discussion are promoted.
Assessment: 2 mini-tests, group work (2/3 students) and final exam.
Students' Assessment: Exam (70%), Test (15%), Project (15%)

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

As aulas teóricas são expositivas através de slides e com apresentação de alguns vídeos de forma a permitir uma aprendizagem mais eficaz dos conhecimentos sobre os processos de separação em estudo. Ao longo da exposição dos conteúdos os alunos são confrontados com questões e desafios que visam estimular a sua participação activa nas aulas. Nas aulas teórico-práticas são resolvidos exercícios para consolidar os conceitos teóricos e incentivar o trabalho de equipa na abordagem de problemas mais complexos e casos de estudo. O recurso à plataforma LABVIRTUAL proporciona maior capacidade de utilização de meios informáticos e de fontes alternativas de informação e o estudo aotónomo.
A avaliação baseada na realização de 2 minitestes testes proporciona aos docentes da disciplina um melhor acompanhamento do processo ensino-aprendizagem ajustando se necessário os métodos de ensino face aos resultados parciais do desempenho dos alunos.

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

The lectures are expository using slides and with the presentation of some videos to enable more effective learning of knowledge about the separation processes under study. Throughout the exposition of the topics of the course, questions and challenges for the students are raised in order to promote discussion and thus provide an active participation of students. In practical classes will be solved exercises to strengthen the theoretical concepts and will encourage teamwork in addressing problems dealing with the project of equipments. The use of the LABVIRTUAL platform is also stimulated and promotes the ability to use different communication sources of information and autonomous study.
A formative evaluation based on the achievement of 2 intermediate mintests gives teachers the discipline a better monitoring of the teaching-learning process by adjusting if necessary teaching methods after analyzing the partial results of the performance of students.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

•Ismail, AF, Rahman, MA, Othman, MHD, Matsuura, T. Membrane Separation. Principles and Applcations, Elsevier, 2019.
•Mullin, JW. Crystallization , 4th Edition, Elsevier, 2001.
•Seader, JD, Henley and Roper, Separation Process Principles, 3nd Ed., J Wiley, 2011.
•Kaushick Nath, R.W. Membrane Separation Processes, 2th Ed., PHI Learning Private Limited, 2017.

•Kevin R. Wood, Y. A. Wood, Y. A. Liu, Yu, Y. Design, Simulation and Optimization of Adsorptive and Chromatographic Separations, Wiley-VCH, 2018.
•LABVIRTUAL (http://labvirtual.eq.uc.pt).
•Mulder, M. Basic principle of membrane technology. Kluwer Academic Publishers, 1996.
•Wankat, PC. Rate-controlled separations. Blackie Academic & Professional, 1994.
•Lutze, P, Górak, A. Reactive and membrane assisted separations, de Gruyter, Berlin, 2016.
•Kulprathipanja, S. Reactive Separation Processes, CRC Press Taylor & Francis Group, 2019.

Mapa IV - Produtos e Processos Farmacêuticos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Produtos e Processos Farmacêuticos

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Pharmaceutical Products and Processing

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T: 42; OT: 14

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Sem pré-requisitos específicos

4.4.1.7. Observations:
No specific prerequesites

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Hermínio Cipriano de Sousa (T: 42; OT: 14)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O objectivo principal desta disciplina é a aquisição/desenvolvimento de competências (básicas/específicas) nas áreas da descoberta/desenvolvimento de novos fármacos/medicamentos, e dos processos farmacêuticos (produção de API's e de medicamentos). Os procedimentos regulamentares envolvidos, em particular as Boas Práticas de Fabrico - "Good Manufacturing Practices" (cGMP), são abordados de uma forma detalhada. É sempre utilizada uma perspectiva multidisciplinar. Pretende-se ainda a expansão e a aplicação dos conhecimentos/competências de Engenharia Química já adquiridas (processos de transformação e de separação, conceitos de qualidade, etc.) nas áreas da tecnologia farmacêutica e dos processos farmacêuticos. Serão ainda desenvolvidas competências de síntese através da execução de trabalhos/projectos/monografias sobre os temas abordados na disciplina. Serão organizados seminários de especialistas na área (académicos/industriais) e visitas de estudo a empresas da área da disciplina.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The main goal of this course is the acquisition/development of basic/specific knowledge/skills in the fields of the

discovery/development of new drugs/medicines, and of pharmaceutical processing (APIs and medicine manufacturing). The involved regulatory requirements, and particularly "Good Manufacturing Practices" - GMPs, will be covered in detail. A multidisciplinary perspective is always provided. Other course goals are related to the expansion and application of some of the already acquired Chemical Engineering knowledge/skills (transformation and separation processes, quality systems, etc.) into the areas of pharmaceutical technology and pharmaceutical processes. Tasks/projects/monographs on the subjects covered in this course will be proposed and will help to develop students' synthesis skills. Special seminars (to be presented by specialist guest lecturers - academic/industrial) will be scheduled. Field visits to pharmaceutical companies will be organized.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Componente teórica: introdução aos fármacos e à indústria farmacêutica; doenças, alvos e receptores; conceitos básicos de Farmácia; formas finais de dosagem e vias de administração; toxicologia, farmacodinâmica e farmacocinética; autoridades reguladoras: Portugal (Infarmed), Europa (EMA), EUA (FDA), outras: ICH, PIC/S, WHO); procedimentos regulamentares na introdução de medicamentos no mercado; estudos não-clínicos (GLP); estudos e ensaios clínicos (GCP); Boas Práticas de Fabrico cGMP); processos farmacêuticos primários – produção de API's; processos farmacêuticos secundários – produção de medicamentos.

4.4.5. Syllabus:

Theoretical component: introduction to drugs and to the pharmaceutical industry; diseases, targets and receptors; basic concepts of Pharmacy; medicines and routes of administration; pharmacodynamics; pharmacokinetics; toxicology; regulatory authorities: Portugal (Infarmed), Europe (EMA), USA (FDA), other: ICH, PIC/S WHO); regulatory issues towards market authorization; non-clinical studies (GLP); clinical studies and trials (GCP); Good Manufacturing Practices (cGMP); primary pharmaceutical processing – API manufacturing; secondary pharmaceutical processing – medicine manufacturing.

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

Na primeira parte da disciplina é feita uma descrição introdutória aos aspectos mais relevantes relacionados com a descoberta/desenvolvimento de novos fármacos/medicamentos. Na segunda parte da disciplina, os alunos serão introduzidos a temas mais específicos, nomeadamente considerações regulamentares e autoridades reguladoras, Boas Práticas de Fabrico (GMP), e processos farmacêuticos (primários e secundários). A componente tutorial será essencial: através da realização das tarefas/projectos/monografias propostas (a realizar durante todo o semestre), os alunos serão desafiados a aplicar os conhecimentos teóricos em actividades que considerem os principais aspectos envolvidos no desenvolvimento/fabrico de um medicamento. Os aspectos regulamentares associados a estes processos devem ser focados. A assistência aos seminários e as visitas de estudo permitirão ainda complementar os conhecimentos nas temas da disciplina e ter uma perspectiva mais abrangente da indústria farmacêutica.

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

In the first part of the course it is performed an introduction to the major issues related to the drug/medicine discovery/development processes. In the second part of the course, students will be introduced to more specific subjects, namely those concerning regulatory authorities and issues, Good Manufacturing Practices (cGMP) and phamaceutical processes (primary and secondary). The tutorial component will be essential:
through performing some pre-determined tasks/projects/monographs (during the entire semester), students will be challenged to apply the acquired theoretical knowledge into activities that consider the main subjects involved in the development/manufacture of a specific medicine. The relevant regulatory issues associated to these processes must be focused. The attendance to the seminars and the field visits to some pharmaceutical companies will complement students' knowledge and provide other perspectives on the course subjects and on the pharmaceutical industry.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas: exposição oral das matérias usando recursos audiovisuais e acesso a Internet. Os conceitos teóricos serão acompanhados e ilustrados com exemplos, aplicações práticas e casos de estudo.
Aulas tutoriais: selecção das tarefas/projectos/monografias propostas pelos alunos/docente, supervisão tutorial das actividades pelos docentes (ao longo de todo o semestre). Os alunos estarão organizados em grupos.
Serão organizados seminários de especialistas na área (académicos/industriais). Realizar-se-ão de visitas de estudo a empresas farmacêuticas.
Avaliação dos estudantes: Exame (40%), Trabalho de Síntese (60%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes: oral exposition, using audiovisual support materials and internet access. Theoretical concepts will be accompanied and supported by application examples and case studies.
Tutorial classes: tasks/projects/monographs selection (proposed by students/teacher), tutorial supervision by teacher (during the whole semester). Students will be organized in groups.
Special seminars (to be presented by specialist guest lecturers - academic/industrial) will be scheduled. Field visits to pharmaceutical companies will be organized.

Students' Assessment: Exam (40%), Synthesis Work (60%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Todas as anteriormente referidas metodologias de ensino, bem como os conteúdos programáticos da disciplina, foram escolhidos tendo em consideração os objectivos (gerais e específicos) estabelecidos para a mesma. Assim e por exemplo, o uso frequente de recursos audiovisuais e o acesso a Internet, juntamente com outros exemplos ilustrativos e aplicações práticas/casos de estudo, ajudarão os alunos a ter uma perspectiva global das temáticas envolvidas na disciplina, em particular do seu carácter evidentemente inter- e multidisciplinar. Além disso, as aulas tutoriais (e a realização tarefas/projectos/monografias), a assistência aos seminários leccionados por "experts" na área e as visitas a unidades farmacêuticas industriais, irão igualmente contribuir para atingir os objectivos propostos na disciplina. Com isto, os estudantes perceberão também em que situações/contextos é que os profissionais de Engenharia Química poderão desenvolver actividades e contribuir para o avanço destas áreas.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
All the already referred teaching methodologies, as well as the course syllabus, were chosen taking in consideration the course established goals (general and specific). For example, the frequent use of audiovisual resources and of Internet access, together with other illustrative examples, practical applications and case studies, will help students to have a global perspective on all course subjects, namely on its highly inter- and multidisciplinary character. In addition, the tutorial classes (and the execution the proposed tasks/projects/monographs), the attendance to the special Seminars to be presented by experts in the field, and the participation in field visits to pharmaceutical companies, will also contribute to reach the proposed course goals. Moreover, students will also understand how/where can Chemical Engineering professionals perform activities and contribute for further advances in these fields.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Ng, R, Drugs: From Discovery to Approval, 2nd Ed, Wiley-Blackwell, 2008
Bartfai, T, Lees, GV, Drug Discovery - From Bedside to Wall Street, Elsevier, 2006
Patravale, VB, DiSouza, JI, Rustomjee, M (Eds), Pharmaceutical Product Development: Insights Into Pharmaceutical Processes, Management and Regulatory Affairs, 1st Ed, CRC Press, 2016
Bennett, B, Cole, G (Eds.), Pharmaceutical Production, An Engineering Guide, IChemE, 2003
Swarbrick, J (Ed), Encyclopedia of Pharmaceutical Technology, 3rd Ed, Vols 1-3, Informa Healthcare, 2007
Nally, JD (Ed), Good Manufacturing Practices for Pharmaceuticals, 6th Ed, Informa Healthcare, 2007
Prager, G, Practical Pharmaceutical Engineering, 1st Ed, Wiley, 2018
am Ende, DJ (Ed), Chemical Engineering in the Pharmaceutical Industry: R&D to Manufacturing, 1st Ed, Wiley, 2010
Jagschies, G, Lindskog, E, Lacki, K, Galliher, PM (Eds), Biopharmaceutical Processing: Development, Design, and Implementation of Manufacturing Processes, 1 st Ed, Elsevier, 2018

Mapa IV - Projeto de Processo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Projeto de Processo

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Process Design

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
405

4.4.1.5. Horas de contacto:
T: 42; TP: 14; OT: 42

4.4.1.6. ECTS:
15

4.4.1.7. Observações:

Conhecimentos de base recomendados:O projeto desenvolvido nesta unidade curricular tem como pressuposto a continuidade do trabalho efetuado pela equipa de estudantes nos Problemas Integrados de Engenharia Química I/II, sendo por isso necessário a frequência prévia destas.
Outros conhecimentos de base recomendados: Termodinâmica Química; Dinâmica de Fluidos; Balanços Mássicos e Energéticos; Programação e Métodos Numéricos; Transferência de Calor; Introdução à Engenharia das Reações; Reactores Químicos; Operações Sólido-Líquido; Transferência de Massa; Modelação, Simulação e Optimização; Processos de Separação; Efluentes Industriais e Ambiente; Instrumentação e Controlo; Gestão e Empreendedorismo; Estatística Industrial; Projeto Integrador; Modelação e Supervisão de Processos; Processos de Separação Avançados; Projeto de Produto; Reatores Multifásicos.

4.4.1.7. Observations:

Recommended Prerequesites: The project developed in this curricular unit is based on the continuity of the work carried out by the team of students in the Integrated Problems of Chemical Engineering I / II, thus the previous attendance of the latter is necessary.
Other recommended prerequesites:
Chemical Thermodynamics; Fluid Dynamics; Mass and Energy Balances; Programming and Numerical Methods; Heat Transfer; Introduction to Reaction Engineering; Chemical Reactors; Solid-Liquid Operations; Mass Transfer; Modeling, Simulation and Optimization; Separation Processes; Industrial Effluents and Environment; Instrumentation and Control; Management and Entrepreneurship; Industrial Statistics; Integrating Project; Process Modeling and Supervision; Advanced Separation Processes; Product Design; Multiphase Reactors

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

Nuno Manuel Clemente de Oliveira (T: 13; TP: 5; OT: 13)

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

Fernando Pedro Martins Bernardo (bernardo@eq.uc.pt) - (T: 13; TP: 5; OT: 13)
Hermínio José Cipriano de Sousa (hsousa@eq.uc.pt) - (T: 8; TP: 2; OT: 8)
Lino de Oliveira Santos (lino@eq.uc.pt) - (T: 8; TP: 2; OT: 8)

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

Esta unidade curricular assume um carácter de integração de conhecimentos e competências adquiridas ao longo do curso, proporcionando aos alunos uma oportunidade de aplicação a um problema concreto de projecto de uma unidade industrial para produção de um produto químico. Tipicamente, o trabalho de projecto envolve a integração de quatro componentes: i) avaliação de oportunidade de negócio e estudo de mercado, ii) selecção da tecnologia de base, iii) projecto técnico de engenharia química (síntese e análise do diagrama de fabrico e dimensionamento das principais unidades), iv) análise económica. Este exercício de projecto visa também aprofundar as capacidades de trabalho em equipa e de interacção com um conjunto de peritos em diversas áreas. Em paralelo com estas solicitações, os alunos são também expostos a tópicos de Engenharia de Processos e Sistemas, visando dotar a actividade de projecto de um carácter mais sistemático.

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

This curricular unit addresses the integration of knowledge and competences acquired throughout the curriculum, creating an opportunity for the students to work in detail a concrete problem related to the design of an industrial unit for the production of a given chemical product. Typically, the work to be developed includes four components: i) evaluation of a business opportunity and market study, ii) selection of the basis technology, iii) technical chemical engineering design (synthesis and analysis of the process diagram and dimensioning of the main units), iv) economic analysis. This design exercise also aims at improving the capabilities of team work, and interaction with technical experts in several areas. In parallel with these demands, the students are also exposed to a set of Process Systems Engineering topics, to provide the design activity with more systematic answers.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Métodos de decisão em projecto de processos químicos industriais. Métodos hierárquicos (sistemáticos) de síntese de processos químicos. Síntese de subsistemas específicos (reacção e separação). Projecto de sistemas descontínuos. Interacções entre projecto e escalonamento. Metodologias gerais de escalonamento e de optimização de processos descontínuos (RTN, STN). Análise económica em projecto de processos químicos. Estimativa de custos de investimento e custos de fabrico. Análise de rentabilidade económica. Layout de instalações industriais. Integração de

conceitos de segurança industrial. Elaboração de diagramas detalhados de processos químicos, e outros deliverables. Integração entre o projecto e a sua supervisão. Especificação de estratégias de supervisão. Plantwide control.

4.4.5. Syllabus:

Decision methodologies in the design of industrial chemical processes. Hierarchic (systematic) methods fo the synthesis of chemical processes. Synthesis of specific subsystems (reaction and separation). Design of discontinuous processes. Interactions between design and scheduling. General methodologies of scheduling and optimization of discontinuous processes (RTN, STN). Economic analysis in the design of chemical processes. Estimates of investment and operating costs. Economic feasibility analysis. Layout of industrial processes. Integration of industrial plant safety concepts. Elaboration of detailed process diagrams and other design deliverables. Integration between design and supervision. Specification of supervision strategies. Plantwide control.

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

A unidade curricular introduz conceitos básicos e metodologias essenciais para se alcançarem os objectivos acima mencionados. São analisados exemplos que ilustram as metodologias gerais e integram conhecimentos prévios de fundamentos e tecnologias da engenharia química. Em paralelo, os estudantes desenvolvem um projecto de um processo químico (em grupos de 4-5 elementos), sob supervisão dos docentes e aplicando grande parte das metodologias apresentadas nas aulas.

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

The course introduces basic concepts and methodologies essential to attain the above mentioned objectives. Examples are given to illustrate methodologies and integrate previous knowledge of chemical engineering fundamentals and technologies. In parallel, students develop their own project of a chemical plant concept (in groups of 4-6 elements), under supervision of the course professors and applying the methods previously presented in the lectures.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas tradicionais (mais expositivas) relativas às abordagens a seguir, e à apresentação de exemplos de ilustração.
Apresentação de casos de estudo, e promoção de competências de resolução de problemas e de uma visão sistemática da actividade de projecto de processos químicos.
Projecto desenvolvido por grupos de 4-5 estudantes, com orientação (reuniões tutoriais e apresentações periódicas).
Avaliação: projecto + relatório + apresentações.
Avaliação dos estudantes: Projecto (95%), Resolução de problemas (5%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Traditional (more expositive) lectures, relative to the methodologies to be applied, and with the presentation of application examples.
Presentation of case studies, encouraging problem solving skills and a systematic view the activity of process design.
Design application developed by groups of 4-6 students under supervision (including tutorial meetings and periodical presentations).
Evaluation: design task + report + presentations.
Students' Assessment: Project (95%), Problem resolving report (5%)

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

Os conteúdos básicos e metodologias são primeiro apresentados e depois, num segundo momento, ilustrados com exemplos. Por vezes, adopta-se antes um método indutivo, explorando um determinado exemplo, do qual depois emergem conceitos fundamentais (desenvolvimento de casos de estudo). Os conteúdos fornecidos nas aulas são em grande parte aplicados pelos estudantes nos projectos concretos por eles desenvolvidos. Uma orientação próxima é um factor crítico para se atingirem os objectivos, uma vez que os problemas tratados são muitas vezes complexos, multidisciplinares e envolvendo muita informação. Face a estas dificuldades, a avaliação final do projecto não valoriza apenas a qualidade técnica e científica do conceito de produto proposto, mas também a aplicação criteriosa de uma metodologia durante o desenvolvimento do conceito.

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

Basic contents and methodologies are first introduced and thereafter illustrated with examples. Sometimes, a more inductive approach is preferred, exploring a given example and then concepts emerge from it (development of case studies). The contents given in lectures are to a great extent applied by the students in the particular projects they develop. A close orientation is a critical factor to achieve objectives, since problems in hands are often complex, multidisciplinary and involving a lot of information. In face of these difficulties, the project evaluation do not only grade the technical and scientific quality of the proposed product concept, but also a judicious application of a design methodology along concept development.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Turton, R.; Bailie, R. C.; Whiting, W. B.; Shaeiwitz, J. A. Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes, 3ª ed., Prentice Hall International, Upper Saddle River, 2009.
- Biegler, L. T.; Grossmann, I. E.; Westerberg, A.W. Systematic Methods of Chemical Process Design, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1997.
- Douglas, M. Conceptual Design of Chemical Processes, McGraw-Hill Book Company, New York, 1988.
- Seider, W. D.; Seader, J. D.; Lewin, D. R. Product & Process Design Principles: Synthesis, Analysis, and Evaluation, 4ª ed., John Wiley & Sons, New York, 2017.
- Smith, R., Chemical Process Design and Integration, 2ª ed., John Wiley & Sons, New York, 2016.

Mapa IV - Projeto de Produto

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Projeto de Produto

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Product Design

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
TP - 42; OT - 14

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Química -Física de Superfícies, Termodinâmica Química, Dinâmica de Fluidos, Transferência de Calor, Transferência de massa, Introdução à Engenharia das Reações; Reatores Químicos

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: Physical-Chemistry of Surfaces, Chemical Thermodynamics, Fluid Dynamics, Heat Transfer, Mass Transfer, Introduction to Reaction Engineering; Chemical Reactors

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Fernando Pedro Martins Bernardo (TP:42; OT: 7)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Rui Carlos Cardoso Martins (martins@eq.uc.pt) (OT: 7)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Nesta disciplina, mais do que compreender todos os detalhes físico-químicos de um problema, o objectivo é aprender como projectar um novo produto químico, desde a leitura do mercado até à fase em que se equaciona o processo de fabrico. Esta aprendizagem faz-se praticando e também sustentando a prática nalguns conceitos e métodos de base, e ainda discutindo exemplos ilustrativos. Objectivos/competências mais específicos: reconhecer o domínio alargado de produtos químicos (moléculas, formulações e dispositivos); compreender as várias fases de um procedimento estruturado de projecto e conhecer as metodologias associadas; compreender o problema de projecto como a transposição entre diferentes domínios de representação do problema; compreender o problema de procura de materiais com propriedades pré-especificadas; aplicar estes conceitos e métodos a um problema concreto propondo

um novo conceito de produto químico (projecto desenvolvido por grupos de 5-7 estudantes, sob supervisão).

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

More than understand all physico-chemical details of a given problem, the main goal of this course is to learn how to design a new chemical product, from market surveys till the stage where the manufacturing process is considered. This learning is achieved by practise, supporting that practise in some concepts and methods and also discussing illustrative examples. More specific goals/skills are: recognise the broad domain of chemical products (molecules, formulations and devices); understand the several stages of structured product design procedure and know associated methodologies; understand the design problem as the translation between different domains of problem representation; understand the problem of searching for materials with pre-specified properties; apply these concepts and methods to a specific problem, proposing a new concept for a chemical product (project developed by groups of 5-7 students under supervision).

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução. Classes de produtos químicos: moléculas, formulações e dispositivos. Domínios de representação do problema de projecto. 2. Procedimentos estruturados de projecto e métodos associados. O modelo de Ulrich e Eppinger. Projecto conceptual e projecto detalhado. Etapas de projecto conceptual: identificação das necessidades dos clientes, tradução das necessidades em especificações de desempenho do produto, geração de conceitos, selecção de conceitos, teste e afinação do conceito, especificação detalhada do produto, integração produto/processo. 3. A função propriedade. Procura directa e procura inversa. Categorias de propriedades. Perspectiva geral de métodos de estimativa de propriedades de produtos moleculares. Relações quantitativas propriedades-estrutura. Métodos sistemáticos de geração/selecção de moléculas/produtos com base em optimização discreta. 4. Projecto desenvolvido por grupos de 5-7 estudantes, com supervisão.

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction. Classes of chemical products: molecules, formulations and physico-chemical devices. Domains of representation of the design problem. 2. Structured procedures for product design and associated methods. The Ulrich and Eppinger model. Conceptual design and detailed design. Stages of conceptual design: identification of customer needs, translation of customer needs into product performance specifications, generation of product concepts, selection of product concepts, testing and refining of product concept, detailed product specification, product/process integration. 3. The property function. Direct and inverse searches. Categories of properties. General perspective of methods to estimate properties of molecular products. Quantitative structure-properties relationships. Systematic methods to generate and select molecules/products, based on discrete optimization. 4. Project developed by groups of 5-7 students under supervision.

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

A unidade curricular introduz conceitos básicos e metodologias essenciais para se alcançarem os objectivos acima mencionados. São analisados exemplos que ilustram as metodologias gerais e integram conhecimentos prévios de fundamentos e tecnologias da engenharia química. Em paralelo, os estudantes desenvolvem um projecto de um novo conceito de produto químico (em grupos de 5-7 elementos), sob supervisão dos docentes e aplicando grande parte das metodologias apresentadas nas aulas.

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

The course introduces basic concepts and methodologies essential to attain the above mentioned objectives. Examples are given to illustrate methodologies and integrate previous knowledge of chemical engineering fundamentals and technologies. In parallel, students develop their own project of a new chemical product concept (in groups of 5-7 elements), under supervision of the course professors and applying methods previously presented in the lectures.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas tradicionais (mais expositivas), apresentação de casos de estudo, promoção de competências de resolução de problemas e visão sistemática de produtos e processos químicos, projecto desenvolvido por grupos de 5-7 estudantes, com orientação (reuniões curtas e apresentações).
Avaliação: teste individual (40%), projecto (60%).
Avaliação dos estudantes: Frequência (40%), Projecto (60%), Trabalho de Síntese (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Traditional (more expositive) lectures, development of case studies, encourage problem solving skills and systems view of products and processes, project developed by groups of 5-7 students under supervision (short meetings and presentations).
Evaluation: individual test (40%), project (60%).
Students' Assessment: Midterm exam (40%), Project (60%), Synthesis Work (50%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos básicos e metodologias são primeiro apresentados e depois, num segundo momento, ilustrados com exemplos. Por vezes, adopta-se antes um método indutivo, explorando um determinado exemplo, do qual depois emergem conceitos fundamentais (desenvolvimento de casos de estudo). Os conteúdos fornecidos nas aulas são em grande parte aplicados pelos estudantes nos projectos concretos por eles desenvolvidos. Uma orientação próxima é um factor crítico para se atingirem os objectivos, uma vez que os problemas tratados são muitas vezes complexos, multidisciplinares e envolvendo muita informação. Face a estas dificuldades, a avaliação final do projecto não valoriza apenas a qualidade técnica e científica do conceito de produto proposto, mas também a aplicação criteriosa de uma metodologia durante o desenvolvimento do conceito.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Basic contents and methodologies are first introduced and thereafter illustrated with examples. Sometimes, an inductive approach is preferred, exploring a given example and then concepts emerge from it (development of case studies). The contents given in lectures are to a great extent applied by the students in the particular projects they develop. A close orientation is a critical factor to achieve objectives, since problems in hands are often complex, multidisciplinary and involving a lot of information. In face of these difficulties, the project evaluation do not only grade the technical and scientific quality of the proposed product concept, but also a judicious application of a design methodology along concept development.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Cussler EL, Moggridge GD. Chemical Product Design. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press; 2011.
- Wei J. Product Engineering: Molecular Structure and Properties. Oxford: Oxford University Press; 2007.
- Wesselingh JA, Kiil S, Vigild ME. Design and Development of Biological, Chemical, Food and Pharmaceutical Products. Chichester, England: Wiley; 2007.
- Ulrich KT, Eppinger SD, Yang MC. Product Design and Development. 7th ed. New York: McGraw Hill; 2019.

Mapa IV - Reatores Multifásicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Reatores Multifásicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Multiphasic Reactors

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
135

4.4.1.5. Horas de contacto:
T: 35; TP: 21

4.4.1.6. ECTS:
5

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Balanços Mássicos e Energéticos, Dinâmica de Fluidos, Transferência de Calor, Transferência de Massa, Modelação, Simulação e Optimização, Programação e Métodos Numéricos, Introdução à Engenharia das Reações; Reactores Químicos

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: Mass and Energy Balances, Fluid Dynamics, Heat Transfer, Mass Transfer, Modeling, Simulation and Optimization, Programing and Numerical Methods, Introduction to Reaction Engineering; Chemical

Reactors

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Rosa Maria de Oliveira Quinta Ferreira (T: 35; TP:7)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Margarida Maria João de Quina (guida@eq.uc.pt) (TP: 7)
Rui Carlos Cardoso Martins (martins@eq.uc.pt) (TP:7)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta unidade curricular tem como objetivo consolidar conhecimentos no âmbito da engenharia da reação química e em particular no âmbito de sistemas multifásicos. Assim, tem como objetivo o desenvolvimento de competências no domínio da Engenharia dos Reactores Catalíticos, visando a catálise heterogénea, eficiência de catalisadores sólidos, análise e projecto de sistemas reaccionais multifásicos e reactores multifuncionais

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
This course has as objevtive to consolidate knowledge in the area of the chemical reaction engineering with special emphasis for the multiphasic systems. Thus the goals are the development of competences in the domain of Catalytic Reactors Engineering, under heterogeneous catalysis, efficiency of solid catalysts, analysis and design of multiphase systems and multifunctional reactors

4.4.5. Conteúdos programáticos:
-Catálise heterogénea: caracterização de catalisadores; Desactivação e regeneração de catalisadores
- Comportamento das Partículas de Catalisador. Modelos matemáticos. Equaçãode damkholer. Factores de eficiência. Módulo de Thiele. Regimes de operação: químico, intermédio e difusional. Cinética falsificada devido às limitações difusionais. - Reactores Catalíticos de Leito Fixo. Modelos matemáticos. Modelos pseudo-homogéneos e heterogéneos. Modelos unidimensionais e bidimensionais. Equação de Ergun. - Reactores Heterogéneos Multifásicos. Velocidade Global. Coeficiente de Transferência Global. - Reactores Trickle-Bed. - Reactores Slurry. - Reactores de Leito Fluidizado. - Reactores Gás-Líquido - Reactores Multifuncionais - Exemplos de aplicações industriais. Aplicações em processos de tratamento de efluentes. Processos de Oxidação Avançados.

4.4.5. Syllabus:
- Introduction to the Study of Catalytic Processes. Heterogeneous catalysis. Solid catalysts deactivation. - Catalyst Particles Behavior. Mathematical models. Damkholer equation. Effectiveness factors. Thiele Modulus. Operating regimes: chemical, intermediary and diffusional regimes. Falsified kinetics due to diffusional limitations. - Catalytic Fixed Bed Reactors. Mathematical models. Pseudo-homogeneous and heterogeneous models. Unidimensional and two-dimensional models. Ergun equation. - Heterogeneous Multiphase Reactors. Global rate. Global Transfer Coefficient. - Trickle-Bed Reactors. - Slurry Reactors. - Fluidized Bed Reactors. - Gas-Liquid Reactors - Multifunctional Reactors - Examples of industrial applications. Applications in effluents treatment processes. Advanced Oxidation Processes

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Visão integrada da catálise heterogénea e eficiência de catalisadores sólidos na engenharia de reactores catalíticos incluindo reactores multifásicos e reactores multifuncionais. No âmbito dos impactos ambientais, serão abordados os processos químicos reaccionais de oxidação avançada para e tratamento de poluentes.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Integration of heterogeneous catalysis and solid catalysts efficiency in catalytic reactors engineering including multiphase systems and multifunctional reactors.. In the ambit of the environmental impact, advanced oxidation processes will be addressed to treat pollutants streams.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Exposição dos conteúdos programáticos em aulas de contacto com exemplos práticos e discussão de problemas resolvidos pelos alunos. Quando adequado, será proposta a resolução individual de problemas de casa ou em sala de aula, tendo como objectivo o estudo continuado. Poderão ainda ser realizados testes ao longo do semestre, sendo o último referente a toda a matéria leccionada na disciplina de modo permitir uma integração global dos conhecimentos. Neste caso a avaliação será 100% contínua.
Avaliação dos estudantes: Exame (80%), Resolução de problemas (20%). No caso de avaliação contínua, os testes e trabalhos de casa somarão os 100%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The syllabus will be taught in contact lectures with practical examples and discussion of the problems solved by the students. Whenever possible, the resolution of home problems or in classroom will be proposed to students, aiming to promote a continued study. A continuous evaluation could be used along the semester with class tests (100%), being the last one referred to the overall content in order to integrate the global knowledge of the course.
Students' Assessment: Exam (80%), Problem resolving report (20%). In the case of continuous evaluation tests and homeworks will sum up 100%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O programa da disciplina será desenvolvido ao longo de 14 semanas de aulas com 4h de aulas de contacto por semana (56 h no total), onde serão apresentados os fundamentos teóricos seguidos de exemplos práticos. Serão pedidos aos alunos resolução de problemas de casa (sendo também realizados testes nas aulas no caso de avaliação contínua), de modo a permitir a aquisição de conhecimentos de forma integrada ao longo do tempo, dada a forte interligação de todos os capítulos

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The program will be developed along 14 weeks with 4h of contact classes per week (56h in total), where the theoretical concepts will be followed by practical examples. The students will solve home or classroom problems in a regular basis along the course (and individual tests in the case of continuous evaluation), aiming knowledge acquisition in an integrated way along time targeting the strong interactive character of all chapters of the course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Portal Laboratórios Virtuais de Processos Químicos, DEQ-FCTUC, http://labvirtual.eq.uc.pt
Fogler, H. S., "Elements of Chemical Reaction Engineering", 5th edition, Prentice-Hall, New Jersey (2016)
Figueiredo, J. L. E Ramôa Ribeiro, F., "Catálise Heterogénea", Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa (1989) Lemos, F., Lopes, J. M., Ramôa Ribeiro, F., "Reactores Químicos", IST Press, Lisboa (2002)
Froment, G.F, Bischoff, K.B., "Chemical Reactor Analysis and Design", 3rd Edition, John Wiley & Sons, New York (2010)
Levenspiel, O., "Chemical Reaction Engineering", 3rd edition, John Wiley, New York (1998)

Mapa IV - Segurança de Processos Químicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Segurança de Processos Químicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Chemical Processes Safety

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
81

4.4.1.5. Horas de contacto:
T: 14; TP: 14

4.4.1.6. ECTS:
3

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Termodinâmica Química; Dinâmica de Fluidos; Balanços Mássicos e Energéticos; Transferência de Calor; Introdução à Engenharia das Reações; Reactores Químicos; Modelação, Simulação e Optimização; Instrumentação e Controlo; Introdução à Estatística Industrial

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: Chemical Thermodynamic; Fluid Dynamics; Mass and Energy Balances; Heat Transfer;

Introduction to Reaction Engineering; Chemical Reactors; Modeling, Simulation and Optimization; Instrumentation and Control; Introductory Industrial Statistics

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Lino de Oliveira Santos (T: 7; TP: 7)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Jorge Manuel dos Santos Rocha (jrocha@eq.uc.pt) (T:7), Rui Carlos Cardoso Martins (rmartins@eq.uc.pt) (TP:7)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Compreensão de conceitos e fundamentos técnicos da segurança de processos químicos, e aplicação de metodologias para análise da sua segurança e perigos. As principais competências a desenvolver são: Competência em aplicar conhecimentos teóricos na prática. Capacidade de análise e síntese. Habilidade para formular e resolver problemas. Capacidade de raciocínio crítico. Preocupação pela qualidade.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
To understand concepts and fundamentals of chemical process safety, and to apply methodologies for chemical process safety and risk analysis. The course aims at developing the following skills: Competence in applying theoretical knowledge in practice in practice; Ability in analysis and synthesis; Ability to formulate and solve problems; Capability of critical thinking; Quality concerns.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Índices estatísticos de acidentes. Percepção pública do perigo que representam os processos químicos. Casos de desastres industriais. Processo químico inerentemente seguro. Introdução a modelos de dose e resposta Introdução à higiene industrial, controlo e avaliação da exposição a agentes tóxicos. Introdução à avaliação de perigos e de operacionalidade. Introdução a modelos de fontes de substâncias tóxicas e inflamáveis. Libertação de substâncias tóxicas e modelos de dispersão. Incêndios e explosões e sua prevenção. Introdução a equipamento de atenuação. Introdução à avaliação de riscos. Camadas de protecção num processo químico. Exemplos de investigações de desastres industriais.

4.4.5. Syllabus:
Statistical indices of accidents. Public perception on chemical process hazards. Cases of industrial disasters. Inherently safe chemical processes. Introduction to dose and response models. Introduction to ndustrial hygiene control and exposure assessment to toxicants. Introduction to Hazard and operationality studies. Source models for toxic and flammable substances. Introduction to toxic release and dispersion models. Fires and explosions and their prevention. Introduction to reliefs. Introduction to risk assessment. Safety layers in chemical process. Investigations of industrial disasters.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Para alcançar os objectivos da unidade curricular são utilizados conhecimentos adquiridos em unidades curriculares anteriores, nomeadamente na área da termodinâmica, da dinâmica de fluidos e da transferência de calor. Estes são essenciais para a formulação de modelos de fontes de substâncias tóxicas e inflamáveis e da sua dispersão. Os modelos formulados são fundamentais para realizar estudos de avaliação de consequências de incidentes em equipamento industrial para a operação e segurança de processos químicos, por exemplo, elencados a partir de estudos de perigo e operacionalidade. Esta análise enquadra-se no âmbito da avaliação de riscos, cujo resultado final é expresso em termos de índices estatísticos sobre as consequências de um dado cenário de incidente.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
To attain the objectives of the curricular unit, materials and know-how of previous units is applied, namely in the area of thermodynamics and transport phenomena. These are essential to formulate source models of toxicants and flammable substances, as well to model their dispersion. The models are essential to perform incidents consequence analysis and assessment studies in industrial equipment for the safety and operation of chemical processes. These incidents, for instance, can be listed from a HAZOP study. The scope of this analysis is the risk assessment or quantitative risk analysis, whose final result is expressed in terms of statistical indices on the consequences of a given incident scenario.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Os tópicos são apresentados nas aulas e a sua aplicação é ilustrada com exemplos e exercícios. São utilizados diapositivos que são facultados aos alunos, bem como o quadro e giz. São visualizados e analisados nas aulas vídeos de segurança disponibilizados pela agência dos E.U.A. para a segurança de processos químicos (U.S. CSB). É

apresentado um exemplo de estudo de avaliação de risco disponível na bibliografia (CCPS, 1999), que proporciona uma visão integradora dos conteúdos.
Avaliação dos estudantes: Exame (100%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
The course topics are presented in the classroom and their application is illustrated with examples and problems to be solved in the classroom. Slides that are provided to the students, as well the board, will be used to teach the course. Videos on chemical process safety made available by the U.S. CSB Agency will be viewed and discussed in the classroom. A Quantitative risk analysis example from the literature (CCPS, 1999) will be presented to provide an integrated view of all the course material.
Students' Assessment: Exam (100%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A unidade curricular requer a exposição de novos conceitos e a sua integração com a aplicação de conceitos apresentados em unidades curriculares precedentes. Uma forma possível de cumprir esse objectivo é a exposição oral da matéria na aula que proporcione essa visão integradora, para além da introdução de novos conceitos e métodos desta área. O recurso a exemplos e à resolução de exercícios contribui para estruturar e consolidar a matéria da unidade curricular. A visualização e discusso dos vídeos de segurança de processos químicos desenvole a sensibilização para as questões da segurança. O exame é fundamental para consolidar e integrar osdiversos conceitos e metodologias apresentados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The curricular unit introduces new concepts and it requires their integration with the application of concepts presented in the preceding curricular units. One way to attain this objective is the oral presentation of the course topics in order to provide an integrated vision of the subjects, besides of the introduction of novel concepts and methods of this area. The use of examples and problems to be solved contributes to the structuring and consolidation of the students thinking process with respect to the course material. The visualization of the process safety videos plays develops the awareness with respect to chemical process safety. The exam is essential to consolidate and for the knowledge integration process the various concepts and methodologies addressed in the unit.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Crow, D. A.; Louvar, J. F. Chemical process safety: fundamentals with applications. 4th Ed., Prentice-Hall, NJ, 2019.
CCPS. Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis. Center for Chemical Process Safety (CCPS), AIChE,Wiley, 1999.
CSB. Completed investigations - Videos and final reports on chemical accidents. U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board (CSB). http://www.csb.gov/investigations/ (assessed in July 2019)
Kletz, T. HAZOP and HAZAN - Identifying and Assessing Process Industry Hazards, 4th Ed., The Institution of Chemical Engineers, 2006.
Miguel, A. S. S. R. Manual de Higiene e Segurança do Trabalho, 13ª Edição Porto Editora, Porto, 2014.

Mapa IV - Sustentabilidade e Ecologia Industrial

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Sustentabilidade e Ecologia Industrial

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Sustainability and Industrial Ecology

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
TP: 56

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Sem pré-requisitos específicos

4.4.1.7. Observations:
No specific prerequesites

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Margarida Maria João de Quina (TP: 28)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Lino de Oliveira Santos (lino@eq.uc.pt) - (TP:28)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Os principais objetivos são:
- dominar a transversalidade do conceito de sustentabilidade (ambiental, económico e social).
- aplicar métricas de avaliação da sustentabilidade;
- conhecer os principais instrumentos da política ambiental que promovem a sustentabilidade;
- aplicar o conceito de eco-eficiência a processo industriais;
- compreender a economia circular;
- perceber a importância das alterações climáticas e a sua relação com comércio de licenças de emissão de CO2;
- aplicar os princípios da química verde na redução, reciclagem e/ou eliminação do uso de compostos tóxicos nos processos de produção;
- conhecer e aplicar os princípios da ecologia industrial;
- compreender os conceitos subjacentes à avaliação de ciclo de vida (LCA), utilizando um software para LCA
As competências a desenvolver são:
Preocupação com desenvolvimento sustentado; Competência em análise e síntese; Capacidade de decisão; Competência em raciocínio crítico; Compromisso com valores éticos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
he main objectives are:
- comprehend the concept of sustainability (environmental, economic and social).
- apply sustainability assessment metrics;
- understand the main instruments of environmental policy that promote sustainability;
- apply the concept of eco-efficiency to industrial processes;
- understand the circular economy;
- understand the importance of climate change and its relationship to CO2 emission trading;
- apply the principles of green chemistry in reducing, recycling and / or eliminating the use of toxic compounds in production processes;
- comprehend and apply the principles of industrial ecology;
- understand the concepts of life cycle assessment (LCA) using LCA software.
The skills to be developed are:
Concern with sustainable development; Competence in analysis and synthesis; Decision making ability; Competence in critical thinking; Commitment to ethical values.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Sustentabilidade. Conceito. Indicadores e métricas de sustentabilidade. Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável. Instrumentos de sustentabilidade: Sistemas de gestão ambiental ISO 14001, Sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria (EMAS), Rótulo Ecológico, Licenciamento Industrial e Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP), Avaliação de impacte ambiental (AIA).
Eco-eficiência.
Economia circular.
Categorias de impacte ambiental.
Alterações climáticas e sua relação com os gases com efeito de estufa (GEE). Protocolo de Kyoto. Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE) de dióxido de carbono.
Química verde. Metodologias e princípios. Casos de estudo.
Ecologia Industrial. Motivação. Analogias entre sistemas biológicos e industriais. Estado dos recursos naturais.
Avaliação de ciclo de vida (LCA). Conceitos, metodologia e aplicação. Exemplos tutoriais de aplicação de LCA com recurso a um programa informático para LCA.

4.4.5. Syllabus:

Sustainability. Concept. Sustainability indicators and metrics. National Sustainable Development Strategy.
Sustainability instruments: ISO 14001 Environmental Management Systems, Community Eco-Management and Audit Scheme (EMAS), Eco-labeling, Industrial Licensing and Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Environmental Impact Assessment (EIA).
Eco-efficiency.
Circular economy.
Environmental impact categories.
Climate change and its relationship to greenhouse gases (GHG). Kyoto Protocol. European Carbon Dioxide Emission Trading (CELE).
Green chemistry. Methodologies and principles. Case studies.
Industrial ecology. Motivation. Analogies between biological and industrial systems. State of natural resources.
Life cycle assessment (LCA). Concepts, methodology, and application. Tutorial examples of LCA application using an LCA computer program.

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

A transversalidade da disciplina será útil para os futuros engenheiros químicos que vierem a exercer a profissão em indústrias químicas e afins, instituições de investigação e desenvolvimento, atividades de projeto, produção, comercialização, consultadoria, ou em áreas de decisão política de instituições governamentais (e.g. em agências de regulamentação de comércio, financiamento de investigação). A Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (ENDS) ilustra bem a banda larga da disciplina.
Por outro lado, atualmente existem diversos instrumentos que promovem a sustentabilidade e que importa que os Engenheiros Químicos conheçam e dominem. Neste âmbito são abordados os Sistemas de Gestão Ambiental, o Licenciamento Industrial e o Ambiental, bem como o Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE).
A aplicação dos conceitos de eco-eficiência, economia circular, química verde, ecologia industrial e LCA são atualmente primordiais para alcançar o desenvolvimento sustentável.

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

The discipline will be useful for future chemical engineers who will work in chemical and related industries, research and development institutions, design, production, marketing, consulting, or policy-making areas of government institutions (eg in trade regulatory agencies, research funding). The National Sustainable Development Strategy (ENDS) illustrates the discipline's broadband well.
On the other hand, there are currently several instruments that promote sustainability which are important that Chemical Engineers know and understand. Environmental Management Systems, Industrial and Environmental Licensing as well as European Emissions Trading (CELE), are addressed.
Applying the concepts of eco-efficiency, circular economy, green chemistry, industrial ecology and LCA are currently paramount to achieving sustainable development.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conteúdos serão lecionados em aulas teórico-práticas (TP).
Nas aulas, apresentam-se e desenvolvem-se os conteúdos programáticos, usando meios de comunicação audiovisuais. Serão discutidos/debatidos temas/casos de estudo e problemas. A consolidação dos conceitos de LCA recorrerá a um programa informático.
A avaliação inclui um exame final obrigatório cotado para 80-90% da nota final, e uma componente de avaliação contínua que inclui a realização de pequenas tarefas a resolver no âmbito das aulas TP ou fora da sala de aula, que contribuem com 10-20% da nota.
Avaliação dos estudantes: Exame (80%), Resolução de problemas (20%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The contents will be taught in theoretical-practical classes (TP).
In class, the syllabus is presented and developed using audiovisual media. Topics / case studies and problems will be discussed / debated. The consolidation of the concepts of LCA will use a computer program.
The assessment includes a compulsory final exam rated at 80-90% of the final grade, and a continuous assessment component that includes the completion of small tasks to be done within TP or outside the classroom, contributing 10-20 % of the grade.
Students' Assessment: Exam (80%), Problem resolving report (20%)

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

A frequência semanal das horas de contacto (4 h/semana, ou 56 h de contacto nas 14 semanas de aulas) envolverá aulas teórico-práticas (TP).
As aulas terão normalmente a colaboração de mais do que um docente com valências complementares no âmbito dos assuntos tratados. Adicionalmente, sempre que possível, serão convidados palestrantes externos ao DEQ, de modo a introduzir diferentes abordagens/perspetivas. A realização de tarefas durante/fora das horas de contacto permite aos

alunos uma aprendizagem continuada ao longo do tempo, promovendo as competências em análise, síntese e raciocínio crítico.
A avaliação de ciclo de vida (LCA) será suportada pela utilização de um programa informático para LCA com exemplos de aplicação tutorial.
O exame final obrigatório é fundamental para consolidar e integrar os diversos conceitos abordados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
In each week, the frequency of contact hours (4 h / week, or 56 h of contact in 14 weeks of classes) will involve theoretical-practical classes (TP).
Classes will usually have the collaboration of more than one teacher with complementary skills in the subject matter. In addition, whenever possible, external speakers will be invited to introduce different approaches / perspectives.
Performing tasks during / out of contact hours allows students to continually learn over time by promoting skills in analysis, synthesis and critical thinking.
Life cycle assessment (LCA) will be supported by the use of an LCA computer program with tutorial application examples.
The compulsory final exam is fundamental to consolidate and integrate the various concepts covered.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Sonnemann, G. ; Tsang, M. ; Schuhmacher, M. Integrated life-cycle and risk assessment for industrial processes and products. 2nd Edition, Lewis Pub., Boca Raton, FL, 2019.
Neumayer, E., Weak Versus Strong Sustainability: Exploring the Limits of Two Opposing Paradigms, 4th Ed., Edward Elgar, Northampton, 2013
Chang, N.-B., Pires, A., Sustainable Solid Waste Management, John Wiley & Sons, New Jersey, 2015.
Rodrigues, V.J. Desenvolvimento Sustentável: Uma introdução crítica. Princípia Ed., Parede, Portugal, 2009.
Allen, D.T.; Shonnard, D. Green Engineering: Environmentally Conscious Design of Chemical processes. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 2001.
Sikdar, S.K.; El-Halwagi, M.M. Process Design Tools for the Environment. Taylor and Francis, London, 2001.
Ferrão, P.C. Ecologia Industrial: Princípios e ferramentas. Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2009.
Graedel, T.E.; Allenby, B.R. Industrial ecology. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2003.

Mapa IV - Tecnologias de Proteção Ambiental

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Tecnologias de Proteção Ambiental

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Environmental Protection Technologies

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
TP:56

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Efluentes Industriais e Ambiente

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: Industrial Effluents and Environment

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Margarida Maria João de Quina (TP: 23)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Licínio Manuel Gando de Azevedo Ferreira (lferreira@eq.uc.pt)- (TP: 11)
Rosa Maria de Oliveira Quinta Ferreira (rosaqf@eq.uc.pt) - (TP: 11)
Rui Carlos Cardoso Martins (martins@eq.uc.pt) - (TP:11)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Objetivos:
- conhecer a diversidade de poluentes que podem ser libertados a nível industrial, através dos resíduos, efluentes líquidos e/ou emissões gasosas;
- reconhecer a necessidade de utilização de tecnologias de controlo de poluição industrial, de modo a cumprir com a legislação em vigor ou outros critérios ambientais;
- dominar as principais tecnologias de tratamento/valorização de resíduos sólidos;
- dominar as tecnologias de tratamento de efluentes líquidos alternativas/complementares aos métodos biológicos convencionais;
- dominar as principais tecnologias de controlo da poluição atmosférica relativa a partículas e efluentes gasosos;
Competências a desenvolver: resolver problemas, análise e síntese, capacidade de decisão, competência em raciocínio crítico, competência para comunicar com pessoas que não são especialistas na área e competência na área do desenvolvimento sustentável.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Objectives:
- Understand the diversity of pollutants that can be released at the industrial level throughout wastes, wastewaters and/or gaseous emissions.
- Recognize the need to use technologies to control industrial pollution, in order to comply with legislation or other environmental criteria;
- Dominate the key technologies for the treatment/valorization of solid waste;
- Dominate the technologies for wastewater treatment alternative or complementary to conventional biological methods;
- Dominate the main technologies of air pollution control related to particles and gaseous effluents;
Competencies: Competence to solve problems, analysis, and synthesis, decision making skills, competence in critical thinking, ability to communicate with people who are not experts in the field, and competence concerning sustainable development.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Introdução à poluição industrial e às tecnologias de controlo aplicáveis para garantir a proteção ambiental de modo integrado. Exemplos ilustrativos de indústrias químicas com emissões sólidas, líquidas e gasosas.
Tecnologias de tratamento de resíduos. Tratamento Mecânico-Biológico (TMB) e a Reciclagem. Tratamentos Físico-Químicos. Valorização orgânica de resíduos através de Compostagem e Digestão Anaeróbia. Valorização energética de resíduos (Incineração). Eliminação de resíduos (Aterro Sanitário).
Introdução à remediação de solos.
Processos avançados de oxidação (AOPs) para efluentes líquidos refratários aos processos biológicos: Oxidação húmida, Ozonólise, Fenton, Fotocatálise e Eletro-oxidação. Análise da importância de catalisadores no aumento da eficiência dos processos heterogéneos.
Tecnologias de controlo da poluição atmosférica. Câmaras de sedimentação. Ciclones. Scrubbers. Filtros de mangas. Precipitadores eletrostáticos.

4.4.5. Syllabus:
Introduction to industrial pollution and control technologies applicable to ensure environmental protection in an integrated approach. Illustrative examples of chemical industries with solid, liquid and gaseous emissions. Waste treatment technologies. Mechanical-Biological treatment (TMB) and recycling. Physicochemical treatments. Organic valorization of waste through composting and anaerobic digestion. Waste to energy recovery (incineration). Waste disposal (landfill).
Introduction to soil remediation.
Advanced oxidation processes (AOP) for refractory liquid effluents to biological processes: wet oxidation, ozonolysis, Fenton, photocatalysis, and electro-oxidation. Analysis of the importance of catalysts for increasing the efficiency of heterogeneous processes.
Air pollution control technologies. Sedimentation Chambers. Cyclones. Scrubbers. Bag filters. Electrostatic precipitators (ESP).

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

A disciplina pretende mostrar como os processos industriais originam problemas de poluição ao nível dos resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões gasosas. Em cada caso, serão destacados aspetos legais em vigor.
Ao nível dos resíduos, são apresentados os fundamentos das principais tecnologias de tratamento/valorização (e.g. TMB, compostagem, incineração, aterro sanitário, etc.). A introdução à remediação de solos salienta a importância de tratar adequadamente os resíduos e os efluentes líquidos.
Ao nível dos efluentes líquidos, serão analisadas tecnologias adequadas para tratar efluentes de baixa biodegradabilidade (e.g. oxidação húmida, ozonólise, Fenton, etc.).
Em relação às emissões gasosas, são indicados os fundamentos das tecnologias mais utilizadas para remover partículas e poluentes gasosos.
Globalmente, são analisadas de forma integrada as tecnologias de controlo de poluição industriais, de modo a minimizar os impactes ambientais e promover a economia circular.

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

This course aims to understand how industrial processes can lead to pollution problems in terms of solid waste, liquid effluents, and gaseous emissions. In each case, some regulatory aspects and legal requirements will be highlighted.
In terms of wastes, the key technologies are analyzed for their treatment/valorization (e.g. TMB, composting, anaerobic digestion, incineration, landfill, etc.). Additionally, an introduction to soil remediation will be performed. At the level of liquid effluent technologies (e.g. wet oxidation, ozonolysis, Fenton) suitable for treating wastewater of low biodegradability will be analyzed in detail.
Regarding gaseous emissions, the fundamentals of the technologies of air pollution control more used to remove particulates and other gaseous pollutants are given.
Globally, the integration of pollution control technologies to industrial processes will be analyzed to minimize environmental impacts and promote the circular economy.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conteúdos serão lecionados em aulas teórico-práticas (TP), onde serão desenvolvidos os tópicos programáticos, são discutidos casos de estudo e resolvidos problemas. Nas aulas serão realizadas pequenas tarefas individuais, e pontualmente os alunos irão aos laboratórios, para contactar com a investigação que está a decorrer no DEQ relacionada com as tecnologias em análise.
A realização de um trabalho de grupo, permitirá aos estudantes pesquisar e analisar um tema relevante, apresentado oralmente nas aulas.
Sempre que possível, será promovida uma visita de estudo a uma unidade industrial.
Avaliação dos estudantes: Exame (80%), Resolução de problemas (20%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The syllabus will be taught in the theoretical-practical (TP) classes.
The various topics will be developed based on theoretical background, including case studies and solving problems. In these classes, small individual tasks will be made, and students will occasionally visit our laboratories, to contact with the research in our Department related to technologies under consideration.
The realization of a work in a group will allow students to research and discuss a relevant topic, to be presented orally in classes.
Whenever possible, a study visit to an industrial plant will be promoted.
Students' Assessment: Exam (80%), Problem resolving report (20%)

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

A frequência semanal das aulas TP inclui 4 h/semana de contacto (56 h em 14 semanas). Nas aulas TP são apresentados os conteúdos de modo a que os alunos conheçam a diversidade de poluentes libertados a nível industrial, através dos resíduos gerados, efluentes líquidos e emissões gasosos, bem como os fundamentos das principais tecnologias de controlo que podem ser usadas em cada caso. Nas aulas serão desenvolvidas as competências para resolver problemas, em análise e síntese, e raciocínio crítico.
As aulas terão normalmente a colaboração de mais do que um docente com valências complementares.
A realização de tarefas individuais ou em grupo, durante ou fora das horas de contacto, permitirão que os alunos façam uma aprendizagem continuada ao longo do semestre e explorem competências de comunicação.
O exame final obrigatório é fundamental para consolidar e integrar os diversos conceitos abordados.

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

The weekly frequency of the 4 h / week of contact (56 h in 14 weeks), will consist of theoretical-practical (TP) classes.
The syllabus will be taught so that students understand the variety of pollutants released at the industrial level, through wastes, liquid effluents, and gaseous emissions. The fundamentals of the main control technologies will be presented and discussed with the students. In class, it will be mainly developed skills to solve problems, analysis and synthesis skills, and critical thinking.
Classes will involve the collaboration of more than one teacher with specific expertise within the subject matter.

The performance of each student or in group tasks, during or outside of contact hours, allows students to make continuous learning throughout the semester and exploring the skills to communicate.
The final mandatory exam is essential to consolidate and integrate the various concepts covered in the course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Tchobanoglous, G, Kreith, F. Handbook of Solid Waste Management. 2nd Ed., McGraw-Hill, New York, 2002.
LaGrega, MD, Buckingham, P, Evans, J. Hazardous Waste Management. 2ndEd., McGraw-Hill, New York , 2001.
Haug, RT. The Practical Handbook of Compost Engineering. Lewis Publishers. Boca Raton, Florida, 1993.
Christensen, T. H. Solid Waste Technology & Management, John Wiley & Sons, United Kingdom, 2011.
Theodore, L. Air Pollution Control Equipment Calculations, John Wiley & Sons, New Jersey, 2008.
De Nevers, N. Air Pollution Control Engineering. 3rd Ed., Waveland Pr Inc., 2017.
Davis, ML, Cornwell, DA. Introduction to Environmental Engineering. 5th Ed., McGraw-Hill Book Co., NJ, 2013.
Tchobanoglous, G, Stensel, HD, Tsuchihashi, R, Burton, F. Wastewater Engineering -Treatment and resource recovery disposal and reuse/ Metcalf & Eddy 5th Ed., McGraw-Hill, New York, 2014.
Stefan, M. (Ed.) Advanced Oxidation Processes for water treatment: Fundamentals and applications, IWA, 2017.

Mapa IV - Tecnologias de Sistemas Dispersos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Tecnologias de Sistemas Dispersos

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Disperse Systems Technologies

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T: 35; TP: 14; PL: 7

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Termodinâmica Química; Processos de Separação; Operações Sólido/Liquido; Química Física de Superfícies; Balanços Mássicos e Energéticos; Transferência de Massa; Transferência de Calor.

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites :Physical Chemistry of Surfaces; Separation Processes; Solid/Liquid Operations; Mass Transfer; Heat Transfer; Chemical Thermodynamics, Mass and Energy Balances

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Maria da Graça Bontempo Vaz Rasteiro (T:35; TP:14; PL:7)

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Os processos envolvendo mais do que 1 fase sendo, uma delas, finamente dividida (fase dispersa), assumem cada vez

mais importância na Engenharia Química (EQ). Estes sistemas podem ser abordados com ferramentas genéricas, à semelhança do que se verifica nos processos tradicionais da EQ.
O objectivo desta disciplina é abordar os conceitos fundamentais e as ferramentas que nos permitem descrever, analisar e modelar esses sistemas e respectivos processos que surgem em áreas muito diversas.
Espera-se que os estudantes consigam:
-Caracterizar fisicamente sistemas dispersos - nível laboratorial ou do processo (on-line).
- Dominar as regras básicas da formulação de produtos envolvendo pelo menos uma fase dispersa.
- Perceber e controlar os mecanismos que influenciam a estabilidade dos produtos com uma fase dispersa.
- Dominar técnicas e estratégias para modelar preditivamente estes processos.
- Conhecer alguns dos processos mais importantes utilizados para a produção industrial.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Processes consisting of more than 1 phase, with one of them being finally divided (disperse phase), are becoming increasingly important in Chemical Engineering (CE). These systems might be approached with generic tools, similarly to what happens in traditional processes in CE.
The objective of this curricular unit is to approach fundamental concepts and tools for describing, analyzing and modeling these systems and related processes, which arise in distinct areas.
Thus, students are expected to:
- Physically characterize disperse systems - both at laboratory level and at process level (online use).
- Master basic rules of formulation for products comprising at least one disperse phase.
- Understand and control mechanisms that influence the stability of products with a disperse phase.
- Master techniques and strategies for modeling predictively these processes.
- To know and design some of the most important processes used in the industrial production of disperse systems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Propriedades dos sistemas dispersos.
Técnicas avançadas de caracterização física de sistemas dispersos tendo em atenção a dimensão da fase dispersa (micrométrica a nanométrica). Técnicas laboratoriais e técnicas on-line.
Regras de formulação (sistemas coloidais, emulsões, grânulos).
Mecanismos de estabilização dos sistemas dispersos incluindo a estabilização de nanopartículas.
Modelização de sistemas dispersos (balanços de população: estabelecimento e estratégias de resolução).
Processos industriais (processos de moagem; emulsificação; encapsulamento; "spray drying"; granulação; "prilling"; transporte de sistemas dispersos no processo).

4.4.5. Syllabus:
Properties of disperse systems.
Advanced characterization techniques for disperse systems from nanometric to micrometric disperse phases. Lab techniques and on-line techniques.
Formulation rules for colloidal systems, emulsions and granules.
Stabilization mechanisms and strategies for disperse systems.
Modelling disperse systems – population balances.
Industrial processes: comminution; emulsification; encapsulation; spray drying; granulation and prilling; transport of multiphase systems in the process.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos indicados são os que modernamente são ensinados nos cursos de engª química que abordam estes temas. As tecnologias de sistemas dispersos têm cada vez mais importância na formação do Engº Químico e estendem-se normalmente desde as metodologias de estabilização desses sistemas à produção (processos) para os quais são necessárias ferramentas de modelização.
Ao completar a unidade curricular o aluno ter-se-á familiarizado com as diferentes metodologias de formular produtos envolvendo sistemas dispersos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The syllabus foreseen are the ones modernly considered in Chemical Eng. degrees dealing with this subjects. Disperse systems technologies (sometimes named Particle Technology) have been acquiring progressively a very important role in the preparation of Chemical Engineers. They usually span from stabilization strategies to production processes and modeling tools.
By completing this course the student should become familiar with the methodologies for formulating products involving disperse systems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
O aluno será conduzido a desenvolver um processo de aprendizagem autónoma. Haverá algumas aulas de exposição teórica para lançamento dos temas da disciplina que serão depois desenvolvidos e pesquisados pelo estudante. Na

sequência dos temas teóricos o aluno desenvolverá também alguns trabalhos laboratoriais. Prevê-se que o aluno produza pequenos relatórios quer de projectos quer de trabalhos laboratoriais os quais serão apresentados e defendidos oralmente para aquisição de competências de comunicação.
Avaliação:
Trabalho laboratorial (20%)
Trabalho de sintese com apresentação/discussão (20%)
Exame (60%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
he student will be guided to follow an autonomous learning process. There will be expositive classes to introduce the students to the different themes in the course which the student should develop further autonomously. Following these classes there will also be lab classes. Furthermore the student will be guided to develop a synthesis work. Both lab and synthesis works will lead to writing of small reports which will be presented and discussed orally to reinforce communication skills.
- Laboratory work (20%);
- Synthesis work, oral presentation and discussion of the projects (20%);
-Exam (80%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
As aulas teóricas permitem expor, discutir e exemplificar os conceitos e técnicas para a preparação de sistemas dispersos.
As aulas laboratoriais permitem compreender, consolidar e aprofundar alguns dos conceitos apresentados nas aulas teóricas de mais difícil compreensão. Adicionalmente a apresentação de exemplos e a resolução de alguns exercícios permite a consolidação da aprendizagem dos conceitos fundamentais. Os alunos são incentivados a adoptar uma atitude participativa nas aulas.
Os trabalhos de síntese permitem ao aluno ter uma visão alargada das aplicações destes processos. Por outro lado as apresentações orais e discussões permitirão desenvolver aspectos comunicacionais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The expositive classes allow presenting and discussing concepts and processes/techniques in the development of disperse systems.
Lab classes lead the students to further understand and consolidate the concepts presented previously. Additionally introducing the students to design examples and leading them to solve additional case studies allows consolidating fundamental concepts. Students will be motivated to adopt a pro-active attitude in the classes.
Synthesis projects lead the student a broader vision of the applications for the processes studied in this course. Moreover, presenting and discussing orally these projects helps the students to reinforce communication skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Myers D., Surfaces, interfaces, and colloids:principles and applications, J Wiley, NY, 1999.
Morrison I.D., Sydney R., Colloidal dispersions : suspensions, emulsions, and foams, Wiley, NY, 2002.
Schramm L.L., Emulsions, Foams, and Suspensions:Fundamentals and applications, Wiley-VCH, Weinheim, 2005.
Ramkrishna D., Populations Balances: Theory and applications to particulate systems in Engineering, Academic Press, London, 2000.
Rhodes M.J., Introduction to particle technology, 3rd ed., Wiley, 2013.
Witten T., Structured fluids: polymers, colloids, surfactants, Oxford Univ. Press, Oxford, 2010.
J. Lister & B. Ennis, The Science & Engineering of Granulation Processes, Kluwer Ac Pub., Holanda, 2004.
Klinzing G., Rizk, F., Marcus, R., Leung, L.S, Pneumatic Conveying of Solids, Springer, 3rd ed., 2012.

Mapa IV - Tópicos de Engenharia Química

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Tópicos de Engenharia Química

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Chemical Engineering Topics

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
OT-56

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Conhecimentos de base recomendados: Efluentes Industriais e Ambiente

4.4.1.7. Observations:
Recommended Prerequesites: Industrial Effluents and Environment

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Luísa Maria Rocha Durães (OT:4)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Qualquer docente de disciplinas do Mestrado em Engenharia Química da Universidade de Coimbra (OT-52), de acordo com o plano de seminários/trabalhos.

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Esta unidade curricular tem como objetivo possibilitar uma formação complementar e à medida do estudante em tópicos abertos da área de Engenharia Química. Pretende-se ainda que o estudante desenvolva competências de organização, planificação, autonomia e espírito crítico.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
This curricular unit aims to enable a complementary and tailored training to the student in open topics in the Chemical Engineering area. The student will also develop skills of organization, planning, autonomy and critical thinking.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Os coordenadores da disciplina e do curso definem, em conjunto com o estudante, os tópicos/módulos que comporão o plano de trabalhos da disciplina. Estes devem estar enquadrados em alguma subárea da Engenharia Química, por exemplo Reação Química, Fenómenos de Transferência e/ou Separação, Controlo de Sistemas, Efluentes Industriais ou outros.

4.4.5. Syllabus:
The coordinators of the course and curriculat unit define, together with the student, the topics/modules that will be developed in the work plan. They can be framed in any subarea of Chemical Engineering, for example in Chemical Reaction, Transfer or Separation Phenomena, Systems Control, Industrial Effluents among others.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O plano de aulas considerará módulos de matéria articulados, sendo os Tópicos/Capítulos cuidadosamente selecionados e sequenciados para uma formação completa nos mesmos e de forma a corresponder às espectativas/necessidades de formação do estudantes.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The lessons plan will consider articulated subject modules, with the topics/chapters carefully selected and sequenced for a complete formation regarding them and in order to correspond to the students' training expectations/needs.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Os métodos de ensino variam de acordo com os módulos que o estudante deve frequentar e são específicos da formação requerida (temática teórica, exercícios, aulas laboratoriais, frequência de seminários, visitas de estudo, pesquisa bibliográfica de um tema especifico, leitura de capítulos de livros recomendados, etc.). As aulas também

podem oferecer a oportunidade de desenvolvimento interativo de trabalhos em pequenos grupos de estudantes e discussões frutíferas com os colegas restantes.
Avaliação dos estudantes: Exame (80%), Resolução de problemas (20%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
The teaching methods will vary according to the modules that the student has to follow and are specific of the required training (theoretical thematics, exercices, laboratory classes, seminars attendance, study visits, bibliographic survey on a specific topic, reading recommended book chapters, etc.). The classes can also provide the opportunity for interactive development of works in small groups of students and fruitful short discussions with the remaining colleagues.
Students' Assessment: Exam (80%), Problem resolving report (20%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Como o objetivo final é a aprendizagem plena e harmoniosa, por parte do estudante, da lista de módulos definida, várias alternativas para o sucesso da aprendizagem podem ser consideradas. Além do método convencional, em que o aluno acompanha módulos de matéria em sala de aula e realiza a respetiva avaliação por exame, podem ser traçadas alternativas para o processo de aprendizagem, como a tutoria desse aluno pelo professor e métodos de avaliação mais ajustados, como o desenvolvimento de trabalhos, apresentações e relatórios subsequentes.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Since the ultimate goal is that the student can smoothly learn certain topics that were defined for the syllabus, several alternatives towards success can be considered. Besides the conventional method, in which the student follows subject modules in the classroom and is subjected to an exam for evaluation, alternative options can be drawn for the learning process, such as the tutoring of this student by a teacher and more adjusted methods of evaluation, like the development of works, presentations and subsequent reporting.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Dependente das matérias do plano de formação. / Dependent on the topics/subjects of the training plan.

4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem

4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:
A UC garante o alinhamento na definição das Fichas de Unidade Curricular (FUC), de forma a que os objetivos de aprendizagem, competências, métodos de ensino e avaliação sejam coerentes. O Conselho Científico analisa e valida as FUC e o Conselho Pedagógico analisa e discute estas matérias. Procurou-se ainda garantir a promoção desta adequação através da análise dos resultados dos inquéritos pedagógicos e definição de ações de melhoria, quando aplicável – estes inquéritos avaliam a perceção dos estudantes sobre os resultados da aprendizagem alcançados. Adicionalmente, ainda no âmbito dos inquéritos, os comentários dos estudantes e docentes são analisados e classificados, permitindo a identificação de aspetos a ajustar nas metodologias de ensino e aprendizagem e sua adequação aos objetivos de aprendizagem definidos. Esta informação é utilizada pela Coordenação do curso e Direção do DEQ/FCTUC, para definir e implementar melhorias.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:
UC ensures alignment in the definition of Curricular Unit Forms (FUC) so that learning objectives, skills, teaching methods and assessment are consistent. The Scientific Council analyzes and validates all FUC and the Pedagogical Council analyzes and discusses these matters. This adequacy is further promoted by analyzing the results of pedagogical surveys and the definition of improvement actions, where applicable - these surveys assess students' perceptions of the achieved learning outcomes. In addition, within the scope of these surveys, the students' and professors' comments are analyzed and classified, allowing the identification of aspects to adjust the teaching and learning methods and their suitability for the learning objectives. This information is used by the Coordination of the course and the Executive Board of DEQ/FCTUC in order to define and implement improvements.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:
A UC procura garantir a verificação da adequação da carga média de esforço exigida em cada unidade curricular relativamente ao nº de ECTS, solicitando a estudantes e docentes que avaliem este parâmetro (respostas possíveis: ligeira, adequada, moderadamente pesada ou excessiva) numa base regular através dos inquéritos pedagógicos. Com a análise das respostas e cruzamento de dados com unidades curriculares análogas, efetuada pela Divisão de Avaliação e Melhoria Contínua (DAMC), é possível detetar os desvios que ocorram para pronta implementação de

medidas corretivas.

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

UC ensures that the average effort load required in each course topic is appropriate to the number of ECTS, requesting to students and professors to evaluate this parameter (possible answers: mild, adequate, moderately heavy or excessive) on a regular basis through the pedagogical surveys. By analyzing the answers and crossing data with similar curricular units, carried out by the Evaluation and Continuous Improvement Office (DAMC), it is possible to detect deviations that occur for prompt implementation of corrective measures.

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

Os docentes definem a avaliação de acordo com os objetivos de aprendizagem das unidades curriculares que coordenam, considerando os objetivos gerais do curso. Os critérios da avaliação e sua adequação aos objetivos da unidade curricular encontram-se definidos na ficha da unidade curricular (FUC), que é analisada e validada pelo Conselho Científico. A verificação desta coerência é feita em reuniões com os docentes/discentes e reuniões do Conselho Pedagógico, permitindo a identificação de aspetos a ajustar nas metodologias de avaliação face aos objetivos definidos.

Sendo a avaliação uma componente considerada decisiva pelos estudantes, os comentários nos inquéritos pedagógicos frequentemente revelam críticas/sugestões nesta vertente, usadas pela Coordenação do curso para controlo e melhoria dos processos de aprendizagem. Acresce que, no Dep. de Engenharia Química realizam-se Jornadas Pedagógicas numa base periódica, onde os estudantes têm oportunidade de identificar possíveis desvios.

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

Professors define the evaluation criteria according to the learning objectives of the curricular units that they coordinate, considering the general objectives of the course. The evaluation criteria and their suitability for the curricular unit's objectives are defined in the curricular unit form (FUC), which is analyzed and validated by the Scientific Council. This consistency is verified in meetings with teachers/students and Pedagogical Council meetings, allowing the identification of aspects to be adjusted in the evaluation methodologies in relation to the defined objectives.

As the evaluation is considered by students a decisive component, comments in pedagogical surveys often reveal criticisms/suggestions in this regard, used by the Course Coordinator to control and improve learning processes. Moreover, in the Department of Chemical Engineering, Pedagogical Open Meetings are held on a periodic basis, where all students have the opportunity to identify possible deviations.

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

Os estudantes do MEQ têm oportunidade de contactar com diversas temáticas científicas, nas aulas e em ambiente extra-aulas. Diversas u.c. solicitam trabalhos que incluem pesquisa de informação científica atualizada ou atividades laboratoriais que exploram resultados de projetos científicos em curso (ex. Nanotecnologias, Técnicas de Proteção Ambiental, Ciência e Tecnologia de Polímeros). Também os Projetos de Produto/Processo apresentam problemas abertos que exigem pesquisa de informação atualizada e inovadora. Noutras u.c. convidam-se Especialistas ou Profs. visitantes que frequentemente vêm expor o estado da arte de alguns tópicos relacionados com EQ (ex. Engenharia de Tecidos, Gestão da Melhoria de Processos, Ciência e Tecnologia da Pasta/Papel). Na Dissertação os estudantes podem optar por fazer o trabalho em ambiente de investigação, inseridos nas equipas dos projetos I&DT. São também convidados a assistir aos "Encontros com a Ciência" ou outros seminários dinamizados pelo CIEPQPF.

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

MEQ students have the opportunity to contact with various scientific topics, in class and in extra-class environment. Several curricular units request works that include up-to-date scientific information or laboratory activities that explore results from ongoing scientific research projects (e.g. Nanotechnologies, Environmental Protection Techniques, Polymer Science and Technology). Also Product/Process Designs present open problems that require up-to-date and innovative information. In other curricular units, Experts or Visiting Professors are invited, who frequently expose the state of the art on some EQ related topics (e.g. Tissue Engineering, Process Improvement and Management, Pulp/Paper Science and Technology). In the Dissertation, students can choose to do the work in research environment, joining the teams of R&D projects. They are also invited to attend "Encontros com a Ciência" or other seminars hosted by CIEPQPF.

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

4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL n.º 74/2006, de 24 de março,com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto:

A maioria das instituições de referência de ensino superior do espaço europeu no domínio da Engenharia Química

fixaram o número total de ECTS para o 2º ciclo em 120, e os cursos têm normalmente a duração de 2 anos (4 semestres). De forma a facilitar a mobilidade de estudantes e o reconhecimento internacional da formação dos Mestres do MEQ à luz dos princípios de Bolonha, e uma vez que este total de ECTS se insere na gama permitida pela legislação nacional aplicável neste âmbito (Decreto Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na sua redação atual) e pelas recomendações de Bolonha da EFCE, a Comissão Científica do DEQ decidiu que seria esse o nº total de ECTS/duração do MEQ.

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

Most European Higher Education reference institutions in the field of Chemical Engineering have set the total number of ECTS for the 2nd cycle at 120, and the courses usually last for 2 years (4 semesters). In order to facilitate students' mobility and international recognition of MEQ's training in the light of the Bologna principles, and since this total of ECTS falls within the range allowed by the applicable national legislation in this field (Decree Law no. 74/2006 of March 24, in its present wording) and by the EFCE Bologna Recommendations, DEQ-UC Scientific Commission decided that this would be the total number of ECTS/duration of MEQ.

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

A estrutura curricular do MEQ (e nº de ECTS/unidade curricular) foi definido, numa 1ª fase, em reuniões do grupo de trabalho constituído por sete docentes de várias áreas designados pela Comissão Científica do DEQ. Na 2ª fase, promoveram-se reuniões de docentes da mesma área científica para estabelecer a distribuição de conteúdos e competências pelas diversas unidades curriculares de forma a equilibrar a carga de trabalho entre elas. Todas as ideias foram também debatidas em Plenários da Comissão Científica. Assim, os docentes foram consultados sobre a designação/área científica/conteúdo programático/tipologia e o número de horas de contacto das unidades curriculares a funcionar em cada semestre no MEQ. Os conteúdos programáticos foram organizados e distribuídos entre unidades curriculares de modo a atingir os objetivos de formação e as competências pretendidas.

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

The curricular structure of MEQ (and ECTS no./curricular unit) was defined, in a first phase, in meetings of the working group composed by seven professors of several areas appointed by the Scientific Commission of the DEQ. In the 2nd phase, meetings with groups of professors of the same scientific area were promoted to establish the distribution of contents and competences among the different curricular units, in order to balance the workload between them. All ideas were also debated at Scientific Committee Plenary meetings and at meetings of the Scientific Committee itself. Thus, the professors were consulted about the designation/scientific area/syllabus/typology and the number of contact hours of the curricular units of each semester of MEQ. The syllabus was organized and distributed among the curricular units, with the participation of all, in order to achieve the training objectives and the intended competences/outcomes.

4.7. Observações

4.7. Observações:

Em Março de 2019, o Conselho Científico da FCTUC definiu em documento interno que, excetuando as dissertações/projetos/competências transversais, as unidades curriculares (u.c.) devem de preferência corresponder a 6 ECTS. Estabeleceu ainda o nº total de horas de contacto semanal entre 20 e 24. O nº de ECTS de cada u.c. foi definido de acordo com o artigo 5º do Decreto-Lei nº 42/2005. Considerando 1 ECTS = 27h de trabalho, este baseou-se na soma do tempo de trabalho presencial (aulas) com o tempo de aquisição dos conceitos (estudo) e de realização de trabalhos e avaliações. Privilegiou-se a atribuição de 6 ECTS/u.c., com as exceções: i) Segurança de Processos Químicos (3 ECTS), Projeto de Processo (15 ECTS), Dissertação em EQ (30 ECTS), devido ao seu conteúdo específico; ii) Processos de Separação Avançados & Reatores Multifásicos (5 ECTS) de modo a acomodar 1 ECTS/sem para orientação das equipas de Projeto de Processo desde o 1º ano do Mestrado (Problema Integrado de EQ I e II).

Notas do Plano de Estudos (4.3):

(i) O estudante deve escolher 2 optativas do leque oferecido, com inscrição condicionada. A lista de opções pode ser revista anualmente.
(ii) O estudante deve escolher 1 optativa do leque oferecido, com inscrição condicionada. A lista de opções pode ser revista anualmente.
(iii) Inscrição permitida só após a aprovação nas unidades curriculares de Problema Integrado de Engenharia Química I e II.
(iv) Inscrição permitida quando o estudante tenha já concluído todas as outras unidades curriculares ou, quando estando também nelas inscrito, possa completar o ciclo de estudos.

Nota aos campos 5.2 a 5.4:
Incluiu-se no corpo docente o Prof. Pedro Manuel Tavares Lopes de Andrade Saraiva, apesar do seu contrato se encontrar suspenso temporariamente por exercer funções de direção noutra instituição de ES público. Este docente possui acordo com a Reitoria da UC de forma a manter atividades de orientação de estudantes, nomeadamente Dissertação.

4.7. Observations:
In March 2019, the Scientific Council of FCTUC defined in an internal document that, except for Dissertation/Project /Transversal Skills, the curricular units (u.c.) should preferably correspond to 6 ECTS. This Council also established the total number of weekly contact hours between 20 and 24. The calculation of the number of ECTS was performed according to article 5 of Decree-Law no. 42/2005. Considering 1 ECTS = 27h of work, the number of ECTS was based on the sum of the working time in classes with the time for concept acquisition (study) and development of homework and other evaluations. The definition of 6 ECTS/u.c. was privileged, with the exceptions: i) Chemical Process Safety (3 ECTS), Process Design (15 ECTS), Dissertation (30 ECTS), due to their specific content; ii) Advanced Separation Processes & Multiphase Reactors (5 ECTS), in order to accommodate 1 ECTS/semester for supervision of Process Design teams since the 1st year of the Master (Integrated Problem of EQ I and II).

Curricular Plan (4.3) notes:

(i) The student must choose 2 elective courses from the list offered, with conditional enrollment. The list of elective courses can be reviewed annually.
(ii) The student must choose 1 elective course from the list offered, with conditional enrollment. The list of elective courses can be reviewed annually.
(iii) Enrollment is allowed only after approval on the courses Integrated Chemical Engineering Problem I and II.
(iv) Enrollment allowed when the student has fulfilled all curricular units or is able to complete the Master's Course within the same year.

Note to parts 5.2 to 5.4:
Professor Pedro Manuel Tavares Lopes de Andrade Saraiva was included in the faculty, despite his contract being temporarily suspended for exercising management functions in another public institution of Higher Education. This professor has an agreement with the UC Rectory in order to maintain student supervising activities, namely Dissertation.

5. Corpo Docente

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

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.
Coordenador do ciclo de estudos | Course coordinator: Luísa Maria Rocha Durães (luisa@eq.uc.pt)
Coordenador departamental de ECTS | ECTS Departmental Coordinator: Abel Gomes Martins Ferreira (abel@eq.uc.pt)
Vice-Coordenador/Coordenador de Dissertação | Vice-coordinator/Dissertation coordinator: Lino de Oliveira Santos (lino@eq.uc.pt)

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

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

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Abel Gomes Martins Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Título de especialista (DL 206/2009)	Engenharia Química - Termodinâmica Aplicada	100	Ficha submetida
Ana Clotilde Amaral Loureiro da Fonseca	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Ana Maria Antunes Dias	Investigador	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
António Miguel Lino Santos Morgado	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física (especialidade Física Tecnológica)	100	Ficha submetida

Arménio Coimbra Serra	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
Christopher Michael Ashton Brett	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Eletroquímica	100	Ficha submetida
Cristina Maria dos Santos Gaudêncio Baptista	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Fernando Pedro Martins Bernardo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química - Processos Químicos	100	Ficha submetida
Hermínio José Cipriano de Sousa	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Química - Especialidade de Química-Física	100	Ficha submetida
Isabel Maria Almeida Fonseca	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Química - Termodinâmica Aplicada	100	Ficha submetida
João Augusto Lagoa D Orey	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Licenciado		Engenharia Química	25	Ficha submetida
Jorge Fernando Brandão Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Jorge Fernando Jordão Coelho	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Jorge Manuel dos Santos Rocha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
José Carlos Miranda Góis	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica - área de Termodinâmica	100	Ficha submetida
José Manuel Namorado Nordeste	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Licenciado		Engenharia Química	15	Ficha submetida
Licínio Manuel Gando de Azevedo Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química - Processos Químicos	100	Ficha submetida
Lino de Oliveira Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Luísa Maria Rocha Durães	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Química - Processos Químicos	100	Ficha submetida
Mara Elga Medeiros Braga	Investigador	Doutor		Engenharia de Alimentos	100	Ficha submetida
Marco Paulo Seabra dos Reis	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Margarida Maria João de Quina	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Maria da Graça Bontempo Vaz Rasteiro	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Maria da Graça Videira de Sousa Carvalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química - Processos Químicos	100	Ficha submetida
Maria Goreti Ferreira Sales	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Química Analítica	100	Ficha submetida
Nuno Manuel Clemente de Oliveira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Patrícia de Jesus Pinto Alves	Investigador	Doutor		Engenharia Química - Processos Químicos	100	Ficha submetida
Patrícia Manuela Almeida Coimbra	Investigador	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Paula Cristina Nunes Ferreira	Investigador	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Paulo Jorge Tavares Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Título de especialista (DL 206/2009)	Engenharia Química - Especialidade de Processos Químicos	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Tavares Lopes de Andrade Saraiva	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Pedro Nuno Neves Lopes Simões	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida

Rosa Maria de Oliveira Quinta Ferreira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Rui Carlos Cardoso Martins	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Thaddeus Christopher Maloney	Professor Catedrático convidado ou equivalente	Doutor	Título de especialista (DL 206/2009)	Paper Technology	65	Ficha submetida
					3305	

<sem resposta>

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

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

5.4.1.1. Número total de docentes.
35

5.4.1.2. Número total de ETI.
33.05

5.4.2. Corpo docente próprio - Docentes do ciclo de estudos em tempo integral

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

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº / No.	Percentagem / Percentage
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	27	81.694402420575

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor

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

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem / Percentage
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	32.65	98.789712556732

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

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

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*	
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	27	81.694402420575	33.05
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0.4	1.2102874432678	33.05

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.

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

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and tranning dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*	
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	29	87.745839636914	33.05
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0	0	33.05

Pergunta 5.5. e 5.6.

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

O procedimento de avaliação dos docentes da UC tem por base o disposto no "Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da Universidade de Coimbra". A avaliação do desempenho dos docentes da UC é efetuada relativamente a períodos de três anos e tem em consideração quatro vertentes: investigação; docência; transferência e valorização do conhecimento; gestão universitária e outras tarefas.

O processo de avaliação compreende cinco fases (autoavaliação, validação, avaliação, audiência, homologação). O resultado final da avaliação de cada docente é expresso numa escala de quatro posições: excelente, muito bom, bom e não relevante.

Antes de cada novo ciclo de avaliação, cada UO define, para as suas áreas disciplinares, o conjunto de parâmetros que determinam os novos objetivos do desempenho dos docentes e cada uma das suas vertentes, garantindo, assim, permanente atualização do processo.

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

The academic staff performance evaluation procedures of the University of Coimbra (UC) are set in the "UC's Regulation for Teacher Performance Evaluation". This regulation establishes the mechanisms to identify the teacher performance goals for

each evaluation period. It clearly states the institution's vision across its different levels and simultaneously outlines a clear reference board to value the teachers' activities with the goal of improving their performance. At UC teachers' performance evaluation is carried out over three-year periods and takes into account four pillars: research; teaching; knowledge transfer and enhancement; university management and other tasks.

Before a new evaluation cycle, each OU identifies for its subject areas a set of parameters that define the new teacher performance goals and their components, thus ensuring the continuous updating of this process.

5.6. Observações:

"Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da Universidade de Coimbra", Regulamento n.º 398/2010 publicado no DR n.º 87, 2.a Série, de 5 de maio de 2010, retificado no DR. 2.ª Série, de 17 de maio de 2010.

5.6. Observations:

"Regulation of Professors' Performance Evaluation of UC" – regulation no. 398/2010, published on the DR no 87 (2nd series) of 5th of May, and amended on 17th of May.

6. Pessoal Não Docente

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

O DEQ possui um total de 6 efetivos de pessoal não docente a 100 %. O apoio administrativo inclui apoio financeiro, economato, serviços académicos, gestão do sistema de informação Nónio, atendimento ao público e telefónico é assegurado por três funcionários. Os serviços técnicos do DEQ são assegurados por três funcionários (um deles Engenheiro Químico), com responsabilidade nas áreas de manutenção das instalações e equipamentos, apoio às aulas laboratoriais, apoio às atividades de investigação e serviços informáticos. Os funcionários têm postos de trabalho na proximidade dos serviços que prestam.

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

There are 6 members of permanent non-academic staff in DEQ, all in full time. Administrative support, that includes financial support, commissary, academic services, management of Nonio information system, public and phone attendance, is assured by 3 employees. Technical services are assured by 3 employees (including a Chemical Engineer), with responsibilities regarding the maintenance of equipment and facilities, support to laboratory classes, research labs and informatics.

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

A qualificação académica dos 6 membros de pessoal não docente distribui-se da seguinte forma:
i) 1 possui o 4.º ano;
ii) 0 possui o 6.º ano;
iii) 0 possui o 9.º ano;
iv) 0 possui o 11.º ano;
v) 2 possui o 12.º ano;
vi) 2 possuem licenciatura;
vii) 1 possui mestrado.

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

The academic qualification of the non-academic staff (7 members) has the following distribution:
i) 1 has completed the 4th grade
ii) 0 has completed the 6th grade
iii) 0 has completed the 9th grade
iv) 0 has completed the 11th grade
v) 2 have completed the 12th grade
vi) 2 graduates
vii) 1 master.

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

A Universidade de Coimbra garante uma avaliação do desempenho do seu pessoal não docente de acordo com o disposto na lei que rege o SIADAP que adotou o método de gestão por objetivos, estabelecendo uma avaliação do desempenho baseada na confrontação entre objetivos fixados e resultados obtidos. O processo de avaliação é bienal e concretiza-se: em reuniões com o avaliador, superior hierárquico imediato, para negociação e contratualização dos objetivos anuais e para comunicação dos resultados da avaliação; e no preenchimento de um formulário de avaliação. A avaliação visa identificar o potencial de desenvolvimento do pessoal e diagnosticar necessidades de formação. Para a aplicação do SIADAP, o processo é supervisionado pela Comissão Paritária e pelo Conselho Coordenador da Avaliação.

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

University of Coimbra guarantees an assessment of the performance of its non-academic staff in accordance with the law governing SIADAP which adopted the objective management method, establishing a performance assessment based on the comparison between set objectives and obtained results. The evaluation process is biennial and is implemented: i) in meetings with the evaluator, immediate superior, in order to negotiate and contract the annual objectives and to communicate the evaluation results; ii) and completing an evaluation form. The assessment aims to identify the development potential and training needs of the staff. For the implementation of SIADAP, the process is overseen by a Joint Committee and an Evaluation Coordinating Council.

7. Instalações e equipamentos

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

O DEQ encontra-se instalado num edifício de 6 andares no Pólo II da UC. Possui 8 salas de aula, 4 planas (4x40 lugares) e 4 anfiteatros (100 ou 70 lugares). Dos laboratórios do edifício (piso-3), 3 estão dedicados a atividades pedagógicas, mas os laboratórios de investigação também são úteis às aulas práticas do MEQ. Os trabalhos que envolvem unidades à escala piloto encontram-se na nave central do edifício. A biblioteca central do Pólo II possui um acervo significativo de livros/revistas na área de EQ. O laboratório de cálculo automático do DEQ disponibiliza 1 sala com computadores utilizada para realização de trabalhos (com software diverso). Todo o edifício é coberto por rede Wi-Fi (Eduroam; DEQ-FCTUC). O DEQ conta ainda com apoio de 1 oficina. Os alunos têm à disposição 2 salas de estudo para realizarem trabalho individual ou em grupo. No piso 0 (Entrada) funciona o bar, a reprografia e a secretaria. Existem espaços de convívio/estudo nas laterais dos pisos -1/-2.

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

The DEQ is housed in a 6-floor building at Pole II of UC. It has 8 classrooms, 4 flat (4x40 seats) and 4 amphitheaters (100 or 70 seats). There are laboratories 3 laboratories devoted to pedagogical activities, but research labs are also useful for practical classes of MEQ (floor -3). Works involving pilot scale units are carried out in the central nave of the building. The Pole II central library has a significant collection of books/magazines framed in the EQ area. DEQ's automatic calculus lab provides 1 computer room used for computational works (with several software packages). The whole building is covered by Wi-Fi networks (Eduroam; DEQ-FCTUC). DEQ also has the support of 1 workshop. Students have at their disposal 2 study rooms for individual or group work. On floor 0 (Entrance) works the bar, the reprography and the reception/secretariat offices. There are living/study spaces on the sides of the -1/-2 floors.

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

As salas de aula estão providas de videoprojector, antena Wi-Fi e aquecimento central/ar condicionado. O laboratório de cálculo automático disponibiliza 12 postos de trabalho com acesso à internet e software diverso - Matlab+Simulink & Toolboxes (campus license); Minitab; JMP®; Aspen Plus; SimaPro; Statistica; Octave; Ascend; GAMS; AMPL; Mathematica; Fortran 90/95; Gaussian; Comsol; SuperProDesigner. Existe um cluster e partilha de periféricos. Todo o edifício é coberto por Wi-Fi. Há acesso a bases de dados bibliográficas: b-on e Web of Science. Os laboratórios possuem equipamento diversificado para realização de atividades pedagógicas/científicas, com manutenção permanente e atualização esporádica. Os trabalhos laboratoriais envolvem unidades à escala laboratorial e piloto cobrindo todas as áreas disciplinares da Engenharia Química (ex. Reatores Químicos, Proc. de Separação, Controlo, Síntese e modificação de (bio)materiais, Técnicas Instrumentais, Pasta e Papel).

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

The classrooms are equipped with a projector, Wi-Fi antenna and central heating/air conditioning. The automatic calculus lab provides 12 workstations with internet access and miscellaneous software - Matlab + Simulink & Toolboxes (campus license); Minitab; JMP®; Aspen Plus; SimaPro; Statistics; Octave; Ascend; GAMS; AMPL; Mathematics; Fortran 90/95; Gaussian; With Sun; SuperProDesigner. There is a cluster and peripheral sharing. The entire building is covered by Wi-Fi. There is access to bibliographic databases: b-on and Web of Science. The laboratories have diversified equipment to perform pedagogical/scientific activities, with permanent maintenance and sporadic updating. Laboratory works involve bench and pilot scale units, covering all disciplines of Chemical Engineering (e.g. Chemical Reactors, Separation Processes, Control, Synthesis and modification of (bio) materials, Instrumental Techniques, Pulp and Paper).

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

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

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

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Classification FCT	IES / HEI	N.º de docentes do CE integrados / Number of study programme teaching staff integrated	Observações / Observations
Centro de Investigação em Engenharia dos Processos Químicos e dos Produtos da Floresta (CIEPQPF)/ Chemical Process Engineering and Forest Products Research Centre (CIEPQPF)	Muito Bom/ Very Good	Universidade de Coimbra/ University of Coimbra	20	
CEMMPRE - Centro de Engenharia Mecânica, Materiais e Processos/ CEMMPRE -Centre for Mechanical Engineering, Materials and Processes	Excelente/ Excellent	Universidade de Coimbra/ University of Coimbra	4	
CEB - Centro de Engenharia Biológica/ CEB - Biological Engineering Center	Excelente/ Excellent	Universidade do Minho/ University of Minho	1	
CIBIT - Centro de Imagem Biomédica e Investigação Translacional/ CIBIT - Coimbra Institute for Biomedical Imaging and Translational Research	Excelente/ Excellent	Universidade de Coimbra/ University of Coimbra	1	

LAETA - Laboratório Associado de Energia, Transportes e Aeronáutica/ LAETA - Associated Laboratory for Energy, Transports and Aeronautics	Excelente/ Excellent	Universidade de Coimbra University of Coimbra	1

Pergunta 8.2. a 8.4.

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

http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/2b0144f7-c05c-80f4-2fc7-5e8c503bfa42

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

http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/2b0144f7-c05c-80f4-2fc7-5e8c503bfa42

8.4. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as atividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos.

Os docentes do DEQ estão envolvidos em diversos projetos e redes de investigação financiados por instituições nacionais, internacionais e indústria, envolvendo as diversas vertentes da Engenharia Química (vd. https://www.uc.pt /fctuc/deq/ciepqpf/featured_projects). Exs: Inpactus; CA18125 AERoGELS; ENBIS - The European Network for Business and Industrial Statistics; PREMIUM (H2020-RISE) - Preserving bacteria with oligosacchardes and eco-friendly processes; CA15115 MINEA - Mining the European Anthroposphere; MANANO (PEOPLE - ITN)- Manufacturing and Applications of Nanostructured Materials; Ecofloc Optimize (ITN - EID); Fibre suspension flow modelling; MultiBiorefinery; Understanding wood cell wall structure, biopolymer interaction and composition; Valorisation of lignocellulosic biomass side streams for sustainable production of chemicals, materials & fuels; Aerogel European Supplying Unit for Space Applications; BioHotMelt; VinyGreen; AeroXTreme; Safesurf; SAFE; MATIS; NanoFire; SERENA.

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

DEQ faculty are involved in various research projects and networks funded by national, international and industry institutions, involving the various subjects of Chemical Engineering (see https://www.uc.pt/fctuc/deq/ciepqpf /featured_projects). Examples: Inpactus; CA18125 AERoGELS; ENBIS - The European Network for Business and Industrial Statistics; PREMIUM (H2020-RISE) - Preserving bacteria with oligosacchardes and eco-friendly processes; CA15115 MINEA - Mining the European Anthroposphere; MANANO (PEOPLE - ITN) - Manufacturing and Applications of Nanostructured Materials; Ecofloc Optimize (ITN - EID); Fiber suspension flow modeling; MultiBiorefinery; Understanding wood cell wall structure, biopolymer interaction and composition; Valorization of lignocellulosic biomass side streams for sustainable production of chemicals, materials & fuels; Aerogel European Supplying Unit for Space Applications; BioHotMelt; VinyGreen; AeroXTreme; Safesurf; SAFE; MATIS; NanoFire; SERENA.

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

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

Sendo este um novo mestrado, não há histórico quanto à empregabilidade. Contudo, a comparação pode fazer-se relativamente ao Mestrado Integrado em Engenharia Química (MIEQ) que lhe precede, tendo o novo MEQ: (i) corpo curricular central de EQ mais forte e coeso (reação química, separação, engenharia de sistemas); (ii) estrutura diferenciada para desenvolvimento em equipa de projeto de processo; (iii) 2 ramos com identidade reforçada e refletindo as novas tendências no ensino, prática e investigação em EQ e suas aplicações (ambiente, energia, bioprocessos, biomateriais). Espera-se que a empregabilidade dos diplomados do novo MEQ seja superior à observada em 2018 para os diplomados do MIEQ cessante - 6.3% de desemprego dos diplomados em 2014-2017 registados no IEFP, valor ainda afetado pelo período de crise económica em Portugal

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

Since this is a new master's course, there is no history of employability. However, the comparison can be made with the preceding Integrated Master in Chemical Engineering (MIEQ), with the new MEQ having: (i) stronger central core in Chem. Eng. (chemical reaction, separation, systems engineering, project); (ii) differentiated structure for team development of process design; (iii) 2 similar branches but with enhanced identity and reflecting new trends in Chem. Eng. teaching, practice and research and their applications (environment, energy, bioprocesses, biomaterials). Thus, the employability of new masters from MEQ is expected to be higher than in 2018 for MIEQ - 6.3% unemployment of the masters graduated in 2014-2017 registered at IEFP, still affected by the period of economic crisis in Portugal.

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

O MEQ é um novo mestrado e não há histórico quanto à sua atratividade. Pelas razões em 9.1, espera-se que seja maior à do MIEQ precedente: 2018 - preenchimento de todas as 45 vagas na 1ª fase de candidatura, com nota média de candidaturas de cerca de 14 val.; média comparável com a do MIEQ da Univ. de Aveiro e do MIEQB da Nova de Lisboa (14-15 valores), mas inferior às das Universidades do Porto e Lisboa (cerca de 17 val. - FEUP e IST). O MIEQ-UC tem tido nota do último colocado crescente no período 2016-2018, bem como nº crescente de candidatos (2016-234; 2018-301), o que traz boas perspetivas. Esta tendência revela maior procura de estudantes pelo Ensino Superior. De realçar, que o MIEQ tem uma % bastante alta de estudantes estrangeiros (11%), quando comparada com os cursos congéneres de Aveiro (8%), Porto (FEUP-4%), e Nova de Lisboa (5%), e semelhante à do IST (12%). Sendo o MEQ um 2º ciclo separado, a eliminação de restrições para estrageiros com 1ºciclo favorecem a atratividade.

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

MEQ-UC is a new master's course and has no track record for attractiveness. For the reasons in 9.1, it is expected that it may be higher than in previous MIEQ: 2018 - filling all 45 places in the 1st application phase, with an average mark of approx. 14/20; comparable to that of MIEQ of Univ. of Aveiro and MIEQB of Nova de Lisboa (14-15/20), but lower than those of Universities of Porto and Lisbon (about 17/20 - FEUP and IST). MIEQ-UC has been increasing the mark of the last ranked student in the period 2016-2018, as well as the number of candidates (2016-234; 2018-301), bringing good perspectives. This trend reveals higher demand for higher education courses. It should be noted that MIEQ-UC has a very high % of international students (11%), when compared to similar courses of Aveiro (8%), Porto (FEUP-4%), and Nova de Lisboa (5%), and similar to IST (12%). Since MEQ is a separate 2nd cycle, the removal of restrictions for international students with 1st cycle favors attractiveness.

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

As parcerias existentes atualmente com as Universidades de Aveiro, Beira Interior, Lisboa, Minho, Nova e Porto (ou outras), bem como com Institutos Politécnicos, irão manter-se para os novos Mestrados em Engenharia Química e áreas afins. Estas parcerias são estabelecidas essencialmente através i) do Programa Almeida Garrett (programa de mobilidade interna de estudantes do ensino superior público universitário), ii) da cooperação na orientação de estudantes inscritos em Dissertação ou iii) através de parcerias em projetos de investigação que possam incluir mestrandos nas suas equipas. Em particular, no contexto legal atual para a atribuição de bolsas de investigação, esta última vertente de cooperação irá ser certamente reforçada, com benefício para a formação dos estudantes de mestrado.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

Existing partnerships with the Universities of Aveiro, Beira Interior, Lisbon, Minho, Nova and Porto (or others), as well as with Polytechnic Institutes, will continue for the new Master in Chemical Engineering and related areas. These partnerships are established through (i) the Almeida Garrett Program (internal mobility program for public university students), (ii) cooperation in mentoring Dissertation students or (iii) partnerships in research projects that may include Master's students in their teams. In particular, in the current legal context for project research grants, this last component of cooperation will certainly be strengthened, with clear benefit for the training of master's students.

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:

No Espaço Europeu existem diversas universidades de referência onde pode ser obtido o MEQ. Tomámos o exemplo de 3 universidades bem posicionadas nos rankings universitários: Delft University of Technology (TUD), Technical University of Denmark (DTU) e L'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), todas com curso de 2 anos (120 ECTS).

TUD: 2 ramos tal como no MEQ-UC; no 1ºano são oferecidas disciplinas fundamentais, específicas de cada ramo, projetos de produto e processo e disciplinas optativas. O 2ºano é composto por Tese, estágio industrial e optativas.

DTU: estrutura inclui disciplinas gerais (30ECTS), de especialização tecnológica (30ECTS), optativas (30ECTS) e a Tese (30ECTS), muito comparável ao MEQ-UC. Contudo, existem 3 áreas de especialização.

EPFL: curso estruturado em disciplinas obrigatórias (17ECTs), optativas (25ECTS), estágio (30 ECTS), projeto (18 ECTS) e Tese (30ECTS).

Universidades de UK e Espanha têm usualmente uma estrutura curricular algo diferente do MEQ-UC

.

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

In Europe, there are several reference universities where the Master's degree in Chemical Eng. can be obtained. We took the example of 3 well-ranked institutions: Delft University of Technology (TUD), Technical University of Denmark

(DTU) and L'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), all with a 2-year degree (120 ECTS).
TUD: 2 branches as in MEQ-UC; 1st year offers core subjects, other specific to each branch, product/process projects, and elective subjects. The 2nd year is composed by Thesis, industrial training, elective subjects.
DTU: the structure includes general (30ECTS), technological specialization (30ECTS), elective (30ECTS) and Thesis (30ECTS) subjects, very comparable to MEQ-UC. However, there are 3 areas of specialization.
EPFL: structured in compulsory (17ECTs), elective (25ECTS), internship (30 ECTS), project (18 ECTS) and Thesis (30ECTS) subjects.
Universities in the UK and Spain have usually a somewhat different curriculum structure when compared to MEQ-UC.

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:
O MEQ tem objetivos análogos a outras universidades de topo Europeias, tais como TUD, DTU e EPFL.
A TUD destaca-se no ensino da engenharia e investigação, incluindo temas inovadores, multidisciplinares, emergentes (ciência molecular, nanomateriais, sustentabilidade), na área de especialização em EQ de processos e Eng. de Produto.
A DTU foca a tecnologia industrial química e bioquímica, equipamentos e processos. Os problemas tecnológicos são baseados na química, matemática, física e termodinâmica. As áreas de formação são: Tecnologia de processos químicos e bioquímicos; Eng. de Produtos Químicos e Bioquímicos; Eng. energética e ambiental, e a tese de mestrado pode ser empresarial, tal como no MEQ-UC.
O EPFL dá preparação para a indústria, mas centra-se em processos inovadores com separação, eng. biológica, biotecnologia, eng. catalítica e polímeros, e segurança.
TUD, DTU e EPFL apostam em áreas tradicionais da EQ, projeto de processo e produto, e áreas emergentes, tal como o MEQ-UC.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:
MEQ-UC has similar objectives to other top European universities: TUD, DTU and EPFL.
TUD stands out in the teaching of engineering and research, including innovative, multidisciplinary, emerging subjects (molecular science, nanomaterials, sustainability), in the specialization areas of Chemical Process and Product Engineering.
DTU focuses on chemical and biochemical industrial technology, equipment and processes. Technological problems are based on chemistry, mathematics, physics, and thermodynamics. The training areas are: Chemical and Biochemical Process Technology; Chemical and Biochemical Products Engineering; Energy and Environmental Engineering, and the master's thesis can be entrepreneurial, as in MEQ-UC.
EPFL provides skills for the industry but focuses on innovative separation processes, biological and biotechnological engineering, catalysis, polymers, and Safety.
TUD, DTU, and EPFL focus on traditional areas, process and product design, and emerging areas, such as MEQ-UC.

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:
<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):
<sem resposta>

11.2. Plano de distribuição dos estudantes

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

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios

e/ou formação em serviço.

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

<sem resposta>

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

<no answer>

11.4. Orientadores cooperantes

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

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

<sem resposta>

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

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

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

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

-Formação de alto nível e alargada, alinhada com ensino da EQ a nível internacional, adaptada a novos desafios nas áreas tradicionais e emergentes (diversidade de saídas profissionais).
-Competências reforçadas na área de projeto de processo/produto e de trabalho em equipa, e hipótese de realizar Dissertação em ambiente industrial.
-Forte interligação do ensino com atividades de investigação científica.
-Mestrado reconhecido com selo EUR-ACE.
-Cooperação relevante entre coordenação do curso, direção do DEQ e NEDEQ em prol da melhoria contínua dos processos de aprendizagem.
-Corpo docente qualificado e experiente (+ docentes convidados da indústria).
-Dinamismo, coesão e segurança dos estudantes do DEQ - departamento de média dimensão.
-Nº de estudantes internacionais muito relevante e excelente integração destes.
-Edifício relativamente novo, funcional, seguro e com possibilidade de adaptação.
-Ações de frequentes de interação com a OE e ligação às empresas através da PRODEQ

12.1. Strengths:

- High level and wide education, aligned with international Chem. Eng. teaching, adapted to new challenges in traditional and emerging areas (diversity of job positions).
-Strong skills in process/product design and teamwork and hypothesis of performing Dissertation in industrial environment.
-MEQ recognized with EUR-ACE guarantee.
-Strong interconnection of teaching with scientific research activities.
-Very relevant cooperation between course coordinator, department head and NEDEQ for the continuous improvement of learning processes.

- Qualified and experienced teaching staff (+ guest lecturers from the industry), internationally recognized.
-Dynamics, cohesion and security of DEQ's students - department with medium dimension.
-Number of international students very relevant and very easy integration.
-Relatively new, functional, safe and adaptable building.
-Frequent interaction actions with OE and easy connection to companies through PRODEQ

12.2. Pontos fracos:
- A designação 'Engenharia Química' é a que melhor define a formação adquirida, contudo a maioria dos cidadãos não compreende a sua amplitude em termos das funções que permite desempenhar.
- Fração significativa de docentes envolvidos em atividades de gestão que acarretam uma elevada carga de esforço.
- Parte dos equipamentos de laboratório a necessitar de renovação.
- Mobilidade outgoing dos estudantes poderia ser mais elevada

12.2. Weaknesses:
-The designation 'Chemical Engineering' is the one that best defines the training given but not very informative of the wide range of skills involved.
- Significant fraction of teachers involved in management activities that carry a high effort load.
- Part of laboratory equipment needs renovation.
- Outgoing student mobility must be increased

12.3. Oportunidades:
-Fim dos Mestrados Integrados e consequente aumento da mobilidade entre 1º e 2º ciclos.
-Conjuntura de empregabilidade favorável em Portugal.
-Reconhecimento da Universidade de Coimbra no Brasil e possibilidade de atrair licenciados brasileiros de EQ.
-ALUMNI em posições de destaque em empresas de referência.
-Interação com Incubadoras/Aceleradoras/Centros Tecnológicos de proximidade (IPN, CTCV, Itecons, BLC3, Biocant, etc.)
-Estratégia de Especialização Inteligente (RIS3) e próximo quadro comunitário de apoio - Horizonte Europa.
-Maior envolvimento com a indústria nacional de média proximidade e indústria internacional.
-Maior envolvimento com o sector de serviços (saúde, sistemas de segurança, supervisão e controlo, analítica predictiva, etc.)
-Concursos de renovação/progressão do corpo docente.
-Recuperação da economia de Portugal e rápida evolução tecnológica no contexto da Indústria 4.0

12.3. Opportunities:
-End of Integrated Masters and consequent increase in mobility between 1st and 2nd cycles.
- Favorable employment situation in Portugal.
-Recognition of the University of Coimbra in Brazil and possibility of attracting Brazilian graduates of Chem. Eng.
-ALUMNI in prominent positions in leading companies, national or international.
-Interaction with Incubators/Accelerators/Technology Centers in the vicinity (IPN, CTCV, Itecons, BLC3, Biocant, etc.)
-Smart Intelligence Strategy (RIS3) and next European Community Support Framework – Europe Horizon.
-Higher involvement with domestic medium-proximity industry and international industry.
-Higher involvement with the service sector (health, security systems, supervision and control, predictive analytics, etc.).
-Faculty renewal/progression applications.
-Economic recovery of Portugal and rapid technological evolution in the context of Industry 4.0

12.4. Constrangimentos:
Redução do nº total de potenciais candidatos nacionais no futuro por motivos demográficos, em particular na região Centro pela baixa densidade demográfica e atratividade.
-Segmentação excessiva da oferta de mestrados em áreas afins conduz a descaracterização da profissão.
-Número de funcionários não docentes ainda reduzido para garantir um apoio mais eficaz aos laboratórios/edifício e aos processos administrativos.
-Média etária do corpo docente elevada.
-Nº de salas de aulas e de laboratórios no DEQ é um fator limitante de crescimento.
-Novas dinâmicas de aprendizagem rápidas e desmaterializadas, que não desenvolvem o pensamento crítico e consolidação de conhecimentos.
-Dificuldade de financiamento para renovação de equipamentos e edifício.
-Baixo nível de industrialização na região periférica à Universidade.
-Dificuldade de sustentabilidade económica dos estudantes para desenvolverem Dissertação em empresas longe da UC.
-Baixo nível salarial oferecido pelas empresas a jovens engenheiros

12.4. Threats:

-Reduction of the total number of potential national candidates in the future for demographic reasons, particularly in the Center region due to its low demographic density and attractiveness.
-Excessive segmentation of masters supply in related areas can lead to the mischaracterization of the profession.
-Number of non-teaching staff still is reduced to ensure more effective support for laboratories/building and administrative processes.
-Faculty with high age average.
-Number of classrooms and labs at DEQ is a limiting factor for growth.
-New fast and dematerialized learning dynamics that do not develop critical thinking and knowledge consolidation.
-Difficulty in financing equipment acquisition and building renovation.
-Low level of industrialization in the peripheral region of the University.
-Difficulty of economic sustainability of students for developing the Dissertation in companies far from UC.
-Low salary offered by companies to young engineers

12.5. Conclusões:

Os pontos fortes apontados podem traduzir-se em vantagens no aproveitamento das oportunidades. Alguns exemplos relevantes:
i) A formação renovada do MEQ e seus aspetos diferenciadores na área de projeto, bem como testemunhos de ALUMNI e estudantes internacionais do DEQ, permitem atrair estudantes de 1º ciclo de outras instituições nacionais/estrangeiras.
ii) Explorar a interação com o centro de investigação, as empresas e centros tecnológicos/incubadoras para fornecer competências efetivas, colaborações para Dissertação ou futuras posições de emprego.
iii) Tirar partido da experiência científica e reconhecimento do corpo docente para atrair investimento competitivo e contribuir com ideias de negócio e soluções melhoradas para desenvolvimento tecnológico da região.
iv) Contacto proactivo com empresas fora da região centro, usando as plataformas PRODEQ/UC Business.
v) Usar os indicadores de qualidade científica dos docentes do DEQ para justificar políticas de continuidade de progressão e renovação na carreira docente.
vi) Usar dinamismo do NEDEQ e boa interação com a direção do DEQ e OE para promover debates sobre os contornos emergentes da profissão de EQ, por exemplo no ENEEQ.

Por outro lado, os pontos fortes podem permitir evitar ameaças, usando estratégias como:
i) Afirmar o carácter transformador de uma formação em Engenharia Química de banda larga para fazer face aos desafios da sociedade: sustentabilidade, clima, energia, água.
ii) Aproveitar as sinergias direção-coordenação-NEDEQ para organizar fóruns de Engenharia Química ou outros eventos que aumentem atratividade do MEQ.
iii) Desenvolver ações que permitam definir orientações para os estudantes, nomeadamente estratégias de tutoria.
iv) Explorar canais de comunicação alternativos, novas geometrias em sala e novas ferramentas de ensino em prol da melhoria pedagógica.
v) Criar plano de reorganização de espaços do DEQ tirando partido das zonas subaproveitadas do edifício.

Algumas estratégias podem também permitir ultrapassar os pontos fracos e aproveitar as oportunidades, nomeadamente:
i) Divulgar o plano de estudos, a sua acreditação e saídas profissionais a alunos de outras geografias, de forma a atrair mais e melhores alunos, aproveitando todas as iniciativas do Gabinete de Apoio à Divulgação (https://www.uc.pt/fctuc/Faculdade/servicos/GAD).
ii) Explorar a participação da UC em instituições de interface (ex. IPN, IteCons) para expor à Assembleia Municipal a necessidade de atrair empresas tecnológicas para Coimbra.
iii) Tomar partido da recuperação económica em Portugal para concertar com a Reitoria a abertura de lugares para funcionários não docentes.
iv) Organizar regularmente conferências/workshops/feiras no DEQ.
v) Comparar sistematicamente os programas das novas disciplinas com os de escolas Europeias, para estimular a mobilidade dos estudantes do MEQ.
vi) Agilizar e simplificar procedimentos administrativos em conjunto com os serviços da UC

12.5. Conclusions:

The referred strengths can translate into advantages for taking profit of opportunities. Some relevant examples:
i) The renewed formation of MEQ and its differentiating aspects in the process design area, as well as testimonials from ALUMNI and DEQ international students, allow to attract first cycle students from other national/international institutions.
ii) Exploring interaction with the research center, companies and technology centers/incubators to provide effective skills, collaborations for the Dissertation work or future employment positions.
iii) Taking advantage of scientific expertise and faculty recognition to attract competitive investment and contribute business ideas and improved solutions for technological development of the region.
iv) Proactive contact with companies outside the central region of Portugal using the PRODEQ/UC Business platforms.
v) Use the scientific quality indicators of DEQ teachers to justify the policy of continuity of progression and renewal of the faculty career.
vi) Use of NEDEQ dynamism and good interaction with DEQ and OE to promote debates on the emerging contours of

the Chem. Eng. profession, for example in the ENEEQ.

On the other hand, strengths can help to avoid threats by using strategies such as:
i) To affirm the transformative character of broadband Chemical Engineering training to meet societal challenges: sustainability, climate, energy, water.
ii) Take advantage of the synergies between director-coordination-NEDEQ to organize chemical engineering forums and other MEQ-enhancing events.
iii) To develop actions to define coaching for students.
iv) Exploring alternative communication channels, new classroom geometries and new teaching tools for pedagogical improvement.
v) Draw a plan for spaces reorganization at DEQ taking advantage of the underused areas of the building.

Some strategies may also turn possible to overcome weaknesses and seize opportunities, such as:
i) Disseminate the MEQ curricular plan, its accreditation and professional opportunities to students from other geographies, in order to attract more and better students, taking advantage of all the initiatives of GAD-FCTUC.
ii) Explore the participation of UC in interface institutions (e.g. IPN, Itecons) to expose to the Municipal Assembly the need to attract technology companies to Coimbra.
iii) Take advantage of the economic recovery in Portugal to agree with the Rectory the opening of positions for non-teaching staff.
iv) Regular organization of conferences/workshops at DEQ.
v) Systematically comparison of the programs of the new subjects with those of European schools, to stimulate the mobility of MEQ students.
vi) Streamline and simplify administrative procedures in conjunction with UC services.