

# NCE/19/1901070 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

---

## 1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:  
*Universidade De Lisboa*

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

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

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

1.3. Designação do ciclo de estudos:  
*Engenharia Química*

1.3. Study programme:  
*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:  
*<sem resposta>*

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:  
*<sem resposta>*

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:**

165

**1.10. Condições específicas de ingresso.**

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

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

**1.10. Specific entry requirements.**

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

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

**1.11. Regime de funcionamento.**

*Diurno*

**1.11.1. Se outro, especifique:**

*<sem resposta>*

**1.11.1. If other, specify:**

*<no answer>*

**1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:**

*Instituto Superior Técnico (campus Alameda) / Universidade de Lisboa*

**1.12. Premises where the study programme will be lectured:**

*Instituto Superior Técnico (campus Alameda) / Universidade de Lisboa*

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

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

**1.14. Observações:**

*<sem resposta>*

**1.14. Observations:**

*<no answer>*

## 2. Formalização do Pedido

### Mapa I - Conselho Científico

---

**2.1.1. Órgão ouvido:**

*Conselho Científico*

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

[2.1.2.\\_Parecer\\_CC\\_MEQuim.pdf](#)

### Mapa I - Conselho Pedagógico

---

2.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho Pedagógico*

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

[2.1.2.\\_Parecer\\_CP\\_MEQuim.pdf](#)

### Mapa I - Conselho de Gestão

---

2.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho de Gestão*

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

[2.1.2.\\_parecer\\_CG.pdf](#)

### Mapa I - Conselho de Escola

---

2.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho de Escola*

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

[2.1.2.\\_parecer\\_CE.pdf](#)

### Mapa I - Reitor da Universidade de Lisboa

---

2.1.1. Órgão ouvido:

*Reitor da Universidade de Lisboa*

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

[2.1.2.\\_DespReit n.º 126-2020 \\_ Cr \\_Mest\\_ Engª Química.pdf](#)

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

---

2.1.1. Órgão ouvido:

*Plano de Transição do Mestrado Integrado para o Mestrado*

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

[2.1.2.\\_MEQ\\_Plano\\_Transição.pdf](#)

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

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

*Formar recursos humanos com profundos conhecimentos na área da Engenharia Química e com uma visão clara da integração destes conhecimentos nas suas diversas áreas de aplicação. Pretende-se que os alunos obtenham os conhecimentos complementares aos adquiridos no 1º ciclo em termos de Ciências de Engenharia. Neste mestrado será aprofundada a abordagem aos sistemas reacionais, separação de espécies químicas e ainda de forma obrigatória os temas relacionados com o Controle de Processos, utilidades, segurança industrial e competências na área da síntese de novos processos químicos mais eficazes em termos de consumos de energia, água e emissões. Estes conhecimentos vão permitir a execução de um projeto de engenharia de processos com as melhores soluções tecnológicas, incluindo a análise financeira e ambiental. Execução de forma individual de uma dissertação de mestrado que contribua para o desenvolvimento científico ou de inovação empresarial nos domínios da Engenharia Química.*

3.1. The study programme's generic objectives:

*Train human resources with deep knowledge in the area of Chemical Engineering and with a clear vision of the integration of this knowledge in its various application areas.*

*It is intended that students obtain additional knowledge to those acquired in the 1st cycle in terms of Engineering*

*Sciences. In this master's degree, emphasis will be placed on deepening the approach to reaction systems and the separation of chemical species. Issues related to Process Control, utilities, and industrial safety will also be addressed. It is also intended that students develop skills in the area of synthesis of new chemical processes more effective in terms of energy, water and emissions. This knowledge will allow the execution of a process engineering project with the best technological solutions, including financial and environmental analysis. Individual execution of a master's thesis that contributed to the scientific development or business innovation in the fields of Chemical Engineering.*

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

*Desenvolver a capacidade de aprendizagem autónoma, bem como de espírito crítico e criativo, de modo a preparar a inserção no mundo profissional com adaptação rápida a um universo tecnológico em acelerado desenvolvimento e mudança.*

*Promover a utilização de ferramentas computacionais específicas da Engenharia Química para o apoio ao trabalho de análise e projeto de novos processos.*

*Será privilegiada a realização de trabalhos de monografia ou laboratoriais em equipa para o posterior desenvolvimento de relatórios extensos, sumários executivos ou resumos alargados que possam reportar o trabalho efetuado. Em paralelo será incentivada a comunicação oral dos alunos aos seus pares através de apresentações longas ou tipo pitch.*

*Pretende-se que os alunos possuam no final do mestrado a competência adequada para pesquisa em sítios da internet de qualidade onde possam retirar informação imprescindível para o desenvolvimento da sua atividade profissional futura.*

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

*Develop the capacity for autonomous learning, as well as a critical and creative spirit, in order to prepare for insertion in the professional world with rapid adaptation to a technological universe in accelerated development and change.*

*Promote the use of computational tools specific to Chemical Engineering to support the work of analysis and design of new processes.*

*It will be privileged to carry out monograph or laboratory work in a team for the subsequent development of extensive reports, executive summaries, or extended summaries that can report the work done. In parallel, students' oral communication with their peers will be encouraged through long or pitch-type presentations.*

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

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

*Nos termos do n.º 2 do mesmo artigo estabelece-se que, no cumprimento da sua missão, o IST: Privilegia a investigação científica, o ensino, com ênfase no ensino pós-graduado, e a formação ao longo da vida, assim como o desenvolvimento tecnológico; Promove sinergias entre os domínios científicos que abarca e entre eles e outros afins; Procura contribuir para a competitividade da economia nacional através da transferência de tecnologia, da inovação e da promoção do empreendedorismo; Efetiva a responsabilidade social, na prestação de serviços científicos e técnicos à comunidade e no apoio à inserção dos diplomados no mundo do trabalho e à sua formação permanente. O IST está envolvido ativamente em várias redes e programas internacionais que visam a mobilidade de estudantes, nomeadamente através de programas de graduação e pós-graduação.*

**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:**

*Pursuant to paragraph 1 of Article 3 of the IST Statutes, ratified by Order No. 12255/2013 published in Diário da Republica of 25 September 2013, “It is IST's mission, as an institution that wants to be prospective in university education, ensure constant innovation and consistent progress in the knowledge society, culture, science and technology, within a framework of humanistic values. ”*

*Under the terms of paragraph 2 of the same article, it is established that, in carrying out its mission, IST: Favors scientific research, teaching, with an emphasis on postgraduate education, and lifelong learning, as well as technological development; It promotes synergies between the scientific domains it encompasses and between them and others like them; It seeks to contribute to the competitiveness of the national economy through the transfer of technology, innovation and the promotion of entrepreneurship; Effective social responsibility, in the provision of scientific and technical services to the community and in supporting the insertion of graduates in the world of work and their permanent training. IST is actively involved in several international networks and programs that aim at student mobility, namely through undergraduate and graduate programs.*

## 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:
Minor (Opcional)	Minor (Optional)

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

#### Mapa II - NA

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

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

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Ciências de Engenharia Química/Chemical Engineering Sciences	CEQ	24		Oferta de 48 ECTS em UC de opção desta AC
Engenharia de Processos e Projecto/Processes and Project Engineering	EPP	39		Oferta de 45 ECTS em UC de opção desta AC
Engenharia e Gestão de Sistemas/ Systems Engineering and Management	EGS	3		
Química-Física, Materiais e Nanociências/ Physical Chemistry, Materials and Nanosciences	QFMN			Oferta de 24 ECTS em UC de opção desta AC
Síntese, Estrutura Molecular e Análise Química/Synthesis, Molecular Structure and Chemical Analysis	SEMAQ	0		Oferta de 51 ECTS em UC de opção desta AC
Todas as áreas científicas do IST - Opções / All scientific áreas of IST-Options	OL	0		Oferta de 24 ECTS em UC de opção desta AC
Todas as áreas científicas do IST/All scientific áreas of IST	Diss	30		A Dissertação é desenvolvida em AC do IST em domínios relacionados com os objetivos do curso
-	-		24	Necessários 24ECTS em UC opção para obter Grau. Elenco UC fixado anualmente pelos Órgãos IST
<b>(8 Items)</b>		<b>96</b>	<b>24</b>	

### 4.3 Plano de estudos

#### Mapa III - NA - Ano 1, Semestre 1/Year 1, Semester 1

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

**4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****NA****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****Ano 1, Semestre 1/Year 1, Semester 1****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)
Segurança e Utilidades Industriais/ Safety and Industrial Utilities	EPP	Semestral	168	T7; TP35; PL7	6	
Controlo de Processos/Process Control	CEQ	Semestral	168	TP42; PL7	6	
Prevenção e Tratamento de Efluentes/ Effluents Prevention and Treatment	EPP	Semestral	168	T14; TP35	6	
Processos de Separação Avançados/ Advanced Separation Processes	CEQ	Semestral	168	TP42; PL7	6	
Engenharia das Reacções Avançada/ Advanced Reaction Engineering	CEQ	Semestral	168	TP42; PL7	6	

**(5 Items)****Mapa III - NA - Ano 1, Semestre 2/Year 1, Semester 2****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****NA****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****NA****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****Ano 1, Semestre 2/Year 1, Semester 2****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)
Métodos Computacionais em Fenómenos de Transferência/ Computational Methods in Transport Phenomena	CEQ	Semestral	84	T7; TP17.5	3	
Gestão da Produção e das Operações/Production and Operations Management	EGS	Semestral	84	TP21	3	
Gestão Pela Qualidade Total e Excelência Operacional/Total Quality Management & Operational Excellence	EPP	Semestral	168	T14; TP28; OT7	6	
Minor 1/Opção 1	OL	Semestral	168	-	6	Opcional
Minor 2/Opção 2	OL	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção 3	OL	Semestral	84	-	3	Opcional
Opção 4	OL	Semestral	84	-	3	Opcional

**(7 Items)**

**Mapa III - NA - Ano 2, Semestre 1/Year 2, Semester 1****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****NA****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****NA****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****Ano 2, Semestre 1/Year 2, Semester 1****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)
Tópicos de Indústria Química/ Topics of Chemical Industry	EPP	Semestral	84	T21; S14	3	
Projeto de Engenharia Química I/Chemical Engineering Project I	EPP	Semestral	168	T28; TP42	6	
Projeto de Engenharia Química II/Chemical Engineering Project II	EPP	Semestral	168	TP28; OT7	6	
Laboratórios de Engenharia Química/ Laboratories of Chemical Engineering	CEQ	Semestral	84	PL21	3	
Síntese e Integração de Processos/Process Synthesis and Integration	EPP	Semestral	168	T7; TP42	6	
Minor 3 / Opção 3 (6 Items)	OL	Semestral	168	-	6	Opcional

**Mapa III - NA - Ano 2, Semestre 2/Year 2, Semester 2****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****NA****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****NA****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****Ano 2, Semestre 2/Year 2, Semester 2****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 de Mestrado em Engenharia Química/Master Dissertation in Chemical Engineering (1 Item)	Diss	Semestral	840	OT 28	30	

**Mapa III - Opções - Ano 1, Semestre 2 e Ano 2, Semestre 1/Year 1, Semester 1 and Year 2, Semester 1****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****Opções**

**4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****Opções****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****Ano 1, Semestre 2 e Ano 2, Semestre 1/Year 1, Semester 1 and Year 2, Semester 1****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)
Armazenamento de Energia/ Energy Storage	CEQ	Semestral	168	T21; S28	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Catálise para o Desenvolvimento Sustentável/Catalysis for Sustainable Development	SEMAQ	Semestral	84	TP14; S10.5	3	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Ciência e Design de Polímeros/ Science and Design of Polymers	QFMN	Semestral	168	TP35; PL14	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Desenvolvimento de Novos Produtos/ New Product Development	EPP	Semestral	84	TP24.5	3	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Design de Nanomateriais/ Design of Nanomaterials	QFMN	Semestral	168	TP35; PL14	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Design para a Sustentabilidade/ Design for Sustainability	QFMN	Semestral	168	TP35; PL14	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Economia Circular para Plásticos/Circular Economy for Plastics	CEQ	Semestral	168	TP42;PL7	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Ecotoxicologia e Avaliação de Risco/ Ecotoxicology and Environmental Risk Assessment	SEMAQ	Semestral	168	T14; TP14; PL21	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Fotoquímica Aplicada/ Applied Photochemistry	QFMN	Semestral	168	T21; TP28	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Materiais Adsorventes e Processos de Adsorção/ Adsorbent Materials and Adsorption Processes	EPP	Semestral	84	T14; TP35	3	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Optimização de Sistemas Lineares/ Linear Systems Optimization	EPP	Semestral	168	TP49	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Processos Catalíticos Sustentáveis/ Sustainable Catalytic Processes	CEQ	Semestral	168	T28; TP14; OT7	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Produção de Polímeros/ Polymer Production	EPP	Semestral	84	T7; TP17.5	3	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor



Refinação de Petróleos e Coprocessamento/ Petroleum Refining and Coprocessing	CEQ	Semestral	168	TP49	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Síntese e Catálise Homogénea Sustentáveis/ Sustainable Synthesis and Homogeneous Catalysis	SEMAQ	Semestral	168	TP49	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Síntese Orgânica em Escala Industrial/ Organic Synthesis at Industrial Scale	SEMAQ	Semestral	168	TP49	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Tópicos em Baterias/ Topics on Batteries	EPP	Semestral	168	T21; OT28	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Validação, Controlo de Qualidade e Acreditação/ Validation, Quality Control and Accreditation	SEMAQ	Semestral	168	T21; PL35	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Biocombustíveis/Biofuels	EPP	Semestral	168	TP49	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Biomateriais/Biomaterials	CEQ	Semestral	168	TP42; PL7	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Catálise e Processos Catalíticos/Catalysis and Catalytic Processes	CEQ	Semestral	168	T28;TP14; OT7	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Controlo Avançado de Processos/Advanced Process Control	EPP	Semestral	168	TP49	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Electroquímica e Energia/Electrochemistry and Energy	CEQ	Semestral	168	T14; TP21; PL14	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Optimização de Processos/Process Optimisation	EPP	Semestral	168	TP49	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Química Industrial/Industrial Chemistry	SEMAQ	Semestral	168	TP49	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Química Medicinal/Medicinal Chemistry	SEMAQ	Semestral	168	T28; TP14; S7	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Segurança e Higiene Industrial/Industrial Safety and Health	SEMAQ	Semestral	168	T14; TP35	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Tecnologia de Materiais Poliméricos/Technology of Polymeric Materials	EPP	Semestral	168	TP28; PL21	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Valorização Energética de Resíduos/Waste to Energy	CEQ	Semestral	168	T21; TP14; S14	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Astrobiologia/ Astrobiology	SEMAQ	Semestral	168	T24.5; TP24.5	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor

Opção Livre 1/Free Option 1	OL	Semestral	168	-	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Opção Livre 2/Free Option 2	OL	Semestral	168	-	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Opção Livre 3/Free Option 3	OL	Semestral	84	-	3	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Opção Livre 4/Free Option 4	OL	Semestral	84	-	3	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Opção Livre 5/Free Option 5	OL	Semestral	168	-	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Minor 1	OL	Semestral	168	-	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Minor 2	OL	Semestral	168	-	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Minor 3	OL	Semestral	168	-	6	Escolher 24ECTS em UC livres de 2º ou 3ºciclo IST ou 18ECTS UC coerentes para obter Minor
Atividades Extracurriculares I/ Extracurricular Activities I	OL	Semestral	84	-	3	Dos 24 ECTS opcionais, até 6 ECTS podem ser creditados em AEC
Atividades Extracurriculares II/ Extracurricular Activities II	OL	Semestral	84	-	3	Dos 24 ECTS opcionais, até 6 ECTS podem ser creditados em AEC
<b>(40 Items)</b>						

#### 4.4. Unidades Curriculares

---

##### Mapa IV - Catálise e Processos Catalíticos

###### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular: *Catálise e Processos Catalíticos*

###### 4.4.1.1. Title of curricular unit: *Catalysis and Catalytic Processes*

###### 4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere: *CEQ*

###### 4.4.1.3. Duração: *Semestral*

###### 4.4.1.4. Horas de trabalho: *168.0*

###### 4.4.1.5. Horas de contacto: *49.0*

**4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Carlos Manuel Faria de Barros Henriques (IST 12178) - 12.5 horas****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****Luísa Margarida Dias Ribeiro de Sousa Martins (IST 90142) - 12 horas****Maria de Fátima Costa Guedes da Silva (IST 90142) - 12.5 horas****José Manuel Félix Madeira Lopes (IST 12544) - 12 horas****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****O objectivo desta unidade curricular é fornecer aos alunos conhecimentos e competências nas áreas da catálise heterogénea e catálise homogénea.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****The objective of this course is to provide students with knowledge and skills in the areas of heterogeneous catalysis and homogeneous catalysis.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****Introdução à Catálise: revisão geral de reactividade química e do conceito de barreira de activação.******O fenómeno da catálise visto ao nível molecular. Principais tipos de catálise (ácida, básica, redox, etc...). Catálise homogénea e catálise heterogénea. Electro-catálise. Foto-catálise. Biocatálise. A importância da catálise no ser vivo.******Catálise Heterogénea: Conceitos básicos de catálise heterogénea; Conceitos de preparação de catalisadores heterogéneos; Transferência de massa e energia em catálise heterogénea; Mecanismos e cinética em catálise heterogénea; Caracterização de centros activos; Zeólitos e catálise com zeólitos******Catálise Homogénea: Principais tipos de catálise homogénea. Tipo de catalisadores: compostos de coordenação e compostos orgânicos. Processos catalíticos homogéneos de significado industrial*****4.4.5. Syllabus:*****Introduction to Catalysis: general review of chemical reactivity and the concept of activation barrier.******The phenomenon of catalysis seen at the molecular level. Main types of catalysis (acidic, basic, redox, etc ...).******Homogeneous catalysis and heterogeneous catalysis. Electro-catalysis. Photo-catalysis. Biocatalysis. The importance of catalysis in living beings.******Heterogeneous Catalysis: Basic concepts of heterogeneous catalysis; Concepts of preparation of heterogeneous catalysts; Mass and energy transfer in heterogeneous catalysis; Mechanisms and kinetics in heterogeneous catalysis; Characterization of active centers; Zeolites and catalysis with zeolites******Homogeneous Catalysis: Main types of homogeneous catalysis. Type of catalysts: coordination compounds and organic compounds. Homogeneous catalytic processes of industrial significance.*****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*****Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*****4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:*****Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.*****4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):*****Exame individual - 50%******Avaliação contínua (50%): fichas individuais (30 %); Resolução autónoma de exemplos/projecto em grupo de 2-3***

**elementos com ou sem recurso ao software EXCEL, incluindo uma apresentação oral (20%)**

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*Individual exam - 50%*

*Continuous assessment (50%): individual files (30%); Autonomous resolution of examples / group project of 2-3 elements with or without using the EXCEL software, including an oral presentation (20%).*

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

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Heterogeneous Catalysis: Fundamentals and Applications, Julian R.H. Ross, 2016, Elsevier;*

*Modern Heterogeneous Catalysis: An Introduction, Rutger Van Santen, 2017, Wiley-VCH;*

*Homogeneous Catalysis, Understanding the Art", P.W.N.M. Van Leeuwen, 2004, Kluwer Academic Publisher;*

*Applied Homogeneous Catalysis with Organometallic Compounds, A Comprehensive Handbook , B. Cornils, W.A.*

*Herrmann, 2002, VCH*

**Mapa IV - Economia Circular para Plásticos**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Economia Circular para Plásticos*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Circular Economy for Plastics*

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

*CEQ*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist12391, Maria do Rosário Gomes Ribeiro, 36h*

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

*ist11861, Fernanda Maria Ramos da Cruz Margarido, 13h*

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

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

*Os alunos devem adquirir competências que lhes permitam: abordar de uma forma integrada, os aspetos ambientais, sociais, económicos e legais, da gestão de resíduos; identificar as características dos resíduos; conhecer os princípios físicos/químicos, e variáveis de processo e tecnologias das operações unitárias de um processo de reciclagem; e justificar a escolha das diferentes opções de tratamento dos resíduos*

*A UC visa ainda desenvolver nos alunos métodos de trabalho em equipa, divisão de tarefas, pesquisa e organização de informação, contato com stakeholders, cumprimento de objetivos e prazos e, comunicação eficaz, através do desenvolvimento de um caso de estudo.*

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

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

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

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

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

##### 1. Fontes de resíduos plásticos e sua gestão.

*1.1 Introdução. Impacto dos plásticos no meio ambiente. Diretivas e regulamentos da UE. Resíduos de plástico: definições de termos relacionados.*

*1.2 Gestão integrada de resíduos plásticos e hierarquia de resíduos. O ciclo de vida dos polímeros.*

##### 2. Vias e tecnologias de reciclagem.

###### 2.1 Reciclagem mecânica (circuito fechado e circuito aberto):

*- Etapas, tecnologias de separação e principais desafios,*

*- Exemplos típicos (PET; SPW de REEE, VFV e embalagens pós-consumo).*

###### 2.2 Reciclagem química (monómero e feedstock)

*- Despolimerização de policondensados (ex: PET; PA, PU) e solvólise,*

*- Feedstock recycling. Processos termoquímicos e catalíticos: pirólise, craqueamento catalítico e tecnologias de hidrogénio, gaseificação.*

*- Vantagens, principais desafios, exemplos de processos catalíticos industriais, coprocessamento com biomassa.*

###### 2.3 Recuperação de energia por incineração

##### 3. Análise de ciclo de vida: estudo de caso

#### 4.4.5. Syllabus:

##### 1. Sources of plastic waste and its management.

*1.1. Introduction. Impact of plastics on the environment. EU directives and regulations. Plastic Waste: Definitions of related terms.*

*1.2 Integrated plastic waste management and waste hierarchy. The life cycle of polymers.*

##### 2. Pathways and Technologies for recycling.

###### 2.1. Mechanical recycling (Close loop and open loop):

*- Steps sorting technologies and main challenges,*

*- Typical examples (PET; SPW from WEEE, ELV and post consumer packaging).*

###### 2.2. Chemical Recycling to monomer and feedstock.

*- Chemolysis: depolymerization of polycondensates (ex:PET; PA, PU) and solvolysis,*

*- Feedstock recycling. Thermochemical and catalytic processes: pyrolysis, catalytic cracking, and hydrogen technology, gasification.*

*- Advantages and main challenges, examples of industrial catalytic processes, coprocessing with biomass.*

###### 2.3. Energy recovery by incineration

##### 3. Life Cycle analysis : A case study

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

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

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

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

**O modelo de avaliação incorpora: Final Exam (50%) + Trabalho em grupo (max. 3 alunos) (50%). Trabalho de grupo: (max 25 pág.)(40%). Apresentação oral, durante 15 min seguida de breve período de comentários ou questões, com a presença obrigatória de todos os alunos e com júri composto por docentes da cadeira (10%) ou Exame final (teórico)- 2horas (50%) + Trabalho em grupo (max. 3 alunos) (50%)**

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

**Final Exam (50%) + Group work (max. 3 students) (50%). Group work (max 25 p. ) (40%). Oral presentation, followed by a brief period of comments or questions, with the compulsory presence of all students and with a jury composed of teachers of the chair (10%)**

**or Final Exam (theoretical) - 2 hours ( 50%) + Group work (max. 3 students) (50%)**

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

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

**Recycling of Polymers: Methods, Characterization and Applications, Raju Francis (Editor)., 2016, Wiley; Plastics Waste: Feedstock Recycling, A. Tukker, 2002, Chemical Recycling and ..., Volume 13; Recycling of Flexible Plastic Packaging, Michael Niaounakis, 2019, Elsevier,; Introduction to Plastics Recycling, Vannessa Goodship, 2007, iSmithers Rapra Publishing; Handbook of Plastics Recycling, Francesco La Mantia, 2002, iSmithers Rapra Publishing**

**Mapa IV - Laboratórios de Engenharia Química**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Laboratórios de Engenharia Química**

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

**Laboratories of Chemical Engineering**

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

**CEQ**

**4.4.1.3. Duração:**

**Semestral**

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

**84.0**

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

**21.0**

**4.4.1.6. ECTS:**

**3.0**

**4.4.1.7. Observações:**

<sem resposta>

**4.4.1.7. Observations:**

<no answer>

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

*Maria Filipa Gomes Ribeiro ( ist11988), 7h*

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

*Ana Paula Valagão Amadeu do Serro (ist134419), 6h*

*Miguel Angelo Joaquim Rodrigues (ist31579), 5 h*

*Ana Paula Vieira Soares Pereira Dias (ist12794) , 3 h*

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

*O Laboratório de Engenharia Química terá uma abordagem multidisciplinar, permitindo desenvolver projetos referentes a problemas relacionados com desenvolvimento sustentável alicerçado numa economia circular, que constituem preocupação comum a vários setores económicos e industriais. As novas tecnologias baseadas em recursos naturais, a valorização dos resíduos e das tecnologias químicas ou a produção e armazenamento de energia, constituem desafios para os quais os futuros engenheiros químicos devem estar preparados. A sua intervenção ativa contribuirá para uma Química e Energia sustentáveis.*

*Os alunos serão incentivados a desenvolver trabalho em equipa conjuntamente com alunos de pos-graduação e docentes de diversas áreas científicas. Deverão realizar de forma autónoma pesquisa bibliográfica com vista à definição da metodologias de trabalho laboratorial e obtenção dos conhecimentos necessários para a discussão e análise de resultados.*

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

*The Laboratories of Chemical Engineering will have a multidisciplinary approach, allowing to develop projects that involve problems related to sustainable development based on a circular economy, which are a common concern to several economic and industrial sectors. The new technologies based on natural resources, the valorization of residues and chemical technologies or the production and storage of energy, constitute challenges for which future chemical engineers must be prepared. Their active intervention will contribute to a sustainable Chemistry and Energy. Students will be encouraged to develop team work, together with graduate students and teachers from different scientific areas. They shall carry out autonomous research work in order to define the methodologies of the laboratory work and to obtain the necessary knowledge for the discussion and analysis of results.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Os projetos serão realizados em instalações laboratoriais ou à escala piloto, inserindo-se em duas áreas principais:*

*1- Produção e armazenamento de energia:*

*Energias renováveis; Armazenamento de energia*

*2 - Processamento de substâncias químicas e valorização de resíduos*

*Separação e recuperação de substancias de valor acrescentado; desenvolvimento de processos mais amigos do ambiente.*

*Os projetos envolverão etapas de pesquisa bibliográfica, planeamento, trabalho experimental, tratamento e análise de resultados. O trabalho poderá ainda incluir modelação e simulação dos processos com recurso a ferramentas de programação (ex. MATLAB), modelos de dinâmica dos fluidos computacional (CFD) e/ou simuladores de processo ASPEN/HYSYS. Ao alunos poderão utilizar impressão 3D para produzir alguns prototipos necessários para o trabalho.*

**4.4.5. Syllabus:**

*The projects will be carried out in laboratory facilities or at a pilot scale, falling into two main areas:*

*1- Energy production and storage:*

*Renewable energy; Energy storage*

*2 - Processing of chemical substances and recovery of waste*

*Separation and recovery of added value substances; development of more environmentally friendly processes.*

*The projects will involve the following steps: bibliographic research, planning, experimental work, treatment and analysis of results. The work may also include modeling and simulation of processes using programming tools (eg MATLAB), computational fluid dynamics (CFD) models and/or ASPEN/HYSYS process simulators. Students can use 3D printing to produce some prototypes needed for the work.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os*

*conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*A avaliação será contínua, por objetivos relacionados com o trabalho de pesquisa e planeamento de experiências, trabalho experimental, tratamento de discussão de resultados (relatórios de progresso e discussão com o docente). No final da UC será entregue um relatório do projeto laboratorial e o mesmo será apresentado oralmente.*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*The evaluation will be continuous, by objectives related to the bibliographic search work and planning of experiments, experimental work, treatment of discussion of results (progress reports and discussion with the teacher). At the end of the UC, a laboratory project report will be delivered and it will be presented orally.*

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

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Fundamentals of Chemical Reaction Engineering, Mark E. Davis and Robert J. Davies, 2003, Mc Graw Hill; Sustainable Development in Chemical Engineering: Innovative Technologies, V. Piemonte, M. De Falco, A. Basile, 2013, Wiley; Chemical Energy Storage, Robert Schlogl, 2013, Walter de Gruyter GmbH, Berlin/Boston*

**Mapa IV - Controlo Avançado de Processos**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Controlo Avançado de Processos*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Advanced Process Control*

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

*EPP*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**



<sem resposta>

#### 4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

*Carla Isabel Costa Pinheiro (ist12547), 49 horas*

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

<sem resposta>

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

*No final desta unidade curricular os alunos terão adquirido competências para a utilização de técnicas avançadas de modelação e simulação dinâmica de sistemas, controlo multivariável e controlo preditivo baseado em modelos (MPC), que constituem as bases para o projeto e implementação de sistemas de controlo avançado em processos industriais. No final do curso os alunos deverão ser capazes de identificar oportunidades para o uso de técnicas de controlo avançado baseadas em modelos, bem como desenvolver sistemas de controlo avançado para processos em unidades industriais reais, bem como avaliar o seu desempenho e robustez. Outro objectivo é conseguir que os alunos desenvolvam competências de análise, projeto e implementação de sistemas de controlo avançado usando “packages” de software comerciais. Em particular são usados o MATLAB® com as aplicações SIMULINK, Control System Toolbox, System Identification Toolbox e Model Predictive Control Toolbox.*

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

*At the end of this curricular unit, students will have developed skills for the use of advanced techniques for modeling and dynamic systems simulation, multivariable control and model predictive control (MPC), which form the basis for the design and implementation of advanced control systems in industrial processes. At the end of the course, students should be able to identify circumstances when PID control is not desirable, select and develop an appropriate advanced control algorithm for industrial cases, and evaluate the robustness of designs. Another objective is to get students to develop skills in analysis, design and implementation of advanced control systems using commercial software packages. In particular, MATLAB® is used with SIMULINK, Control System Toolbox, System Identification Toolbox and Model Predictive Control Toolbox applications.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Incentivos para o controlo de processos industriais multivariáveis: objectivos de controlo, e quais as variáveis a controlar e a medir.*
- 2. Modelos dinâmicos de sistemas contínuos: não lineares e lineares. Modelos lineares: espaço de estados e funções de transferência. Conversão entre diferentes modelos. Identificação de modelos de sistemas.*
- 3. Revisão do projeto e sintonização de sistemas de controlo convencional PID: análise de estabilidade; método de síntese directa; método do controlador com Modelo Interno (IMC); análise das respostas às frequências.*
- 4. Melhorias no controlo convencional PID: controlo em cascata, controlo directo, controlo por razão, e controlo inferencial.*
- 5. Sistemas de controlo em anéis múltiplos e multivariável (MIMO). Desacopladores.*
- 6. Modelos dinâmicos discretos no tempo. Transformada-Z. Introdução aos sistemas de controlo digitais. PID digital.*
- 7. Controlo preditivo baseado em modelos (MPC) para sistemas SISO e MIMO. DMC-Controlo por Matriz Dinâmica.*

#### 4.4.5. Syllabus:

- 1. Motivation for the control of multivariable industrial processes: control objectives, which variables to control and to measure.*
- 2. Dynamic modelling of continuous processes: linear and nonlinear. Representations of linear models: state space and transfer function. Conversion between different models. Systems identification.*
- 3. Revision of conventional PID controller design and tuning techniques using MATLAB®/Simulink and the Control Systems Toolbox: stability analysis; closed loop Direct Synthesis method; Internal Model Control (IMC); frequency-response analysis.*
- 4. Enhanced PID control strategies: cascade control, feedforward control, time-delay compensation, ratio control and inferential control.*
- 5. Multiloop and multivariable (MIMO) control. Decoupling.*
- 6. Analysis of Discrete Time Processes. Discrete time models. Z - transform. Introduction to digital control systems. Digital PID.*
- 7. Model predictive control (MPC) for SISO and MIMO systems. DMC – Dynamic Matrix Control.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá*

**constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

**Esta UC tem 100% de avaliação contínua e envolve as seguintes componentes de avaliação:**

**Individual: 2 mini-testes realizados em aula com utilização da aplicação Matlab®/Simulink e Control System Toolbox + 2 pequenos desafios tipo TPCs realizados fora das aulas como trabalho autónomo (20%);**

**Grupos aleatórios de 2 alunos (ou individual): pequeno projeto realizado ao longo do semestre com 2 fases de entrega dos respetivos relatórios, para o projeto e implementação de sistemas de controlo multivariável avançado numa unidade industrial multivariável (65%);**

**Individual: apresentação oral na forma de um pequeno seminário de 20 minutos, para uma audiência que inclui dois convidados externos no papel do "Director da fábrica" e do "Eng. responsável pela instrumentação", repartida entre os elementos do grupo, seguida de 15 minutos de discussão. A ideia destes seminários é "simular" um "ambiente mais realista e mais profissional" na indústria, no qual as apresentações orais se vão enquadrar (15%).**

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

**This Curricular Unit has 100% continuous assessment along the period involving the following assessment components:**

**Individual: 2 mini-tests performed in class using Matlab®/Simulink and Control System Toolbox + 2 small challenges or homeworks performed as autonomous work (20%);**

**Random groups of 2 students (or individual): small project carried out throughout the semester with 2 phases of delivery of the respective reports, for the design and implementation of advanced multivariable control systems in a multivariable industrial unit (65%);**

**Individual: oral presentation in the form of a small 20-minute seminar, to an audience that includes two external guests in the role of the "Director of the plant" and the "Instrumentation Engineer", divided among the members of the group, followed by 15 minutes of discussion. The goal for these seminars is to "simulate" a "more realistic and more professional environment" in industry, in which the oral presentations will take place (15%).**

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

**As metodologias de ensino utilizadas nesta unidade curricular basear-se-ão na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas que funcionam no Laboratório de Tecnologias Informáticas do DEQ (LTI) na Torre Sul com 1 aluno por computador, sob a forma de aulas Teórico-Práticas. As aulas são do tipo "hands-on" com a utilização de computadores pelos alunos para a realização de exercícios tipo tutorial ou casos de estudo para aplicação dos conceitos e metodologias apresentadas e discutidas na aula. Durante o período de aulas são realizadas duas visitas de estudo a empresas industriais para que os alunos tomem contacto com os processos, equipamentos e instrumentos industriais reais, e com a utilização real de metodologias de controlo avançado na indústria química Portuguesa. Estas abordagens permitirão cumprir os objetivos desta unidade curricular ao transmitir aos alunos conceitos e técnicas avançadas de modelação e simulação dinâmica de sistemas, controlo multivariável e controlo preditivo baseado em modelos (MPC), que constituem as bases para o projecto e implementação de sistemas de controlo avançado em processos industriais. As metodologias de ensino também permitirão o desenvolvimento do pensamento crítico e inovador com ênfase para a compreensão, criatividade e inovação nas abordagens à resolução de problemas, e também o desenvolvimento de competências interpessoais, incluindo trabalho em equipa, competências de comunicação e apresentações orais.**

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

**The teaching methodologies used in this curricular unit will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of classes that work in the DEQ Computer Technologies Laboratory (LTI) in Torre Sul with 1 student per computer, in the form of Theoretical-Practical classes. The classes are "hands-on" with the use of computers by students to perform exercises or case studies to apply the concepts and methodologies presented and discussed in the class. During the class period, two study visits are made to industrial companies so that students get in touch with real industrial processes, equipment and instruments, and with the real use of advanced control methodologies in the Portuguese chemical industry. These approaches will allow to fulfill the objectives of this course unit providing students with a grounding in advanced techniques of modelling, identification, multivariable controller design and analysis, and model predictive control, which will allow them to be informed users of advanced control design techniques for industrial problems. The teaching methodologies will also allow the development of critical and innovative thinking with an emphasis on understanding, creativity and innovation in approaches to problem solving, and also the development of interpersonal skills, including teamwork, communication skills and oral presentations.**

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

- . *Process Dynamics and Control*, Dale E. Seborg, Thomas F. Edgar, Duncan A. Mellichamp, Francis J. Doyle III, 2016, Wiley, 4th Edition;
- . *Process Control: A First Course with MATLAB*, P.C. Chau, 2002, Cambridge University Press;
- . *Techniques of Model-Based Control*, C. Brosilow and B. Joseph, 2002, Prentice Hall PTR;
- . *Principles and Practice of Automatic Process Control*, C.A. Smith and A. Corripio, 2006, Wiley;
- . *Multivariable Feedback Control – Analysis and Design*, S. Skogestad, I. Postlethwaite, 2007, 2nd Edn , J. Wiley & Sons;
- . *Plantwide Process Control*, W.L. Luyben, B. Tyréus, M.L. Luyben, 1998, McGraw-Hill;
- . *Performance Assessment of Control Loops, Theory and Applications*, B. Huang and S.L. Shah, 1999, Springer;
- . *Process Automation Handbook*, Love J., 2007, Springer

**Mapa IV - Engenharia das Reacções Avançada****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Engenharia das Reacções Avançada*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Advanced Reaction Engineering*

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

*CEQ*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist12544, José Manuel Félix Madeira Lopes , 49 h*

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

*<sem resposta>*

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

*Aquisição de uma formação sólida em aspetos fundamentais da catálise heterogénea, respetivos mecanismos e cinética, tratamento e projeto de reatores catalíticos heterogéneos e análise de comportamento não ideal em reatores contínuos recorrendo à teoria da distribuição de tempos de residência, que permita aos estudantes:*

- *Compreender o fenómeno catalítico heterogéneo. Fatores que o influenciam.*
- *Deduzir a equação cinética a partir de um mecanismo.*
- *Discriminar mecanismos de reacções catalíticas.*
- *Manipular a eficiência de um catalisador pela previsão, deteção e controlo das limitações difusionais.*
- *Projetar reatores catalíticos heterogéneos.*
- *Detetar e analisar desvios relativamente aos reatores ideais.*
- *Modelizar reatores reais.*

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

*At the end of the course the students should have acquired a solid basis on fundamental aspects of heterogeneous catalysis, their mechanisms and kinetic equations, treatment and design of heterogeneous catalytic reactors and non-ideal behaviour analysis of continuous reactors using the theory of residence times distribution, that will enable them to:*

- *Understand the heterogeneous catalytic phenomena.*
- *Deduce the kinetic equation from a mechanism.*
- *Discriminate mechanisms of heterogeneous reactions.*
- *Manipulate the catalyst efficiency by predicting, detecting and regulating diffusion limitations.*
- *Design heterogeneous catalytic reactors.*
- *Detect and analyze deviations from the ideal reactors behavior.*
- *Modelling real reactors.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:****1 - Reatores não Ideais****1.1 - Distribuições de tempos de residência****1.2 - Diagnóstico do padrão de escoamento****1.3 - Modelização do reator real****1.4 - Previsão do comportamento****2- Introdução à Catálise Heterogénea: definições e conceitos; propriedades dos catalisadores****3 - Mecanismo e Cinética das Reações Catalíticas Heterogéneas****3.1 - Etapas do processo catalítico heterogéneo****3.2 - Adsorção e reação****3.3 - Difusão externa****3.4 - Difusão interna****4 – Caracterização de Catalisadores: técnicas de avaliação de propriedades físico-químicas e texturais de catalisadores****5 - Reatores Catalíticos Heterogéneos****5.1 - Tipos de reatores****5.2 – Modelos****5.3 - Reatores Laboratoriais****6 - Aplicações da Catálise Heterogénea: algumas aplicações industriais; proteção ambiental****4.4.5. Syllabus:****1 – Introduction to Heterogeneous Catalysis: definitions and concepts; properties of catalysts****2 – Mechanism and Kinetics of Heterogeneous Catalytic Reactions****2.1 – Steps of the heterogeneous catalytic process****2.2 – Adsorption and reaction****2.3 – External diffusion****3 - Preparation, Characterization and Deactivation of Catalysts****3.1 – Catalysts preparation****3.2 – Characterization techniques****3.3 – Catalyst deactivation****4 – Heterogeneous Catalytic Reactors****4.1 – Reactors types****4.2 - Models****4.3 – Laboratory reactors****5 – Non-Ideal Reactors****5.1 - Residence time distributions (RDT)****5.2 – Pattern flow diagnostic****5.3 - Real reactors modelling from RDT****5.4 - Prediction of real reactors behaviour****6 – Applications of Heterogeneous Catalysis: some industrial applications; environment protection****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

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

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Exame final (50%)*

*Avaliação contínua (50%): relatórios de trabalhos laboratoriais + apresentação oral + discussão (25%)  
fichas individuais (mini testes) em sala de aula (25 %)*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*Final exam (50%).*

*Continuous evaluation (50%): reports of laboratory experiments +oral presentation + discussion (25%)  
individual tests in classroom (25 %)*

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

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Catálise Heterogénea, J.L. Figueiredo, F. Ramôa Ribeiro, 2007, Fundação C. Gulbenkian, 2ª Edição, 2007; Reactores Químicos, Francisco Lemos, José Madeira Lopes, Fernando Ramôa Ribeiro, 2014, IST Press, 3ª Edição; Elements of Chemical Reaction Engineering, H.S. Fogler, 1998, 3ª edição, Prentice Hall; Chemical Engineering Kinetics, J.M. Smith, 1981, 3ª ed., McGraw Hill, New York; Chemical Reaction Engineering, O. Levenspiel, 1998, 3ª Edição, John Wiley; Heterogeneous Catalysis in Practice, C. N. Satterfield, 1980, McGraw Hill, New York*

**Mapa IV - Segurança e Higiene Industrial****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Segurança e Higiene Industrial*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Industrial Safety and Health*

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

*SEMAQ*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

**Maria Fernanda do Nascimento Neves de Carvalho, 45.0 h**

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

**Moisés Luzia Gonçalves Pinto, ist416959, 8317, 4.0 h**

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

**Dotar o aluno de conhecimentos que o capacitem a usar as ferramentas adequadas para: identificar os perigos existentes num processo industrial (químico, biológico ou outro); analisar os riscos derivados de cada tipo de perigo; avaliar os riscos para planear ações de prevenção ou mitigação.**

**Dotar o aluno de conhecimentos que o capacitem a usar as ferramentas adequadas para: identificar perigos e riscos ocupacionais; desenhar medidas intrinsecamente seguras e boas práticas.**

**O objetivo global desta UC é assim implementar a segurança industrial e a saúde no trabalho para diminuir o número de acidentes e o absentismo e em consequência promoverá o aumento da produtividade e o bem-estar dos trabalhadores.(max. 1000)**

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

**Provide information that allows the student to get the tools necessary to: identify the hazards existing at different types of industrial processes (chemical, biological or other type); analyze the risks due to each type of hazard; assess the risks in order to plan for prevention or mitigation actions.**

**Provide information that allows the student to get the tools necessary to: identify occupational hazards and risks; design intrinsically safe measures and good practices.**

**The global aim of this Curricular Unit is to give students the tools to improve safety in industry and health at work, decrease the number of accidents and absenteeism and consequently increase productivity and well-being of the workers. (max. 1000)**

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

**Introdução à segurança industrial e à segurança ocupacional. Conceitos de perigo e risco. Conceitos de prevenção e mitigação. Identificação dos tipos de perigos existentes em unidades industriais. Perigos comuns (electricidade, iluminação, calor, humidade, etc.) e perigos específicos dependentes do tipo de processo, isto é perigos químicos, físicos ou biológicos. Avaliação dos riscos industriais recorrendo a métodos de análise qualitativos ou semi-quantitativos (HAZOP, FMEA, PRHI, entre outros), visando a prevenção de acidentes industriais e/ou ocupacionais. Análise de acidentes industriais graves baseada na visualização de vídeos. Antecipação de cenários de acidente e medidas de prevenção e mitigação. Planeamento da Emergência. Directivas e legislação Europeia sobre segurança (Directivas Seveso, REACH, GHS-CLP, etc). Gestão dos resíduos industriais perigosos como parte integrante da segurança industrial e sustentabilidade ambiental.**

**4.4.5. Syllabus:**

**Introduction to industrial safety. Introduction to occupational safety. Concepts of hazard and risk. Concepts of prevention and mitigation. Identification of the types of hazards at industrial processes, i.e. hazards always present (electricity, light, heat, humidity, etc); hazards due to the characteristics of the substances (chemical, or biological) or process (pressure, heat, equipment, etc) . Risk assessment based on qualitative or semi-quantitative methods (HAZOP, FMEA; PRHI, other) directed to prevention of industrial or occupational accidents. Lectures learned from major industrial accidents supported by visualization, analysis and discussion of safety videos. Planning for zero industrial accidents based on the anticipation of safety measures (prevention and mitigation). Emergency planning. European legislation on safety (Seveso Directives, REACH, GHS-CLP, etc). Management of industrial hazardous wastes as part of the global industrial safety program and environmental sustainability.**

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

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

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

**Avaliação contínua, parametrizada por participação na aula e questionários semanais (30%); Seminário sobre um tema no âmbito da segurança industrial/ocupacional, previamente validado pelo docente (30%). Teste escolha múltipla (40%).**

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

**Continuous evaluation parametrized by participation in classes and Quizzes (30%); one seminar presentation on a topic of industrial safety previously validated (30%). Short global test, multiple choice (40%). (max. 1000)**

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória: Chemical Process Safety, D.A. Crowl, J.F. Louvar, 2002, 2ª Ed., Prentice Hall International Series in the Physical and Chemical Engineering Sciences; Hazardous Chemicals Handbook, P.A. Carson & C.J. Mumford, 2002, 2ª Ed, Butterworth Heinemann, Oxford; Safety, Health, and Loss Prevention in Chemical Processes, J.R. Welker e C. Springe, 1990, The Centre for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, New York; Toxicological Chemistry, S.E. Manaham, 1992, 2ªEd. Lewis Publishers Inc. USA; The Chemistry and the Technological Backlash, J.L. Pyle, 1984, Prentice-Hall Inc., New Jersey; Chemical process Safety, R.E. Sanders, 1999, Butterworth-Heinemann, USA; Still Going Wrong, T. Klets, 2003, Elsevier, USA**

#### **Mapa IV - Métodos Computacionais em Fenómenos de Transferência**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:  
Métodos Computacionais em Fenómenos de Transferência**

**4.4.1.1. Title of curricular unit:  
Computational Methods in Transport Phenomena**

**4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:  
CEQ**

**4.4.1.3. Duração:  
Semestral**

**4.4.1.4. Horas de trabalho:  
84.0**

**4.4.1.5. Horas de contacto:  
24.5**

**4.4.1.6. ECTS:  
3.0**

**4.4.1.7. Observações:  
<sem resposta>**

**4.4.1.7. Observations:  
<no answer>**

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):  
Vitor Manuel Geraudes Fernandes (ist13181), 24.5h**

**4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:  
<sem resposta>**

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

*o introduzir os principais métodos numéricos usados para resolver as equações de transporte de quantidade de movimento, de calor e de massa em domínios computacionais complexos, com e sem reacção química. Aprender a usar os modelos de turbulência avançados para a simulação de escoamentos complexos. Aprender a usar software de CFD comercial e de código aberto para analisar a transferência de quantidade de movimento, de calor e de massa em aplicações práticas de engenharia química.*

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

*To introduce the main numerical methods that are used for solving the transport equations of momentum, heat and mass-transfer in complex computational domains.*

*To learn the state-of-the-art turbulence models used for the simulation of complex flows .*

*To learned to use open source and commercial CFD software to analyze momentum, heat and mass-transfer in practical chemical engineering applications.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Leis de conservação de movimento de fluidos e equação de energia. Equação de transporte generalizada.*

*Introdução aos métodos de discretização: métodos de diferença finita e volume finito para problemas de transferência de calor*

*Discretização de equações de difusão para estado estacionário e não-estacionário. .*

*Algoritmos iterativos para resolver as equações lineares discretizadas: Algoritmo de Gauss-Seidel e Matriz Tri-Diagonal.*

*Método dos volume de controlo para discretizar as equações de convecção-difusão.*

*Algoritmos para acoplamento pressão-velocidade.*

*Introdução à turbulência, escalas de turbulência, equações de Navier-Stokes com Médias de Reynolds, modelos de viscosidade turbulenta, modelo  $k-\epsilon$  e  $k-\omega$ . Lei da parede para a velocidade.*

*Introdução ao software OpenFOAM /Simflow para CFD, com análise de casos de estudos.*

*Criação de um novo solver para resolver a equação de difusão-convecção com reacção química, usando a biblioteca OpenFOAM C ++ .*

**4.4.5. Syllabus:**

*Conservation laws of fluid motion and energy equation. Generalized Transport Equation.*

*Introduction to discretization methods: Finite difference and finite volume methods for heat transfer problems*

*Discretisation of diffusion equations for steady and unsteady-state. .*

*Iterative algorithms for solving the discretised linear equations: Gauss-Seidel and Tri-Diagonal Matrix Algorithm.*

*Finite volume method for convection-diffusion equations.*

*Algorithms for pressure-velocity coupling.*

*Introduction to turbulence, scales of turbulence, Reynolds Averaged Navier Stokes (RANS) equation, closure problem, eddy viscosity model,  $k-\epsilon$  and  $k-\omega$  model. Law of the wall.*

*Introduction to the OpenFOAM package/Simflow for CFD, with case studies analysis*

*Design of a new solver for solving the diffusion-convection equation with chemical reaction, using the OpenFOAM C++ library*

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

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

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

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

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical*



**component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams ( $\leq 50\%$ ).**

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*Numerical heat transfer and fluid flow*, Patankar, Suhas, 2018, CRC Press;  
*Computational methods for fluid dynamics. Vol. 3.*,  
Ferziger, Joel H., and Milovan Perić., 2002, Springer, Berlin;  
*Turbulence modeling for CFD. Vol. 2.*, Wilcox, David C., 1998, La Canada, CA: DCW industries

#### Mapa IV - Biomateriais

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Biomateriais*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Biomaterials*

**4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**  
*CEQ*

**4.4.1.3. Duração:**  
*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**  
*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**  
*49.0*

**4.4.1.6. ECTS:**  
*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**  
*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**  
*<no answer>*

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):**  
*ist134419, Ana Paula Valagão Amadeu do Serro, 49h*

**4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**  
*<sem resposta>*

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

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

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

***To provide students with knowledge in the field of materials for biomedical applications, necessary for the development of safe and effective medical devices. Upon completing the UC, the student should be able to understand how the properties of the materials can affect their performance, identify the materials of the different classes (metals, ceramics, polymers and composites) most suitable for each type of application, know the main methodologies for processing and modifying biomaterials, understanding their interaction with the tissues/biological environment and know several applications of biomaterials in different clinical areas and others related.***

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

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

**4.4.5. Syllabus:**

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

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

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

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

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

***1- Estudo de caso (realizado em grupo): produção de vídeo (10 min), apresentação oral (15 min), discussão e relatório escrito (30%)***

***2- Relatórios curtos (individuais) relativos às visitas de estudo realizadas/seminários, que incluirão e.g. contacto com clínicos, indústria e serviços de desinfeção e/ou esterilização de biomateriais (10%)***

***3- Relatório do trabalho laboratorial (realizado em grupo) (20%)***

***4- Questionários (individuais) a realizar no final das aulas (10%)***

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

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

*1 - Case study (carried out in group): video production (10 min), oral presentation (15 min), discussion and written report (30%)*

*2- Short reports (individual) on the study visits/seminars, which will include e.g. contact with clinicians, industry and disinfection and/or sterilization services of biomaterials (10%)*

*3- Report of laboratory work (carried out in group) (20%)*

*4- Questionnaires (individual) to be completed at the end of classes (10%)*

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

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

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

**Mapa IV - Optimização de Sistemas Lineares****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Optimização de Sistemas Lineares*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Linear Systems Optimization*

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

*EPP*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Henrique Aníbal Santos de Matos (ist12553), 24.5 h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Um TA a contratar pelo DEQ , 24.5 h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Os alunos deverão no final da UC ter a capacidade de fazer a Análise de um Processo e seleccionar as variáveis de projecto que satisfazem os graus de liberdade. Os alunos deverão conseguir escrever um modelo de programação matemática de sistemas lineares numa linguagem de interface com os solvers existentes (Ex: GAMS). O modelo deve incluir as restrições e a função objectivo. Pretende-se que seja efectuada uma análise dos resultados e uma eventual análise de sensibilidade a parâmetros do modelo.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***At the end of the course, students must have the ability to do a Process Analysis and select the design variables that satisfy the degrees of freedom. Students should be able to write a mathematical programming model for linear systems in an interface language with existing solvers (Ex: GAMS). The model must include the constraints and the objective function. It is intended that an analysis of the results and an eventual analysis of sensitivity to parameters of the model be carried out.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1) Natureza História e significado da Planificação no contexto da Investigação Operacional. Modelos matemáticos. 2) Programação Linear (LP) Optimização duma função linear sujeita a constrangimentos lineares. Formulação do modelo. Resolução gráfica de problemas com 2 variáveis de decisão. Significado económico dos valores marginais, análise de sensibilidade. Resolução pelo algoritmo do simplex (de Dantzig). Dualidade. 3) Exemplos de problemas LP. Transporte desde origens até destinos dados. Mistura de combustíveis. 4) Problema de planeamento de projetos. Representação de um projeto através de um grafo. Problemas de caminho mínimo. Método do caminho crítico (CPM) e PERT. 5) Programação linear com variáveis inteiras (programação linear inteira mista). Resolução pelo algoritmo de “branch-and-bound”. 6) Casos particulares de MILP com algoritmos próprios. Ex: o problema de afetação e o algoritmo Húngaro; otimização para a produção de energia em centrais eletricidade com vários geradores.***4.4.5. Syllabus:***1) Nature History and significance of Planning in the context of Operational Research. Mathematical models. 2) Linear Programming (LP) Optimization of a linear function subject to linear constraints. Model formulation. Graphical problem solving with 2 decision variables. The economic significance of marginal values, sensitivity analysis. Resolution by the simplex algorithm (from Dantzig). Duality. 3) Examples of LP problems. Transport from sources to given destinations. Mixture of fuels. 4) Project planning problem. Representation of a project through a graph. Minimum path problems. Critical path method (CPM) and PERT. 5) Linear programming with integer variables (mixed integer linear programming). Resolution by the “branch-and-bound” algorithm. 6) Particular cases of MILP with its own algorithms. Ex: the affectation problem and the Hungarian algorithm; optimization for energy production in power plants with multiple generators.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***1) Execução de 3 trabalhos de casa (em grupos de 2 alunos) com avaliação aleatória de um trabalho. 2) Realização de 2 mini-testes individuais. 3) Realização de um teste final. Nota final = 0.3\* Nota do TdC+0.3\*Média das nota dos 2 Mini-testes+ 0.4\*Nota do Teste Final.***4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):***1) Execution of 3 homework assignments (in groups of 2 students) with random evaluation of a work. 2) Conducting 2 individual mini-tests. 3) Conducting a final test. Final grade = 0.3 \* TdC grade + 0.3 \* Average grade of the 2 mini-tests + 0.4 \* Final test grade.*

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Optimization of Chemical Process, Edgar, T.F.; Himmelblau, D.M.; Lasdon, L.S., 2001, McGraw-Hill; Introduction to Software for Chemical Engineers, Martin, M.M., 2015, CRC Press; Systematic Methods of Chemical Process Design, Lorenz T. Biegler, Ignacio E. Grossmann, Arthur W. Westerberg, 1999, Prentice Hall PTR, New Jersey, USA; Model Building in Mathematical Programming, Williams, H.P., 2013, 5th edition, McGraw-Hill*

#### **Mapa IV - Materiais Adsorventes e Processos de Adsorção**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Materiais Adsorventes e Processos de Adsorção*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Adsorbent Materials and Adsorption Processes*

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

*EPP*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*84.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*3.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist416959, Moisés Luzia Gonçalves Pinto (3.5 horas por semana)*

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

*<sem resposta>*

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

*Os alunos irão adquirir conhecimentos e competências nas áreas de:*

- 1) compreensão do fenómeno de adsorção de gases e líquidos em materiais adsorventes;*
- 2) conhecer os diferentes tipos de materiais adsorventes e principais técnicas para a sua caracterização; 3) aplicação de materiais adsorventes em diferentes contextos (descontaminação de líquidos e gases, separação de misturas,*

- armazenamento) e projetar os processos de adsorção associados;  
4) otimização de processos cíclicos de adsorção com recurso a métodos computacionais;  
5) avaliação crítica de processos de adsorção e sua comparação com outras alternativas tecnológicas.

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**  
*Students shall obtain knowledge and competences on the areas of: 1) adsorption phenomena of gases and liquids in adsorbent materials; 2) understand the different types of adsorbents and main characterization techniques; 3) application of adsorbents in different contexts (decontamination of liquids and gases, separation of mixtures, storage); 4) optimization of cyclic adsorption processes with computational methods; 5) critical evaluation of adsorption processes and their comparison with other technologies.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

**Adsorção e materiais adsorventes:**

*Diferentes tipos de materiais adsorventes com as suas potencialidades específicas e limitações. Preparação/produção de materiais adsorventes. Caracterização de adsorventes e análise de dados de adsorção (isotérmicas, isóbaras, calores de adsorção). Estimativa de propriedades de adsorção por métodos experimentais e simulação molecular.*

**Processos de adsorção:**

*Exemplos de aplicação de adsorventes em diferentes contextos: remediação ambiental, descontaminação de fluidos, separações de misturas, aplicações médicas, etc. Processos descontínuos e contínuos. Processos com modelação de pressão e com modelação de temperatura. Processos com leitos fixos, móveis e leitos móveis simulados. Modelação de processos de adsorção.*

**Laboratórios:**

*Projetos com diferentes objetivos finais, dependendo do interesse dos alunos do grupo. Podem incidir sobre dimensionamento de adsorvedores; estimativa de propriedades de adsorção; otimização de processo de adsorção.*

**4.4.5. Syllabus:**

**Adsorbents and adsorption:**

*Different types of adsorbent materials with their specific potential and limitations. Preparation/production of adsorbent materials. Characterization of adsorbents and adsorption data analysis (isotherms, isobars, heats of adsorption).*

*Estimation of adsorption properties by experimental and molecular simulation methods.*

**Adsorption processes:**

*Examples of application of adsorbents in different contexts: environmental remediation, decontamination of fluids, separation of mixtures, medical applications, etc. Continuous and batch processes. Pressure and temperature swing processes, moving bead and simulated moving bead methods. Adsorption processes modeling.*

**Laboratory:**

*Projects with different final objectives, depending on the interests of the students and group. They shall be about dimensioning of adsorbers; estimation of properties; optimization of adsorption processes.*

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Teste final individual (35%).*

*Avaliação contínua (65%): fichas/quizzes individuais (15 %); Tarefas de resolução autónoma de exemplos/projecto em grupo de 3 a 4 elementos com recurso a diferentes softwares e técnicas de computação (depende do tipo de projecto) (30%); relatório (10%); Apresentação oral (10%).*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*Final test (50%)*

*Continuous evaluation (65%): individual small tests/quizzes (15%); tasks to solve autonomously the examples/projects in groups of 3 to 4 students with different software and computational methods (depends on the type of project) (30%); report (10%); oral presentation (10 %)*

**4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva*

**de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.**

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

***Adsorption by powders and porous solids, F. Rouquérol, J. Rouquérol and K. Sing, 1999, Academic Press, San Diego; Zeolites in Industrial Separation and Catalysis, S. Kulprathipanja, 2010, John Wiley & Sons Inc.; Activated Carbon Surfaces in Environmental Remediation, T. J. Bandosz, 2006, Elsevier B.V., Amsterdam; Gas Adsorption in Metal-Organic Frameworks: Fundamentals and Applications, T. G. Glover and B. Mu, 2019, CRC Press/Taylor & Francis Group; Pillared Clays and Related Catalysts, A. Gil, S. A. Korili, R. Trujillano and M. A. Vicente, 2010, eds., Springer, New York; Gas Separation by Adsorption Processes, R. T. Yang, 1987, Butterworths Publishers, Boston; Simulated moving bed technology: principles, design and process applications, A. E. Rodrigues, C. S. M. Pereira, M. Minceva, L. S. Pais, A. M. Ribeiro, A. E. Ribeiro, M. S. P. Silva, N. S. Graça and J. C. Santos, 2015, Elsevier B.V., Amsterdam***

**Mapa IV - Dissertação de Mestrado em Engenharia Química**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Dissertação de Mestrado em Engenharia Química***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Master Dissertation in Chemical Engineering***

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

***Diss***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***840.0***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***28.0***

**4.4.1.6. ECTS:**

***30.0***

**4.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**4.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***Henrique Aníbal Santos de Matos (ist12553), 28h***

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

***Carla Isabel Costa Pinheiro (ist12547), 28h  
Outros Orientador(s) Científico(s) da Dissertação, 28***

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

***A dissertação é um projeto com a duração de um semestre enquadrável em uma de três modalidades: 1. Tese científica, 2. Projeto em empresa e 3. Projeto SCOPE. Os objetivos de aprendizagem dependerão do projeto de tese***

**específico, mas, em geral, os estudantes deverão:**

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

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

*The dissertation is a semester-long project or study that may fall within one of three modalities: 1. Scientific thesis, 2. Company project and 3. SCOPE project. Learning objectives will depend on the specific thesis project, but in general students should:*

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

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

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

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

#### 4.4.5. Syllabus:

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

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

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

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

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

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

#### 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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



**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

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

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

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Depende do tópico da dissertação., , ,*

**Mapa IV - Química Medicinal****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Química Medicinal*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Medicinal Chemistry*

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

*SEMAQ*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*Unidade Curricular optativa.*

**4.4.1.7. Observations:**

*Optional course.*

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

*ist11938, Maria Matilde Soares Duarte Marques, 49h*

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

*Prevê-se a colaboração de especialistas convidados, da academia e da indústria farmacêutica, em algumas das sessões de Seminários.*

*The collaboration of invited specialists from academia and the pharmaceutical industry in some of the Seminar sessions is foreseen.*

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

**Uma abordagem abrangente do planeamento de novos fármacos para o tratamento de doenças humanas. É proporcionada uma panorâmica da importância e carácter multidisciplinar da Química Medicinal. São abordados os princípios básicos de acção dos fármacos, o seu metabolismo e potencial toxicidade, e aspectos relevantes da descoberta e desenvolvimento de fármacos. Estes princípios são ilustrados com a análise de case studies.**

**Após conclusão do curso, espera-se que os estudantes compreendam:**

- os modos de acção dos fármacos nos seus alvos moleculares
- a farmacocinética da acção dos fármacos, incluindo ADME(T)
- as estratégias de design molecular de novos fármacos
- o metabolismo de fármacos e o seu papel na farmacocinética e segurança dos medicamentos
- o processo de protecção da propriedade intelectual
- os aspectos éticos do desenvolvimento e comercialização de fármacos, incluindo risco/benefício

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

**To provide a comprehensive look into how new drugs are designed to treat human diseases. The students are exposed to an overview of the significance and multidisciplinary nature of Medicinal Chemistry. The course deals with basic aspects of drug action, drug metabolism and potential toxicity, as well as relevant aspects of the drug discovery and development processes. These principles are illustrated with the analysis of a selected set of specific drug families (case studies).**

**Upon completion of the course, the students are expected to understand:**

- the modes of action of drugs on their molecular targets
- the pharmacokinetics of drug action, including ADME(T)
- the strategies of molecular design of new drugs
- drug metabolism and its role in pharmacokinetics and drug safety
- the patent process for intellectual property protection
- the ethical aspects of drug development and marketing, including risk/benefit issues

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

**Introdução à Química Medicinal: definição e âmbito. Principais alvos moleculares dos fármacos. Interações fármaco-receptor. Propriedades 'drug-like': equilíbrio entre afinidade para o alvo e boas propriedades de ADME(T). Barreiras à exposição a fármacos in vivo. Propriedades físico-químicas relevantes na eficácia de fármacos. Correlações estrutura-actividade (quantitativas) [(Q)SAR]: Isómeros clássicos e bioisómeros; análise de Hansch. Introdução ao desenho de fármacos assistido por computador. Estratégias 'hit-to-lead'. Metabolismo de fármacos: fase I e fase II; profármacos e antifármacos. Farmacocinética. Modelos animais de doenças. Segurança e toxicologia. Identificação de PAINS (Pan-Assay Interference Compounds). Ensaios clínicos. Medicina translacional e biomarcadores. Propriedade intelectual na descoberta de fármacos. Aspectos éticos do desenvolvimento e comercialização de fármacos. 'Case studies'.**

#### 4.4.5. Syllabus:

**Brief introduction to medicinal chemistry: definition and scope. Major drug targets. Drug-receptor interactions. Drug-like properties: relevance of a good equilibrium between affinity to the biological target (e.g., enzyme, receptor) and good ADME(T) properties. Barriers to drug exposure in vivo. Physico-chemical properties with relevance to drug efficacy. (Quantitative) Structure-Activity Relationships [(Q)SAR]: Classical isosteres and bioisosteres; Hansch analysis - background, positive and negative aspects. Introduction to Computer-Assisted Drug Design. Hit-to-lead drug discovery. Drug Metabolism: Phase I and Phase II metabolism; prodrugs and antedugs. Pharmacokinetics. Animal models of disease state. Safety and toxicology. Identification of Pan-Assay Interference Compounds (PAINS). Basics of clinical trials. Translational medicine and biomarkers. Intellectual property and patents in drug discovery. Ethical aspects of drug development and marketing. Case studies in drug discovery.**

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

**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, pode facilmente constatar-se que todos os pontos dos conteúdos programáticos acima descritos visam dotar os alunos dos conhecimentos e competências necessários ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos. São fornecidos os conceitos essenciais e abordados exemplos de aplicação concreta, numa perspectiva abrangente da Química Medicinal moderna.**

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

**Considering the learning objectives of the course, one can easily recognize that all topics of the Syllabus described above aim to equip the students with the knowledge and skills required to accomplish those aims. The essential concepts are introduced and specific case studies are analyzed, in a comprehensive perspective of modern Medicinal Chemistry.**

#### 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

**A metodologia de ensino baseia-se na transferência de conceitos teóricos e práticos. Utiliza-se um modelo de aulas teóricas, essencialmente expositivas e com recurso a meios de projecção, intercaladas com aulas de resolução de problemas específicos, apresentações individuais e discussões/debates de modo a fomentar a autonomia, pensamento**

*crítico e desenvolvimento de capacidades de argumentação. Os estudantes recorrerão intensamente à consulta de bases de dados. Prevê-se também a utilização de software disponível em open-source para visualização de estruturas complexas e para introdução ao desenho de fármacos assistido por computador.*

*O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem activa (trabalhos de casa, seminários), compatível com uma redução significativa do peso da avaliação por exame (≤50%).*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The teaching methodology involves the transfer of concepts and problem solving. The model uses lectures, with projection equipment, intertwined with more practical sessions, for specific problem solving, individual presentations, and in-class discussions, so as to foster autonomy, critical thinking, and the development of arguing skills. The students will make ample use of database search. The use of open-source software for visualization of complex structures and introduction to computer-assisted drug design is also contemplated.*

*The evaluation model includes elements of continuous evaluation to encourage active learning (homework, seminars), which are compatible with a significant reduction in the contribution of the final exam evaluation (≤50%).*

#### **Exam (40%)**

- *Written critical review of a preassigned research paper, followed by in-class presentation in journal club style (40%)*
- *Homework resolution of short problem sets (20%)*

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

*A abordagem utilizada permite não só cumprir os objectivos como auxiliar o nivelamento de conhecimentos de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

*Intercala-se a exposição da matéria de forma sistemática com o estudo de casos específicos. É preocupação fundamental estimular o interesse dos alunos pelos temas tratados, evidenciando sempre que possível a sua interligação e fomentando a discussão. A atribuição de um artigo, tendencialmente abrangente, para seminário individual, visa criar nos estudantes hábitos de leitura, reflexão e interiorização críticas dos conhecimentos adquiridos.*

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

*The teaching methodology used in the course allows attaining the teaching goals, while also allowing for knowledge leveling among students from different origins and background training. Lectures, in which the topics are presented in a systematic manner, are intertwined with specific case studies. One major goal is to stimulate the interest of the students for the subject, stressing its interdisciplinary character whenever possible, and stimulating discussion. The assignment of a paper, typically of wide scope, to be presented in an individual seminar, aims to help the students expand their critical reading, reasoning and comprehension skills, as applied to the course topics.*

#### 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*An Introduction to Medicinal Chemistry, G. Patrick, 2017, Oxford University Press;*

*The Organic Chemistry of Drug Design and Drug Action, R.B. Silverman, 2014, Acad. Press;*

*Drug-Like Properties: Concepts, Structure Design and Methods: from ADME to Toxicity Optimization, L. Di, E.H. Kerns, 2016, Acad. Press;*

*Basic Principles of Drug Discovery and Development, B. Blass, 2015, Acad. Press;*

*The Biochemistry of Drug Metabolism: Principles, Redox Reactions, Hydrolyses, B. Testa, S.D. Krämer, 2008, Wiley-VCH;*

*The Biochemistry of Drug Metabolism: Conjugations, Consequences of Metabolism, Influencing Factors, B. Testa, S.D. Krämer, 2010, Wiley-VCH;*

*Drug Discovery Toxicology: From Target Assessment to Translational Biomarkers, Y. Will, J. E. McDuffie, A.J.*

*Olaharski, B.D. Jeffy (eds), 2016, Wiley*

### Mapa IV - Atividades Extracurriculares I

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Atividades Extracurriculares I*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Extracurricular Activities I*

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

*OL*

**4.4.1.3. Duração:*****Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****84.0*****4.4.1.5. Horas de contacto:*****0.0*****4.4.1.6. ECTS:*****3.0*****4.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****4.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****Henrique Aníbal Santos de Matos (ist12553)*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****Isabel Maria Delgado Jana Marrucho Ferreira (ist18841)******Maria Teresa Nogueira Leal da Silva Duarte (ist121992)*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Estimular os estudantes a adquirirem, de forma diversificada e complementar, conhecimentos e competências comportamentais, sociais, culturais, científicas, tecnológicas e profissionais, através da realização de atividades extracurriculares. Atualmente além de um percurso curricular que fornece provas de conhecimentos científicos/tecnológicos bem consolidados, os empregadores valorizam o percurso extracurricular dos alunos nas suas diversas vertentes.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****To stimulate students to acquire, in a diversified and complementary way, behavioral, social, cultural, scientific, technological and professional knowledge and skills through extracurricular activities. Currently, in addition to scientific/technological knowledge, employers value the extracurricular course of students in its various aspects.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****No quadro desta unidade curricular serão creditadas atividades realizadas pelos estudantes, individualmente ou em grupo, que tenham um cariz essencialmente extra-curricular.******1) As atividades extracurriculares devem ser creditadas por pedido dos alunos em uma ou duas unidades curriculares denominadas Atividades Extracurriculares I e II (AE I e AE II) com 3 ECTS cada, oferecidas a todo o universo de alunos dos 2º. Ciclos (mestrado) do IST. Em cada uma destas UC de 3 ECTS os alunos devem realizar uma (ou mais) atividade(s) extracurriculares com esforço total de pelo menos 84 horas.******2) Os coordenadores de cada curso deverão reservar espaço na sua grelha de 2º. Ciclo para que os alunos, se assim o entenderem, possam escolher AE I/AEII*****4.4.5. Syllabus:*****In this curricular unit activities carried out by students, individually or in groups, which have an essentially extra-curricular nature, will be credited.******1) The extracurricular activities must be credited by request of the students in one or two curricular units called Extracurricular Activities I and II (AE I and AE II) with 3 ECTS each, offered to the whole universe of students of the 2nd cycle. In each of these 3 ECTS courses, students must perform one (or more) extracurricular activity(s) with a total effort of at least 84 hours.******2) Coordinators of each course must reserve space on their 2nd cycle grid so that students, if they wish, can choose AE I/AE II***

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

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

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Não aplicável*

#### **Mapa IV - Projeto de Engenharia Química II**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Projeto de Engenharia Química II*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Chemical Engineering Project II*

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

*EPP*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*35*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*Aprendizagem baseada em projeto - Project based learning*

**4.4.1.7. Observations:**

*Aprendizagem baseada em projeto - Project based learning*

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

*Maria de Fátima Grilo da Costa Montemor (ist23859)*

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

*Carlos Manuel Faria de Barros Henriques (ist12178)*

*Vítor Manuel Gerales Fernandes (ist13181)*

*Sebastião Silva Alves (ist12034)*

*Maria Cristina De Carvalho Silva Fernandes (ist12192)*

*Maria de Lurdes Dos Santos Serrano (ist11665)*

*Moisés Luzia Gonçalves Pinto (ist416959)*

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

*Evidenciar as etapas de um Projecto de Engenharia e capacitar os alunos para:*

*Desenvolver a capacidade de resolução de problemas com recurso à aprendizagem por projeto*

*Estimular a capacidade de tomada de decisão e de inovação para resolução de problemas de engenharia química.*

*Encontrar e selecionar criticamente informação relevante*

*Selecionar os pressupostos necessários para ultrapassar a indisponibilidade de dados*

*Utilizar ferramentas de simulação adequadas e aplicá-las ao dimensionamento de equipamentos relevantes*

*Implementar soluções otimizadas para a gestão de energia e utilidades, gestão de efluentes e controle de emissões.*

*Conhecer os principais indicadores de avaliação económica de um projeto de uma fábrica e discutir a sua viabilidade com base em indicadores relevantes*

*Discutir de forma crítica as soluções técnicas implementadas*

*Integrar conhecimentos e conteúdos desenvolvidos noutras UCs*

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

*Highlight the stages of an Engineering Project and enable students to:*

*Develop problem-solving skills using project based learning*

*Stimulate the decision-making and innovation capacity for solving chemical engineering problems.*

*Critically find and select relevant information*

*Select the necessary assumptions to overcome data unavailability*

*Use appropriate simulation tools and apply them to the design of relevant equipment*

*Implement optimized solutions for energy and utility management, effluent management and emissions control.*

*Identify and apply the main economic evaluation indicators of a factory project and discuss factory feasibility based on the relevant indicators*

*Critically discuss the technical solutions implemented*

*Integrate knowledge and contents gained in other UCs.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Descrever as condições operacionais da tecnologia de fabrico de um produto químico*

*Implementar soluções de integração energética, dimensionar equipamento e otimizar operações unitárias.*

*Identificar e quantificar utilidades e serviços*

*Definir a instrumentação e controlo necessários para a operação e segurança do processo*

*Elaborar diagramas de P&I.*

*Estimar o investimento em capital fixo e circulante, calcular o custo de produção e determinar a rentabilidade do investimento (VAL e TIR)*

*Realizar uma análise de sensibilidade e identificar parâmetros com impacto crítico na viabilidade do processo*

*Discutir a sustentabilidade do projeto.*

*A UC irá incluir conteúdos desenvolvidos em módulos lecionados noutras UCs.*

*O desenvolvimento do projeto envolve aulas teóricas e aulas práticas que abordam temas específicos . Envolve ainda aulas tutoriais que visam estimular a autonomia dos alunos.*

*Os alunos serão expostos a "casos da vida real" expostos por convidados na UC TIQ.*

**4.4.5. Syllabus:**

*Describe the operational conditions of the technology selected to manufacture a chemical product*

*Implement energy efficient solutions, design equipment and optimize the processes and units operation.*

*Identify and quantify utilities and services*

*Define the instrumentation and control necessary for the operation and safety of the process*

*Prepare the P&I diagrams.*

*Estimate investment required for fixed and working capital, calculate the cost of production and determine the return on investment (VAL and IRR)*

**Conduct a sensitivity analysis and identify parameters with a critical impact on the process viability  
Discuss the sustainability of the project.**

**PEQ II ~include contents taught in other UCs and follows PEQ I.**

**The development of the project involves theoretical and practical classes that address specific topics. It also involves tutorial classes that aim to encourage students' autonomy.**

**Students will be exposed to "real life cases" exposed by guests at UC TIQ.**

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

**A avaliação centra-se no desenvolvimento de um projeto de engenharia processual e deverá ser realizado por um grupo de 4 alunos. Cada projeto será executado com base em dados de partida diferenciados.**

**Consideram-se as seguintes componentes:**

**Avaliações intercalares em marcos pré-definidos do projeto e uma avaliação final. A avaliação intercalar baseia-se em "peer review". Será também entregue um relatório final.**

**A classificação final de cada aluno resultará da ponderação de quatro componentes:**

- 1) avaliação contínua (30%), considerando a capacidade para formular problemas, implementar soluções e saber utilizar conhecimentos. Será também tida em conta a iniciativa e motivação perante o projeto**
- 2) qualidade do relatório (30%) tendo em conta a capacidade de síntese e rigor científico**
- 3) apresentação (10%) tendo em conta a capacidade de exposição, segurança e rigor**
- 4) discussão (30%) tendo em conta o domínio dos conteúdos relevantes e a objetividade das respostas**

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

**The assessment focuses on the development of a chemical engineering project to be carried out by a group of 4 students. Each project will be executed based on different starting data.**

**The following components are considered:**

**Mid-term evaluations at predefined milestones of the project and a final evaluation. The mid-term evaluation is based on a "peer review". A final report will also be delivered.**

**The final classification of each student will result from the weighting of four components:**

- 1) continuous assessment (30%), considering the ability to formulate problems, implement solutions and know how to use knowledge. Initiative and motivation towards the project will be considered as well**
- 2) quality of the report (30%) taking into account the synthesis skills and scientific rigor**
- 3) presentation (10%) taking into account the communication ability, knowledge and rigor**
- 4) discussion (30%) taking into account the knowledge on relevant content and the objectivity of responses**

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

**Plant design and Economics for Chemical Engineers , M.S. Peters and K.D Timmerhaus, 2004, 5ª Ed. Ed Mc. Graw-Hill;  
The Chemical Plant - From Process Selection to Commercial Operation, R. Landau and A.S. Cohan, -, Reinhold Pub.Corp. N.Y.;  
Chemical Engineer Handbook, Perry & Chilton, -, Ed. Mc.Graw-Hill N.Y.**

**Mapa IV - Electroquímica e Energia**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Electroquímica e Energia*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Electrochemistry and Energy*

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

*CEQ*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Alda Maria Pereira Simões (ist12144), 49 h*

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

*<sem resposta>*

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

*Apreensão dos conceitos fundamentais das reacções electroquímicas, incluindo os parâmetros termodinâmicos e cinéticos. Conhecimento dos principais tipos de células electroquímicas para produção / armazenagem de energia. Os estudantes terão adquirido a capacidade de:*

- descrever os parâmetros básicos relevantes para os equipamentos electroquímicos, incluindo baterias e células de combustível.*
- calcular a eficiência de armazenagem de uma bateria ou de um reactor electroquímico.*
- calcular os parâmetros fundamentais no controlo a qualidade e a eficiência de uma bateria.*

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

*Learning about the fundamentals of Electrochemical reactions, including their thermodynamic and kinetic parameters. Knowing about the main types of electrochemical cells for production/storage of energy.*

*Students should be capable of:*

- describing the basic parameters relevant for electrochemical devices, including batteries and fuel cells.*
- calculating the storage efficiency of a battery or an electrochemical reactor.*
- calculating the fundamental parameters controlling the quality and the efficiency of a battery.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução. Relevância de tema.*

*Fundamentos de Electroquímica. Reacções de eléctrodo vs. reacções redox. Células galvânicas e células electrolíticas. Termodinâmica. Variação de energia livre e força electromotriz. A série electroquímica. Cinética de um processo de electrodo; equação de Butler-Vomer e equação de Tafel.*

*Lei de Faraday. Electroquímica dos materiais; corrosão electroquímica.*

*Baterias; baterias primárias e secundárias. Fundamentos e Parâmetros relevantes. Exemplos de baterias comerciais.*

*Ciclos de carga-descarga. Eficiência de armazenagem e auto-descarga.*

*Células de combustível, fundamentos e tecnologias. Células de ácido fosfórico, de carbonato fundido, de óxido sólido*



e alcalinas. Outras células para armazenagem: células redox de fluxos. Armazenagem de hidrogénio.

#### 4.4.5. Syllabus:

*Introduction. Relevance of the subject.*

*Fundamentals of Electrochemistry. Electrode reactions and global reaction. Galvanic and electrolytic cells.*

*Thermodynamics. Change in free energy and electromotive force. The Electrochemical series.*

*Kinetics of an electrode process. Butler-Volmer and Tafel equations. Faraday's law.*

*Electrochemistry of Materials. Electrochemical corrosion.*

*Batteries. Primary and secondary batteries. Fundamentals and relevant parameters. Examples of commercial batteries.*

*Charge-discharge cycles. Storage efficiency and self-discharge.*

*Fuel cells (FCs) basics and technologies: phosphoric acid, fused carbonate, solid oxide and alkaline fuel cells. Other cells for electricity storage: Redox Flow cells. Hydrogen fuel storage.*

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

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

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

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

#### 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Uma monografia com tópico de entre uma lista proposta. Trabalho baseado em estudo bibliográfico (grupos de 2 estudantes); apresentação oral da monografia, para toda a turma.*

*Em cada apresentação, 3-4 estudantes de entre o público são encarregados de discutir e avaliar o trabalho. Estes alunos são também classificados pela discussão (D).*

*A nota final (F) resulta da média ponderada da monografia e respectiva apresentação (M), da discussão dos seminários dos colegas (D), do trabalho de laboratório e respectivo relatório (L) e da nota do exame (E), segundo a expressão:*

$$F = 0.25 M + 0.05 D + 0.10 L + 0.010 C + 0.50 E$$

*A nota mínima em cada um dos itens é 10 valores.*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*A monograph chosen from a list of topics proposed, and based upon the literature (made by groups of 2 students); oral presentation of the monograph made in class for the whole group.*

*Further, for each presentation, 3-4 students from the audience are assigned in advance to discuss the subjects presented and shall be graded for the discussion (D).*

*The final grade (F) shall result from a weighted average of a monograph (M), the discussion of at least two projects/monographs (D), the Laboratory work and report (L) and the results of the exam (E), according to:*

$$F = 0.25 M + 0.05 D + 0.10 L + 0.10 C + 0.50 E$$

*The minimum grade is 10 in each of the items.*

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

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

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

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

#### 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Chemistry: The Molecular Science, Olmsted & Williams, 1997, 2nd ed., chapter 17- Electron Transfer Reactions; Wm.C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa; Modern Batteries - An Introduction to Electrochemical Power Sources, Colin Vincent & Bruno Scrosati, 1997, 2nd ed., Butterworth Heinemann, Oxford; Industrial Electrochemistry, Derek Pletcher, 1982, Chapman and Hall Ltd, London, UK; Fuel Cell Fundamentals, Ryan O'Hayre, Suk-Won Cha, Whitney Colella, Fritz B. Prinz, 2009, J Wiley & Sons, Inc., New York*

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Síntese e Integração de Processos*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Process Synthesis and Integration*

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

*EPP*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist12192, Maria Cristina Carvalho Silva Fernandes - 25 h*

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

*ist416959, Moisés Luzia Gonçalves Pinto - 24h*

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

- 1) Compreender a metodologia de Síntese e Integração de Processos;*
- 2) Aplicar esta metodologia, desenvolvendo o sentido crítico, analítico e o poder de discussão das diferentes alternativas de processo em problemas de resolução aberta;*
- 3) Utilizar ferramentas e metodologias computacionais (Excel, Aspen e outras) no auxílio à resolução de problemas;*
- 4) Integrar as matérias anteriormente lecionadas;*
- 5) Fomentar o trabalho em grupo e a apresentação / discussão oral dos projetos*

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

- 1) To comprehend Process Synthesis and Integration methodology;*
- 2) To apply this methodology, developing the critical/analytical sense and the ability to discuss different process alternatives in open resolution problems;*
- 3) To use computing tools (Excel, Aspen and others) and methods;*
- 4) To integrate subjects previously taught;*
- 5) To foster team work , presentations and oral discussion.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Parte 1 (4 semanas)*

- Metodologias de Síntese de Processos Químicos- Metodologia Douglas. Estrutura dos diagramas de fabrico.*
- Matérias-primas, armazenamento e pré-tratamento.*
- Seleção de percursos reacionais alternativos. Especificações básicas do processo reacional e condições operatórias. Tipos de reactivos.*
- Estratégias heurísticas de separação. Seleção das operações de separação e de equipamentos.*
- Equilíbrio S/L, L/V e L/L. Análise comparativa de configurações de separação.*

*Parte 2 (3 semanas)*

**Metodologias de Integração de processos. Análise do Ponto de Estrangulamento. Determinação do consumo mínimo de energia. Projecto das redes de permutador. Integração energética do sistema de utilidades e do equipamento.**

#### 4.4.5. Syllabus:

**Part 1 (4 weeks)**

- **Chemical Process Synthesis Methodologies - Douglas Methodology. Manufacturing diagrams.**
- **Raw materials, storage and pre-treatment.**
- **Selection of reaction path alternatives. Reactional process conditions. Reactor type.**
- **Heuristic separation strategies. Selection of separation units and equipment. Equilibrium S/L, L/V and L/L. Comparative analysis of alternative separation configurations.**

**Part 2 (3 weeks)**

**Process Integration Methodologies. Pinch Point Analysis. Determination of minimum energy consumption. Design of heat exchanger networks. Energy integration of the utility system and equipment.**

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

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

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

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

#### 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

**Quiz (15%)**

**Projecto em grupo com apresentação e discussão oral (50%):**

**Teste (35%)**

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

**Quiz (15%)**

**Group project with presentation and oral discussion (50%):**

**Exam (35%)**

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

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

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

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

#### 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

**Chemical Process: Design and Integration, Robin Smith, 2014, Wiley;**

**Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis and Evaluation, Warren D. Seider, Daniel R. Lewin, J. D.**

**Seader, Soemantri Widagdo, Rafiqul Gani, Ka Ming Ng, , 2019, Wiley**

### Mapa IV - Armazenamento de Energia

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

**Armazenamento de Energia**

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

**Energy Storage**

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

**CEQ**

**4.4.1.3. Duração:**  
**Semestral**

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**  
**168.0**

**4.4.1.5. Horas de contacto:**  
**49.0**

**4.4.1.6. ECTS:**  
**6.0**

**4.4.1.7. Observações:**  
**<sem resposta>**

**4.4.1.7. Observations:**  
**<no answer>**

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):**  
**ist23859, MARIA DE FÁTIMA GRILO DA COSTA MONTEMOR, 35%**

**4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**  
**ist12081, Francisco Manuel da Silva Lemos, 15%**  
**ist12119, Maria Amélia Lemos, 6%**

**4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
**Fornecer os fundamentos necessários para compreender os princípios de funcionamento das mais importantes tecnologias de armazenamento de energia, nomeadamente de armazenamento por via térmica, química (incluindo combustíveis), mecânica, hídrica, biomassa, e eletroquímica. Evidenciar os avanços mais recentes nas várias tecnologias consideradas, e enquadrá-las na produção e gestão eficiente de energias a partir de fontes convencionais e de fontes renováveis. Fornecer ferramentas para o dimensionamento, planeamento e implementação de soluções de armazenamento de energia.**

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**  
**To provide the fundamentals necessary to understand the working principles of the most important energy storage technologies, including thermal, chemical, mechanical, hydropower, biomass synthetic fuels and electrochemical storage.**  
**To evidence the most recent developments related to integration of energy storage technologies and solutions in sustainable energy production from conventional and from renewable sources.**  
**To provide the tools for the design, planning and implementation of energy storage solutions.**

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**  
**A situação energética atual; Armazenamento por via térmica; materiais para mudança de fase, Armazenamento termo-químico, biomassa e combustíveis sintéticos. Armazenamento hídrico e integração com energia renovável. Armazenamento eletroquímico: baterias, supercondensadores e células de combustível. Baterias em segunda vida e reciclagem. Os tópicos são complementados com seminários convidados por parte da indústria (3-4 temas) (Climaespaço, EDP, JME Inc) e da academia (1-2 temas).**

**4.4.5. Syllabus:**  
**Energy storage overview; Thermal energy storage; phase change materials, thermo-chemical energy storage and biomass and synthetic fuels. Hydropower and Renewable Integration, Electrochemical energy storage: primary and secondary batteries, supercapacitors and fuel cells; second life batteries and recycling. These contents are complemented by invited seminars from industry experts (3-4 topics) (Climaespaço, EDP, JME Inc) and from academia (1-2 topics).**

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

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

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

***A UC inclui aulas teóricas em sala e um projeto que os estudantes desenvolvem ao longo do semestre em conjunto com os docentes e que apresentam na forma de relatório e seminário no final do semestre. A avaliação inclui 2 testes (50%) e ainda os seminários e discussões nos temas dos projetos (50%).***

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

***The UC includes regular theoretical classes and a project that the students develop along the semester in collaboration with the professors. The evaluation comprises 2 tests (weight 50%) and a written project and seminars plus discussion on the project topics (50%).***

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

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

***Electrochemical Energy Storage for Renewable Sources and Grid Balancing, Moseley and Garche, 2018, Elsevier; Energy Storage, R. Huggins, 2010, Springer; Advances in Thermal Energy Storage – Methods and Applications, F. Cabeza , 2015, Woodhead Pub; Energy Storage – A New Approach, R. Zito , 2010, Wiley ; Thermal Energy Storage; Systems and Applications, Ibrahim Dinçer and Marc A. Rosen , 2011, 2nd ed., Wiley***

**Mapa IV - Química Industrial**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Química Industrial***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Industrial Chemistry***

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

***SEMAQ***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***49.0***

**4.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist14081, Pedro Paulo De Lacerda e Oliveira Santos, 49h*

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

*<sem resposta>*

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

*Proporcionar aos alunos uma visão sobre a indústria farmacêutica, de polímeros e petroquímica. Permitir aquisição de conhecimentos básicos na área de propriedade industrial e sistema de patentes. Fornecer uma visão química e prática de uma síntese industrial, complementar à visão de um engenheiro químico, que permitirá uma melhor compreensão, alteração e execução dos processos industriais, com ênfase para a exequibilidade e segurança. Escolha sustentada de uma via sintética.*

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

*Provide students with an overview of the pharmaceutical, polymer and petrochemical industry. Allow acquisition of basic knowledge in the area of industrial property and patent system. Provide means to understand critically the chemistry and operations of an industrial synthesis as a complementary vision to the one of a chemical engineer, which will allow a better understanding, modification and execution of an industrial process, with emphasis on feasibility and safety. Sustained selection of a synthetic route.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Visão geral da indústria farmacêutica de polímeros e petroquímica.*

*Introdução à síntese industrial. Segurança de processo. Case-studies. Operacionalidade em síntese industrial, Síntese laboratorial versus síntese industrial. Green chemistry. Pesquisa e seleção de via sintética.*

*Síntese orgânica industrial. O solvente. Reagentes e reações comuns (oxidação, redução, reações de formação de ligações CC, métodos de resolução, biocatálise, reações catalisadas por metais).*

*Desenvolvimento de processos e otimização. Módulos sobre execução prática das operações básicas em escala industrial. Reação, work-up, cristalização e secagem. Processos contínuos. Scale-up.*

*Propriedade industrial. Introdução às patentes. Case-studies.*

**4.4.5. Syllabus:**

*Overview of the pharmaceutical, polymer and petrochemical industry.*

*Introduction to industrial synthesis. Process safety. Case studies. Operations at industrial scale, Laboratory synthesis versus industrial synthesis. Green chemistry. Research and selection of synthetic route. Case studies.*

*Industrial organic synthesis. The solvent. Common reagents and reactions (oxidation, reduction, CC bond formation reactions, resolution methods, biocatalysis, metal catalyzed reactions).*

*Process development and optimization. Modules on performing basic operations on an industrial scale. Reaction, work-up, crystallization and drying. Continuous processes. Scale-up.*

*Industrial property. Introduction to patents. Case studies.*

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

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

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Três mini-testes ao longo do semestre e/ou exame final*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*3 short tests and/or final exam*

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

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Química Industrial, Manual, Santos, P.P., Actual, Santos, P.P.; Practical Process Research and Development – A guide for Organic Chemists , Neal Anderson, 2012, 2nd Edition Academic Press (P); Drug Discovery - A History , Walter Sneader, 2006, John Wiley (S)*

**Mapa IV - Design de Nanomateriais****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Design de Nanomateriais*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Design of Nanomaterials*

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

*QFMN*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist90102, Carlos Miguel Calisto Baleizão, 24.5h e ist13296, José Paulo Sequeria Farinha, 24.5h*

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

*<sem resposta>*

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

*Compreensão das bases científicas e tecnológicas dos nanomateriais. Domínio de técnicas de preparação, processamento, propriedades e aplicações. Elucidação e aprofundamento das metodologias envolvidas na preparação*

**e modificação de nanomateriais. Os estudantes devem adquirir competências nas estratégias envolvidas na preparação e optimização de nanomateriais, ajustadas às necessidades dos diferentes campos de aplicação.**

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

***Understanding the scientific and technological bases of nanomaterials, including preparation, processing, properties and applications. Focus on the methodologies involved in the preparation and modification of nanomaterials. At the end of the course, the students will have a deep knowledge on the different strategies to prepare and modify the principal classes of nanomaterials, following a tailor-made approach to obtain the desired properties/applications.***

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

***Introdução aos nanomateriais e nanotecnologia. Impacto na sociedade, desafios e oportunidades.***

***Superfícies à nano-escala***

***Estabilização de nanoestruturas***

***Técnicas de nanofabricação: bottom-up (self-assembling, monocamadas, deposição layer-by-layer, materiais anfífilicos) e top-down (microfabricação em sala-limpa, deposição, litografia, etching)***

***Caracterização (microscopia de varrimento laser, electrónica e de sonda)***

***Preparação, propriedades e aplicações dos nanomateriais:***

***- Carbono (fulerenos, nanotubos, grafeno, GO)***

***- Redes orgânicas e metalo-orgânicas***

***- Metais***

***- Semicondutores***

***- Superparamagnéticos***

***- Sílica e óxidos metálicos***

***- Híbridos (nanocompósitos com nanopartículas inorgânicas, nanomateriais de intercalação, nanopartículas orgânicas-inorgânicas, materiais híbridos mesoporosos, etc.).***

**4.4.5. Syllabus:**

***Introduction to nanomaterials and nanotechnology. Societal impact, challenges, and opportunities.***

***Surface properties at the nanoscale***

***Forces and stability in dispersed nanomaterials***

***Fabrication techniques: bottom-up (self-assembly, monolayers, layer-by-layer deposition, amphiphilic materials, etc) and top-down (cleanroom microfabrication techniques, deposition, lithography, etching)***

***Characterization (laser scanning, electronic and probe microscopy)***

***Preparation, properties and applications of nanomaterials:***

***- Carbon (fullerenes, nanotubes, graphene, GO)***

***- Organic and metal-organic frameworks***

***- Metals***

***- Semiconductors (quantum dots)***

***- Supermagnetic***

***- Silica and metallic oxides***

***- Hybrid (nanocomposites with inorganic nanoparticles, intercalation nanomaterials, organic-inorganic nanoparticles, mesoporous hybrid materials, etc.)***

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

***Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos no design de nanomateriais. A matéria lecionada permite ao aluno aprofundar conhecimentos anteriores e adquirir novos conhecimentos úteis à sua atividade como profissional da área da Química. São apresentadas as bases teóricas e conceitos essenciais e discutidos exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos uma participação activa no processo de aprendizagem.***

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

***The topics presented in the course allows the student to deepen previous knowledge and acquire new knowledge useful to his activity as a professional in the field of Chemistry. The theoretical bases and essential concepts are presented, and examples of application are discussed, involving the students in an active learning process.***

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

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

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

***The teaching methodologies promote problem-based learning and learning by projects, reinforcing the practical component, as well as active learning, autonomous work and student responsibility. The evaluation model incorporates***



*continuous assessment in the context of active learning (e.g., projects, homework, quizzes, etc.), compatible with a significant reduction of evaluation by exams ( $\leq 50\%$ ).*

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Nanochemistry: A Chemical Approach to Nanomaterials*, Geoffrey A Ozin, André Arsenault, Ludovico Cademartiri, 2008, RSC: 2008, 2nd Ed. (ISBN: 978-1-84755-895-4).

*Concepts of Nanochemistry*, Ludovico Cademartiri, Geoffrey A. Ozin, 2009, Wiley-VCH, 2009. (ISBN: 978-3-527-32597-9).

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

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

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

#### Mapa IV - Design para a Sustentabilidade

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Design para a Sustentabilidade*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Design for Sustainability*

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

*QFMN*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist129097, Isabel M. Delgado J Marrucho Ferreira;24.5h;ist90102;Carlos Miguel Calisto Baleizão;24.5h*

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

*<sem resposta>*

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

*Os químicos do século XXI têm a responsabilidade de avaliar e integrar soluções sustentáveis no desenvolvimento de reacções e produtos, que permitam um desenvolvimento sustentável nas várias vertentes da Indústria Química.*

*No final da unidade curricular, os alunos deverão ter desenvolvido capacidades de:*

- utilização de métricas verdes para quantificar impacto ambiental de reacções químicas e produtos químicos
- reconhecer e usar regulamentação REACH (registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos)
- reconhecer princípios de sustentabilidade e aplicá-los a reacções químicas e produtos químicos
- desenhar estratégias alternativas sustentáveis e análise da sua viabilidade

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

*Chemists of the 21st century have the responsibility to evaluate and integrate sustainable solutions in the development of reactions and products, which allow a sustainable development in the various aspects of the Chemical Industry.*

*At the end of the course, students should have developed skills in:*

- use of green metrics to quantify the environmental impact of chemical reactions and chemicals
- recognize and use REACH regulations (registration, evaluation, authorization and restriction of chemicals)
- recognize principles of sustainability and apply them to chemical reactions and chemicals
- design sustainable alternative strategies and analyze their feasibility

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Conceitos de Química Verde e Sustentabilidade. Contextualização e papel da química nos desafios Societais.*

*Objectivos de desenvolvimento sustentável. Métricas verdes para quantificar impacto ambiental de reacções químicas e produtos químicos. Reconhecer e usar regulamentação REACH.*

*Execução de 3 projectos com temas bem definidos de acordo com 3 desafios de desenvolvimento sustentável ou temas autopropostos. Desenhar estratégias alternativas sustentáveis e analisar da sua viabilidade*

**4.4.5. Syllabus:**

*Concepts of Green Chemistry and Sustainability. Contextualization and role of chemistry in societal challenges. Sustainable development goals. Green metrics to quantify the environmental impact of chemical reactions and chemicals. Recognize and use REACH regulations.*

*Development of 3 projects with well-defined themes according to 3 sustainable development challenges or self-proposed themes. Design sustainable alternative strategies and analyze their feasibility.*

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

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

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*A aval de cada projecto inclui:- apresentação inicial, com análise das métricas utilizadas e das soluções propostas (15%); - apresentação intermédia, envolvendo a estruturação do problema e solução desenvolvida (30%); - discussão individual (30%). No final do semestre, cada grupo escolhe um dos projectos para uma apresentação final a um expert da área e discussão (25%)*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*The evaluation of each project includes: - initial presentation, with analysis of the metrics used and the proposed solutions (15%); - intermediate presentation, involving the structuring of the problem and developed solution (30%); - individual discussion (30%). At the end of the semester, each group chooses one of the projects for a final presentation to an expert in the area and discussion (25%)*

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

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

***Green Chemistry: An Inclusive Approach, B. Torok and T. Dransfield, 2018, Elsevier ISBN: 9780128092705 (paper) and 9780128095492 (eBook)***

**Mapa IV - Desenvolvimento de Novos Produtos**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Desenvolvimento de Novos Produtos***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***New Product Development***

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

***EPP***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***84.0***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***24.5***

**4.4.1.6. ECTS:**

***3.0***

**4.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**4.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***ist45873, Ana Clara Lopes Marques, 24.5 h***

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

***<sem resposta>***

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

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

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

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

*the understanding of how the human brain functions, assesses products and takes decisions about them.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

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

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

#### 4.4.5. Syllabus:

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

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

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

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

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

#### 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

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

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

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

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

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

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

**Mapa IV - Gestão Pela Qualidade Total e Excelência Operacional**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Gestão Pela Qualidade Total e Excelência Operacional***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Total Quality Management & Operational Excellence***

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

***EPP***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***49.0***

**4.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**4.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**4.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***José Monteiro Cardoso de Menezes (ist12460, 100%)***

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

***<sem resposta>***

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

***Fornecer os conceitos chave e as ferramentas de Gestão pela Qualidade Total (GQT ou TQM) relacionando com as áreas como Lean and Six-Sigma (L6S), Excelência Operacional e o paradigma Indústria 4.0.***

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

***To provide a working knowledge of what TQM (Total Quality Management) is, how it relates to the current trends in Operational Excellence (OpEx), QbD (Quality by Design), Lean and Six-Sigma (L6S) thinking, modern Quality Systems and Culture Excellence programs taking root in different fields under the paradigm of Industry 4.0.***

***TQM describes a management approach to long-term success of an organization such as a business or a***

*manufacturing plant, through customer/client/patient satisfaction. In a TQM environment, all members of an organization participate in improving processes, products, services, and the culture in which they work. (adapt. ASQ definition).*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Ao longo das 7 semanas lectivas são expostos e trabalhados com exemplos os 8 princípios de GQT (TQM):*

- 1. Customer/Client/Patient-Focus*
- 2. Total Employee Involvement*
- 3. Process-Centric*
- 4. Integrated Systems Approaches*
- 5. Strategic and Systematic Approach*
- 6. Continual Improvement*
- 7. Evidence-based Decision Making*
- 8. Communications*

*Serão também abordados Tópicos Avançados como os das iniciativas relacionadas com o pensamento de Deming e Drucker, em relação aos princípios 3 a 5 (viz., human-centric initiatives, quality-culture e knowledge-management); e aos princípios 7 e 8 (viz., processos de decisão baseados em avaliação de risco).*

#### 4.4.5. Syllabus:

*TQM is based on 8 principles or building blocks. Each of the 7 weeks available will cover one or more of those principles, from a TQM and OpEx perspective.*

- 1. Customer/Client/Patient-Focus*
- 2. Total Employee Involvement*
- 3. Process-Centric*
- 4. Integrated Systems Approaches*
- 5. Strategic and Systematic Approach*
- 6. Continual Improvement*
- 7. Evidence-based Decision Making*
- 8. Communications*

#### *Advanced Topics*

*Examples of advanced topics include complements to/departures from Principles 3-5 with Human-centric initiatives that have led to Culture & Knowledge Excellence initiatives (i.e., Quality Culture and Knowledge Management); and risk-based approaches to decision making (i.e., Risk Management) as important add-on to Principles 7 & 8.*

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

*Esta UC ajuda a entender a praxis em uso corrente da Indústria Farmacêutica (de diferentes tipos, localizada em diferentes locais do globo). Em termos de competências transversais entenda-se o desenvolvimento de aptidões na interpretação de Legislação Nacional e Internacional sobre o sector farmacêutico e a capacidade de se considerarem diferentes perspectivas: societais, nacionais e culturais.*

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

*This UC helps to understand the praxis in current use of the Pharmaceutical Industry (of different types, located in different locations around the globe). In terms of transversal competences, it is understood the development of skills in the interpretation of National and International Legislation on the pharmaceutical sector and the ability to consider different perspectives: societal, national and cultural.*

#### 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*As metodologias de ensino visam promover o aprendizado com base na resolução de problemas e projetos, reforçando o componente prático, o aprendizado ativo, o trabalho autónomo e a responsabilidade do aluno. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no contexto da aprendizagem ativa (por exemplo, projetos, trabalhos de casa, planilhas etc.) compatíveis com a redução significativa da avaliação por exames (≤50%).*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

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

**Os responsáveis do curso praticam no mundo real o que ensinam em cada um dos módulos deste curso. Eles têm um histórico científico e técnico internacional que garantirá que, academicamente, o conteúdo e a entrega de cada módulo estejam alinhados com os resultados de aprendizagem que foram projetados e que são esperados.**

**4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:  
Course tutors practice in the real world what they teach in each of the modules of this course.  
They have an international scientific and technical background that will ensure that, academically, the content and delivery of each module is in line with the learning outcomes that have been designed and are expected.**

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:  
Juran's Quality Handbook: The Complete Guide to Performance Excellence, Defeo, J.E. , 2017, McGraw Hill; The Essential Deming: Leadership Principles from the Father of Quality. , Deming, W.E., 2013, McGraw Hill.; LEAN SIX SIGMA: Para Qualquer Negócio. (Portuguese Edition). , Castro, R.A., 2016, IST Press ; A Lifecycle Approach to Knowledge Excellence in the Biopharmaceutical Industry. Biotechnology and Bioprocessing. , Menezes, J.C., 2017, Wiley.; Quality Resources, vários, 2018,**

#### **Mapa IV - Refinação de Petróleos e Coprocessamento**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:  
Refinação de Petróleos e Coprocessamento**

**4.4.1.1. Title of curricular unit:  
Petroleum Refining and Coprocessing**

**4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:  
CEQ**

**4.4.1.3. Duração:  
Semestral**

**4.4.1.4. Horas de trabalho:  
168.0**

**4.4.1.5. Horas de contacto:  
49.0**

**4.4.1.6. ECTS:  
6.0**

**4.4.1.7. Observações:  
<sem resposta>**

**4.4.1.7. Observations:  
<no answer>**

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):  
(ist11988, Maria Filipa Gomes Ribeiro, 49h**

**4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:  
<sem resposta>**

**4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):  
Aprendizagem dos conhecimentos básicos sobre o petróleo e todas as etapas do seu processamento na refinaria até à obtenção dos diversos produtos, assim como sobre as tecnologias utilizadas correntemente nas refinarias. As diferenças que podem existir nas refinarias, consoante o tipo de matérias primas que utilizam e coprocessam em conjunto com o petróleo (derivados da biomassa ou resíduos) e os produtos que devem produzir, segundo as especificações em vigor.**

**Compreensão dos objectivos e a preparação das diversas fracções de produtos a utilizar na formulação dos combustíveis de acordo com as regulamentações ambientais em vigor.**

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

*Learning basic knowledge about crude oil and all stages of its processing in the refinery until obtaining the various products, as well as about the technologies currently used in the refineries. The differences that may exist in refineries, depending on the type of raw materials they use and processed together with oil (products derived from biomass or wastes) and the products they must produce, according to the specifications. Understanding of the objectives and the preparation of the different fractions of products to be used in the formulation of fuels in accordance with the environmental regulations.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Situação energética mundial. Fontes de energia. Composição, caracterização das fracções petrolíferas. Configurações processuais das Refinarias. Formulação dos combustíveis (gasolina, gasóleo, Jet fuel): especificações; propriedades características.*

*Processos de conversão das fracções petrolíferas: Processos térmicos, catalíticos e hidroconversão; Cracking catalítico; hydrocracking. Processos para síntese dos componentes das gasolinas (reforming catalítico; isomerização; alquilação); Implicações da evolução da legislação para a protecção ambiental sobre a constituição e operação das refinarias: Processos de hidrotreatamento e tratamento de gases. Mudanças e desafios futuros colocados às Refinarias. Integração do gás natural e de produtos derivadas da biomassa, nas refinarias (processos GTL e BTL). Co-processamento de bio-óleos e outros resíduos. Configuração das futuras refinarias. Algumas aulas serão dadas por especialistas da indústria convidados para darem palestras.*

**4.4.5. Syllabus:**

*World energy situation. Energy sources. Crude oil and petroleum products: composition; characterization of petroleum cuts; Diagrams of refineries; Formulation (blending) of fuels (gasoline, diesel and jet fuel); fuel specifications and properties*

*Conversion processes of petroleum cuts. Thermal, catalytic and hydroconversion processes; catalytic cracking; hydrocracking; processes for synthesis of gasoline components (catalytic reforming; isomerization; alkylation).*

*Hydrotreating and sweetening processes; Influence of environmental legislation on refineries: Hydrotreatment processes and gas treatment. Changes and future challenges for Refineries. Integration of natural gas and products derived from biomass in refineries (GTL and BTL processes). Co-processing of bio-oils and other residues.*

*Configuration of future refineries. Some classes will be given by industry experts invited to give lectures.*

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

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

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Os grupos de alunos (2/3 alunos) escolhem livremente um tema de seminário. Os seminários serão apresentados nas aulas.*

*A avaliação de conhecimentos envolve um teste e seminários a realizar pelos alunos.*

*O teste, baseado na matéria dada nas aulas teóricas, terá um peso de 50% na nota final. Os restantes 50% serão complementados pela nota do seminário e participação dos alunos nas aulas e visitas de estudo.*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*The assessment involves an examination and seminars to be undertaken by students.*

*The examination that includes the topics given in lectures will represent 50% of the final grade. The remaining 50% will be complemented by notes of the seminar and student's participation in classes and field trips*

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

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

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



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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

***Practical Advances in Petroleum Processing, Vol. 1, C.S. Hsu and P.R. Robinson, 2006, Springer; Petroleum Refining Technology and Economics, Fifth Edition, J.H. Gary, G.E. Handwerk, M.J. Kaiser, 2207, CRC Press- Taylor & Francis; The Chemistry and Technology of Petroleum , James J. Speight, 2014, 5th edition, CRC Press; The Refinery of the Futur, James J. Speight, 2011, Elsevier***

**Mapa IV - Valorização Energética de Resíduos**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Valorização Energética de Resíduos***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Waste to Energy***

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

***CEQ***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***49.0***

**4.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**4.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**4.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***ist12081, Francisco Manuel da Silva Lemos (40 %)***

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

***ist12119, Maria Amélia Nortadas Duarte de Almeida Lemos (30 %)***

***ist13408, Edgar Caetano Fernandes (20 %)***

***ist12051, Filipe José da Cunha Monteiro Gama Freire (10 %)***

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

***Fornecer aos estudantes conhecimentos e informações de última geração sobre a ciência e a tecnologia na base da valorização energética de resíduos não perigosos e perigosos. No final do curso, os alunos devem ser capazes de analisar um sistema de gestão de resíduos e comparar diferentes abordagens, em particular relacionadas com a reciclagem terciária e quaternária, e propor soluções viáveis para casos concretos.***

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

***To supply the students with state-of-the-art knowledge and information on the science and technology behind the valorisation of the energy of non-hazardous and hazardous wastes. At the end of the course the students should be able to analyse a waste management system and compare different approaches, in particular related to tertiary and***

*quaternary recycling, and propose feasible solutions for specific situations.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*O problema da gestão de resíduos: visão histórica e situação atual em diferentes partes do mundo. Produção e consumo de energia: visão geral e perspectivas. Diferentes vias para a valorização energética de resíduos. Impactos ambientais e sociais das tecnologias de valorização energética de resíduos e das unidades de conversão. Análise do ciclo de vida da gestão de resíduos, suas vantagens e limitações. Matérias-primas disponíveis, tipos, propriedades e caracterização. Carbono biogénico e geogénico e os ciclos de carbono. Engenharia e tecnologia atuais dos sistemas de valorização energética: incineração, co-incineração, gaseificação, pirólise, digestão anaeróbica, fermentação... Comparação das diferentes tecnologias em termos de matérias-primas e produtos. Vantagens e desvantagens e perspectivas futuras. Questões relacionadas com fluxos de resíduos específicos, com ênfase para plásticos, borracha e biomassa.*

#### 4.4.5. Syllabus:

*The waste management problem: historical overview and current situation in different parts of the world. Energy supply and demand: overview and perspectives. Different routes for waste energy valorisation. Environmental and social impacts of waste-to-energy technologies and conversion plants. Lyfecycle analysis of waste management, its advantages and limitations.*

*Available feedstocks, types, properties and characterization. Biogenic and geogenic carbon and the carbon cycles.*

*Current engineering and technology of WtE systems: incineration, co-incineration, gasification, pyrolysis, anaerobic digestion, fermentation...*

*Comparison of the different technologies regarding feedstock and products. Advantages and disadvantages and prospective outlook.*

*Issues related to specific waste streams, with an emphasis on plastics, rubber and biomass.*

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

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

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

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

#### 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*A UC inclui aulas teóricas, teórico-práticas e um projeto que os estudantes desenvolvem ao longo do semestre em conjunto com os docentes. A avaliação inclui 2 mini-testes realizados em aula (30 %) e ainda uma apresentação (20 %) e um relatório sobre o projeto (50 %).*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The course includes theoretical and practical classes and a project that students develop throughout the semester in conjunction with the staff. The evaluation includes 2 mini-tests, during the classes, (30%) and also a presentation (20 %) and a report on the project (50%).*

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

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

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

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

#### 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Feedstock Recycling and Pyrolysis of Waste Plastics: Converting Waste Plastics into Diesel and Other Fuels (Wiley Series in Polymer Science), J. Scheirs, W. Kaminsky, 2006, Wiley-Blackwell; Waste to Energy Conversion Technology, N.B. Klinghoffer, M.J. Castaldi , 2013, Woodhead Publishing; Waste to Energy - Opportunities and Challenges, A. Karagiannidis, 2012, Springer; Up-to-Date Waste-to-Energy Approach - From Idea to Industrial Application, P. Stehlik, 2016, Springer*

**Mapa IV - Astrobiologia****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Astrobiologia***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Astrobiology***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***SEMAQ***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168.0***4.4.1.5. Horas de contacto:***49.0***4.4.1.6. ECTS:***6.0***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***ist31684, Zita Carla Torrão Pinto Martins, 42 hrs/semestre***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Ocasionalmente, algumas palestras podem ser ministradas por cientistas convidados / Occasionally, some lectures may be given by invited scientists.***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***(A) Fornecer conhecimentos aos estudantes sobre a formação e distribuição de matéria orgânica e da vida no Universo;**(B) Fornecer os conceitos fundamentais aos estudantes de forma a terem uma carreira de sucesso na área transdisciplinar da Astrobiologia e em áreas relacionadas com o Espaço;**(C) Mostrar os avanços mais recentes da Astrobiologia e missões espaciais;**(D) Melhorar a aptidão dos estudantes a nível da escrita, apresentação e discussão; melhorar as competências do trabalho em equipa.**(E) Motivar os estudantes a seguir uma carreira em Ciência, incluindo investigação (na Universidade, institutos de investigação e agências espaciais), ensino e comunicação de Ciência.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***(A) Provide students with knowledge on the formation and distribution of organic matter and life in the Universe;**(B) Provide students with fundamental concepts in order to have a career of success in the transdisciplinary area of Astrobiology and in areas related to Space;**(C) Show the most recent advances in Astrobiology and space missions;**(D) Improve students' aptitude for writing, presentation and discussion; improve teamwork skills.**(E) Motivate students to pursue a career in science, including research (in University, research institutes and space agencies), teaching, and communication of Science.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- *Perspetiva histórica da Astrobiologia.*
- *Escalas de tempo geológico (formação do sistema solar; Terra primitiva; primeiros organismos vivos; produção de oxigénio).*
- *Origem da vida e contribuição endógena (fontes hidrotermais; implicações para a origem da vida noutros planetas).*
- *Origem da vida e contribuição exógena (moléculas orgânicas em cometas/asteroides/meteoritos).*
- *Cometas, asteroides e meteoritos (definição; classes/grupos; missões espaciais; moléculas orgânicas terrestres versus extraterrestres).*
- *Evolução da vida (incluindo origem do código genético).*
- *Requisitos básicos para a habitabilidade.*
- *Vida em ambientes extremos (extremófilos; importância para missões espaciais).*
- *Análogos planetários como ferramentas de deteção de vida (viagens de campo e localização na Terra; tipos/classes).*
- *Missões espaciais de deteção de vida no sistema solar.*
- *Vida fora do sistema solar (exo-planetas).*

**4.4.5. Syllabus:**

- *Historical perspective of astrobiology.*
- *Geological time scales (solar system formation; early Earth; early living organisms; oxygen production).*
- *Origin of life and endogenous contribution (hydrothermal vents; implications for origin of life on other planets).*
- *Origin of life and exogenous contribution (organic molecules in comets / asteroids / meteorites).*
- *Comets, asteroids and meteorites (definition; classes / groups; space missions; organic molecules terrestrial versus extraterrestrial).*
- *Evolution of life (including origin of genetic code).*
- *Basic requirements for habitability.*
- *Life in extreme environments (extremophiles; importance for space missions).*
- *Planetary analogs as life detection tools (field trips and location on earth; types / classes).*
- *Life detection space missions in the solar system.*
- *Life outside the solar system (exo-planets).*

**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Atendendo aos objectivos de aprendizagem da UC de Astrobiologia, descritos acima, é possível constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos na alínea anterior, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objectivos.*

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

*In view of the learning objectives of the Course Unit of Astrobiology, described above, it is possible to verify that all points of the syllabus, described in the previous paragraph, aim to provide students with the knowledge and skills necessary for their fulfilment and the acquisition of objectives.*

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

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

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

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

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

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

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

*The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of demonstration classes and experimental work. This approach will make it possible to achieve the objectives, and will help level the knowledge of students with different backgrounds.*

#### 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Planets and Life: The Emerging Science of Astrobiology. . , Sullivan, W. T. III, Baross, J. , 2007, Cambridge Press; Astrobiology and the Possibility of Life on Earth and Elsewhere... , Cottin, H. et al., 2017, Space Science Reviews 209, 1-42. ; Earth as a Tool for Astrobiology—A European Perspective. , Martins, Z. et al. , 2017, Space Science Reviews 209, 43-81. ; Life in the Universe: A Beginner's Guide, Dartnell, L., 2007, Astrobiology. Oneworld Publications.; Handbook of Astrobiology, Editor: Kolb, 2019, V. CRC Press. ISBN 9781138065123 - CAT# K33392*

#### Mapa IV - Catálise para o Desenvolvimento Sustentável

##### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Catálise para o Desenvolvimento Sustentável*

##### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Catalysis for Sustainable Development*

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

*SEMAQ*

##### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

##### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*84.0*

##### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*24.5*

##### 4.4.1.6. ECTS:

*3.0*

##### 4.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

##### 4.4.1.7. Observations:

*<no answer>*

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

*ist129111, Luísa Margarida Dias Ribeiro de Sousa Martins, 100%*

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

*<sem resposta>*

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

*Transmitir aos alunos que, entre as várias áreas científicas interdisciplinares, a catálise é uma componente essencial na implementação dos conceitos de eficiência e inovação na indústria e, portanto, a síntese catalítica desempenha um papel central na produção escalável, económica e sustentável de produtos químicos.*

*Expor os alunos a inovações fundamentais no design e na função do catalisador, visando uma maior expansão da capacidade técnica.*

*Estudar exemplos de tópicos relevantes atuais em catálise.*

*Aplicar métricas e metodologias de análise de ciclo de vida e de gestão eficiente de recursos.*

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

*Convey to the students that among the various interdisciplinary scientific areas, catalysis is a core component in*

*implementing the concepts of efficiency and innovation into industry, and therefore catalytic synthesis plays a central role in the scalable, economical, and sustainable production of chemicals.*

*Expose the students to fundamental innovations in both catalyst design and function towards further expansion of technical capacity.*

*Draw examples from current relevant topics in catalysis.*

*Apply green metrics, lifecycle analysis and efficient resource management methodologies.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*A relação entre catálise e tecnologias sustentáveis como forma de resolver os problemas económicos, sociais e ambientais atuais é discutida e ilustrada através da análise de exemplos selecionados e relevantes.*

*São ministrados conceitos de design, preparação e caracterização de catalisadores, cinética e mecanismos reaccionais, desativação / regeneração, estimativa de parâmetros do processo e sua modelação e otimização.*

*A integração de diferentes áreas de catálise (homogénea, heterogénea e biocatálise) é também explorada.*

*É enfatizada a aplicação de métricas e análise de ciclo de vida em processos catalíticos, demonstrando a necessidade de considerar holisticamente os impactos sustentáveis de um processo.*

*Inclui um projeto em grupo no qual os alunos investigam um tópico específico com mais profundidade, combinando uma análise de cada cenário, o estado da arte e exemplos específicos para ajudar a entender necessidades, oportunidades, lacunas e desafios.*

#### 4.4.5. Syllabus:

*The relationship between catalysis and sustainable technologies as a means to addressing current economic, social, and environmental problems is discussed and illustrated via an analysis of selected and relevant examples.*

*Lectures address concepts in catalyst design, preparation and characterization, kinetics and mechanisms of reactions, deactivation/regeneration, estimation of process parameters and their modelling and optimization.*

*Integration of different fields of catalysis (homogeneous, heterogeneous and biocatalysis) is explored.*

*Application of green metrics and life cycle analysis to catalytic processes, demonstrating the need to holistically consider the sustainable impacts of a process, is emphasized.*

*Includes a group project in which students investigate a specific topic in greater depth by combining an analysis of each scenario, the state-of-the art, and specific examples to help a better understanding of needs, opportunities, gaps and challenges.*

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

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

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

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

#### 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*A avaliação de conhecimentos compreende dois elementos de avaliação: apresentação, em grupo, de um seminário e discussão (55 %) um exame (45 %).*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*Evaluation will include a seminar presentation (in group) with discussion (55 %), and a written exam (45 %).*

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

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

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

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

#### 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Horizons in Sustainable Industrial Chemistry and Catalysis , S. Albonetti S. Perathoner E. A. Quadrelli (Eds.), 2019, Vol. 178. 1st Ed., Elsevier;*

*Sustainable Catalysis: With Non-endangered Metals, Parts 1 and 2, Green Chemistry Series, Michael North, James H*

*Clark (Eds.), 2015, 6th Edition, RSC Publishers;*  
*Sustainable Synthesis of Pharmaceuticals: Using Transition Metal Complexes as Catalysts, Green Chemistry Series,*  
*M.M. Pereira, M.J.F. Calvete (Eds.), 2018, RSC Publishers*

#### 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:

*CEQ*

##### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

##### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*168.0*

##### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*49.0 (TP; PL)*

##### 4.4.1.6. ECTS:

*6.0*

##### 4.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

##### 4.4.1.7. Observations:

*<no answer>*

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

*ist12428, Maria Diná Ramos Afonso, 33.0 h*

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

*ist13181, Vítor Manuel Geraledes Fernandes, 16.0 h*

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

*Os princípios de operação e/ou fundamentos dos Processos de Separação por Membranas, Secagem e Adsorção são abordados com o objectivo final do Dimensionamento de Processos de Separação por Membranas (Ultrafiltração, Osmose Inversa/Nanofiltração, Pervaporação e Electrodialise), Secadores de Contacto, Secadores por Atomização e Colunas de Adsorção Industrial.*

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

*The operation principles and fundamentals of Membrane Separation Processes, Solids Drying and Adsorption are addressed with the ultimate goal of Designing Membrane Separation Processes (Ultrafiltration, Reverse Osmosis/Nanofiltration, Pervaporation and Electrodialysis), Contact Dryers, Spray Dryers, and Industrial Adsorption Columns.*

##### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*PROCESSOS DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANAS Membranas assimétricas, compósitas e dinâmicas. Módulos de fibras ocas, enrolados em espiral, tubulares e planos. Ultrafiltração: Permeabilidade hidráulica e MWCO. Resistência da membrana. Polarização da concentração. Modelos da camada limite, camada gel e pressão osmótica. Fouling. Diafiltração. Osmose Inversa: Modelo da solução-difusão. Recuperação de energia. Arranjos em cascata.*

**Pervaporação: Factores de separação e enriquecimento.**

**Electrodiálise: Membranas permutadoras de iões. Corrente limite.**

**SECAGEM DE SÓLIDOS Mecanismos de transporte de calor e massa. Tipos de secadores. Humidade do sólido, de equilíbrio, crítica e livre. Cartas psicométricas e temperatura de termómetro húmido. Velocidade e curvas de secagem. Design de Secadores de Contacto (des)contínuos. Secadores por Atomização. Transporte de calor e massa numa gota de água parada ou com velocidade terminal.**

**ADSORÇÃO INDUSTRIAL.**

#### 4.4.5. Syllabus:

**MEMBRANE SEPARATION PROCESSES Asymmetric, composite and dynamic membranes. Hollow fibers, spiral wound, tubular and plate membrane modules.**

**Ultrafiltration: Hydraulic permeability and MWCO. Membrane resistance. Concentration polarization and limiting flux. Boundary layer, gel layer and osmotic pressure models. Fouling. Diafiltration.**

**Reverse Osmosis: Solution-diffusion model. Energy recovery. Cascade arrangements.**

**Pervaporation: Solution-diffusion model. Separation and enrichment factors.**

**Electrodialysis: Ion exchange membranes. Concentration polarization and limiting current.**

**SOLIDS DRYING Heat and mass transfer mechanisms. Dryers types. Solid moisture, equilibrium moisture, critical moisture and free moisture. Psychometric charts and wet bulb temperature. Drying rate and drying curves. Design of batch and continuous Contact Dryers. Spray Dryers. Heat and mass transfer at a stagnant water drop or with terminal velocity.**

**INDUSTRIAL ADSORPTION.**

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

**Considerando os objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na área poderá concluir que os conteúdos programáticos, listados em 6.2.1.5, pretendem dotar os alunos com os conhecimentos e as competências necessárias ao cumprimento dos objetivos mencionados.**

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

**Considering the UC's learning objectives, described in 6.2.1.4, any expert in the area may conclude that the syllabus contents, listed in 6.2.1.5, aim to provide students with the competencies and the required knowledge and skills to fulfill the learning outcomes.**

#### 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

**Exame final (50%).**

**Dimensionamento de uma instalação de Osmose Inversa para dessalinização de água do mar utilizando o software ROSA da Dow (15%).**

**Simulação da Liofilização (secagem) de um sólido utilizando o ASPEN Plus 8 (15%).**

**Trabalhos laboratoriais de Ultrafiltração e Electrodiálise (20%).**

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

**Final exam (50%).**

**Design of a Reverse Osmosis plant for seawater desalination using Dow's ROSA software (15%).**

**Simulation of a solid Lyophilization (Drying) using ASPEN Plus 8 (15%).**

**Ultrafiltration and Electrodialysis laboratory works (20%).**

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

**A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através de aulas teórico-práticas intensivas e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com proveniências e formações distintas.**

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

**The teaching methodology, based on the transfer of theoretical and practical concepts through intensive theoretical-practical classes and experimental works, will fulfill the intended learning outcomes, and also aid to level the knowledge of students with distinct backgrounds and degrees.**

#### 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

**Basic Principles of Membrane Technology, Marcel Mulder, 1996, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.**

**Membrane Technology and Applications, Richard W. Baker, 2004, John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, England.**

**Engenharia de Processos de Separação, Edmundo Gomes de Azevedo, Ana Maria Alves, 2013, IST Press, Lisboa, Portugal.**



**Mapa IV - Ecotoxicologia e Avaliação de Risco****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*****Ecotoxicologia e Avaliação de Risco*****4.4.1.1. Title of curricular unit:*****Ecotoxicology and Environmental Risk Assessment*****4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****SEMAQ*****4.4.1.3. Duração:*****Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****168.0*****4.4.1.5. Horas de contacto:*****49.0*****4.4.1.6. ECTS:*****6.0*****4.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****4.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****ist90799 - João Alfredo Vieira Canário - 34h*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****ist11938 - Maria Matilde Soares Duarte Marques - 15h*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****No final deste unidade curricular os alunos deverão ser capazes de: (1) descrever fontes e efeitos de poluentes no meio ambiente (2) apresentar, explicar e prever mecanismos de efeitos adversos de um poluente (3) estimar o risco de efeitos adversos de um poluente em organismos baseado no conhecimento da sua toxicidade, degradabilidade e disponibilidade (4) descrever e perceber métodos mais utilizados em ecotoxicologia, a informação que cada um fornece e a sua aplicação a diversos problemas ambientais (5) perceber o conceito de análise de risco e o seu papel na gestão desse mesmo risco (6) perceber a diferença entre avaliação de risco e gestão do risco (7) perceber como se procede e avalia a incerteza numa avaliação de risco.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****On completion of the course, the student should be able to: (1) Describe sources and fates of chemicals in the environment (2) Present, explain and predict mechanisms for adverse effects of chemicals (3) Estimate the risk for adverse effects of a chemical on different biological organisation levels based on knowledge about the toxicity, degradability, and bioavailability of the chemical (4) Describe and understand the current ecotoxicology assessment methods, the information that each one can provide and also their application on different environmental problems (5) Develop a basic understanding of risk assessment and its role within the risk management process. (6) Differentiate between risk assessment and risk management. (7) Develop a basic understanding of how to conduct and evaluate an uncertainty analysis for a risk assessment.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****(1) Efeitos de poluentes na biosfera: biodegradabilidade, toxicidade e risco (2) substância ou poluente tóxico e não tóxicos (classificação das substâncias tóxicas, toxicidade e definições relacionadas, fatores que afetam a toxicidade de uma substância) (3) Avaliação de risco de um poluente (efeito tóxico, avaliação dos mecanismos de exposição-resposta, avaliação de exposição, caracterização de risco) (4) Métodos ecotoxicológicos (métodos de ecotoxicologia,***

*toxic-endpoints, bioensaios, determinação da ecotoxicidade, testes de exposição rápida e lenta, testes de comportamento) (5) Avaliação de risco ecológico (6) Avaliação de risco (medição da exposição, toxicologia e epidemiologia como formas de avaliar o risco em termos de efeitos) (7) Modelação de efeitos com a teoria “Dynamic Energy Budget” (DEB)*

#### 4.4.5. Syllabus:

*Effects of Pollutants on the Biosphere: Biodegradability, Toxicity, and Risks (2) Hazardous and Non-hazardous Substances or Pollutants (Classification of Hazardous Substances, Toxicity and Related Definitions, Factors That Affect the Toxicity of Chemical Substances) (3) Human Health Risk Assessment (Hazard Identification, Dose-Response Assessment, Exposure Assessment, Risk Characterization, Risk Management) (4) Ecotoxicology Methods (Methods of Ecotoxicology, Toxic Endpoints, Bioassays, Ecotoxicity Determination, Short-Time Toxicity Tests, Long-Term Toxicity Tests, Behaviour Tests) (5) Ecological Risk Assessment (6) Risk Assessment (Exposure measurement, toxicology, and epidemiology as ways to assess environmental risk in terms of effects) (7) Modelling effects with Dynamic Energy Budget (DEB) theory.*

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

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

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

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

#### 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*A avaliação continua contará até 60% para a classificação final. Esta avaliação será dividida em três componentes: aulas de laboratório (30%), apresentações orais de casos de estudo em ecotoxicologia durante as aulas TP (30%) e um exame final que contará 40% para a classificação final. Em cada componente da avaliação, os alunos terão de ter um mínimo de 9.5 valores (em 20) para aprovação.*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The continuous evaluation will account up to 60% of the final grading. This evaluation will be divided in three components: laboratory classes (30%), oral presentations and discussions of ecotoxicologic case studies during TP classes (30%) and a final exam which account of 40% of the final grading. In each component, the student should have a minimum of 9.5 (in 20) for approval.*

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

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

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

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

#### 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Principles of Ecotoxicology, C.H. Walker, R.M. Sibly, S.P. Hopkin, D.B. Peakall, 2012, CRC Press, 4th Edition; Ecological Risk Assessment, Glenn W. Suter II, 2016, CRC Press, 2nd Edition; Casarett & Doull's Essentials of Toxicology, C. Klaassen and J. B. Watkins III, 2016, McGraw Hill Professional*

### Mapa IV - Validação, Controlo de Qualidade e Acreditação

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Validação, Controlo de Qualidade e Acreditação*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Validation, Quality Control and Accreditation*

**4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:****SEMAQ****4.4.1.3. Duração:****Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****56.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist90799 - João Alfredo Vieira Canário - 56h****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****<sem resposta>****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****No final desta UC os alunos deverão ser capazes de:**

- **Reconhecer a importância da qualidade de um resultado analítico e que dele depende a decisão sobre determinado processo.**
- **Conhecer os passos necessários e metodologias para a validação de um método analítico.**
- **Reconhecer a acreditação como garantia de qualidade de um método e de um laboratório.**
- **Conhecer os passos necessários para a acreditação.**
- **Saber aplicar os conceitos anteriores a casos práticos.**

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):****By the end of the course, the students should be able to:**

- **Recognize the importance of the quality of an analytical result and its influence on the decision of a process;**
- **Identify the necessary steps and methodologies for the validation of an analytical method;**
- **Recognize the accreditation process as a quality assurance of an analytical method and competence of a test laboratory;**
- **Identify the steps required for accreditation;**
- **Apply the previous concepts to case studies.)**

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- **Importância da Qualidade de um método e de um resultado**
- **Sistema Português de Qualidade**
- **Validação de metodologias analíticas. Validação indireta: especificidade/selectividade; quantificação (curvas de calibração, etc); precisão (repetibilidade, reprodutibilidade, precisão intermédia, comparação da precisão entre métodos); exactidão/veracidade e robustez. Validação direta: materiais de referência certificados (MRCs); ensaios interlaboratoriais (EILs) e testes comparativos. Quantificação da incerteza em ensaios químicos.**
- **Controlo de qualidade de um processo analítico (qualidade na amostragem, no processamento e na análise de amostras).**
- **Importância da acreditação e a NP EN ISO/IEC 17025**
- **Acreditação vs. certificação - Metodologias e passos da acreditação (processo de acreditação, acreditação de laboratórios de ensaio, acreditação de laboratórios de calibração, acreditação segundo normas ISO, processos de auditoria, outra legislação aplicável)**

**- Exemplos práticos**

**4.4.5. Syllabus:**

- *Importance of the quality of a method and an analytical result;*
- *The Portuguese Quality System;*
- *Validation of analytical methodologies. Indirect validation: specificity / selectivity; quantification (calibration curves, analytical thresholds, etc); precision (repeatability, reproducibility, intermediate accuracy, precision comparison between methods); accuracy / veracity and robustness. Direct validation: certified reference materials; interlaboratory tests (EILs) and comparative tests. Estimated uncertainty in chemical tests;*
- *Quality control of an analytical process (quality in sampling, processing and analysis of samples);*
- *Importance of accreditation and NP EN ISO/IEC 17025;*
- *Accreditation vs. certification;*
- *Methodologies and accreditation steps (process, accreditation of test laboratories, accreditation of calibration laboratories, accreditation according to ISO standards, auditing processes, related legislation and other regulations;*
- *Practical examples*

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

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

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*A avaliação da UC será tanto quanto possível contínua. Esta avaliação será sobretudo virada para o desenvolvimento teórico e experimental de um protocolo de validação relativo a uma metodologia escolhida pelos alunos. Este protocolo será construído com base nas recomendações da IPAC e da Relacre e envolverá trabalho de laboratório, tratamento estatístico de resultados e elaboração de um documento final que será também apresentado e discutido oralmente.*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*Continuous evaluation will be the main grading strategy. This grading will also be based on the development of a validation protocol for a chose analytical methodology. This protocol will be based on the validation methodologies proposed by IPAC and Relacre and the necessary laboratory and statisticals steps will be presented by the students in a document and orally.*

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

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Handbook of Analytical Validation, Michael E. Swartz, Ira S. Krull, 2012, CRC Press; Guia Relacre 13 – Validação de métodos internos de ensaio em análise química. (versão pdf), \_\_\_\_\_, Actual, \_\_\_\_\_; IPAC, 2012. Procedimento para acreditação de Laboratórios - DRC005. :, ----, 2012, Instituto Português de Acreditação 2012 (versão pdf); IPAC, 2017. Laboratórios de águas, efluentes líquidos e amostras sólidas ambientais - Âmbito de acreditação - OEC021.:, ----, 2017, Instituto Português de Acreditação.(versão pdf); IPAC, 2016. Guia para a aplicação da NP EN ISO/IEC 17025 - OGC006., ----, 2016, Instituto Português de Acreditação. (versão pdf)*

**Mapa IV - Tecnologia de Materiais Poliméricos**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

## **Tecnologia de Materiais Poliméricos**

### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Technology of Polymeric Materials***

### **4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

***EPP***

### **4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

***49.0***

### **4.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

### **4.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

### **4.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***ist45873, Ana Clara Lopes Marques, 35 h***

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

***ist13787, Ines da Fonseca Pestana Ascenso Pires, 14 h***

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

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

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

***The student should learn the main manufacturing methods and processing technologies used for polymeric materials, understand the principles involved in the manufacture of polymeric products, establish the relationship between processing technologies and the properties of the obtained products. The student should be able to select the most suitable processing technique according to the material in question and the desired product characteristics, and to define the critical processing parameters. In addition, the student should learn how to use numerical simulation software for the injection molding process.***

### **4.4.5. Conteúdos programáticos:**

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

*compressão, por transferência e rotacional, e fabrico aditivo.*

**10. Identificação e análise de diferentes tecnologias de processamento tendo em consideração o tipo de componente polimérico a fabricar.**

#### 4.4.5. Syllabus:

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

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

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

#### 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

*O método de avaliação contempla:*

- 1) Questionários individuais de avaliação dos diversos tópicos do programa, ao longo do período lectivo, para monitorizar a aquisição de conhecimentos de forma contínua (50%);*
- 2) Projeto (trabalho de grupo), com apresentação escrita e apresentação oral, relativo a:*
  - processamento de um determinado polímero virgem ou reciclado, por extrusão, calandragem, e/ou impressão 3D incluindo o estudo dos parâmetros de processamento na qualidade do produto final*
  - simulação numérica de um processo de moldação por injeção desse mesmo polímero, usando o software Moldflow (50%).*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

*The evaluation method includes:*

- 1) Individual questionnaires to evaluate the various topics of the syllabus along the classes period, to continuously monitor the acquisition of knowledge by the students (50%);*
- 2) Project (group work), with written presentation and oral presentation, concerning:*
  - processing of a particular virgin or recycled polymer by extrusion, calendering, and/or 3D printing, including the study of the effect of processing parameters on the quality of the end product;*
  - numerical simulation of an injection molding process of the same polymer using the software Moldflow (50%).*

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

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

#### 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Material Science of Polymers for Engineers, Tim A. Osswald, Georg Menges, 2012, 3rd Edition. Hanser Publishers,*

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

#### Mapa IV - Projecto de Engenharia Química I

##### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Projecto de Engenharia Química I*

##### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Chemical Engineering Project I*

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

*EPP*

##### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

##### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*168*

##### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*70*

##### 4.4.1.6. ECTS:

*6.0*

##### 4.4.1.7. Observações:

*Aprendizagem baseada em projeto (Project based learning)*

##### 4.4.1.7. Observations:

*Aprendizagem baseada em projeto (Project based learning)*

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

*MARIA DE FÁTIMA GRILO DA COSTA MONTEMOR (ist23859)*

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

*Carlos Manuel Faria de Barros Henriques (ist12178)*

*Vítor Manuel Gerales Fernandes (ist13181)*

*Sebastião Silva Alves (ist12034)*

*Maria Cristina De Carvalho Silva Fernandes (ist12192)*

*Maria de Lurdes Dos Santos Serrano (ist11665)*

*Moisés Luzia Gonçalves Pinto (ist416959)*

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

*Fornecer aos alunos uma visão aprofundada das actividades do projecto que precedem a implementação de uma nova unidade fabril.*

*Conferir competências nas diferentes fases que são requeridas para a implementação de uma nova Unidade Fabril*

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

*To provide students with an in-depth view of the project activities preceding the implementation of a new plant.*

*To confer skills in the different phases that are required for the implementation of a new Chemical Plant*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:****Conteúdo teórico**

**Análise de mercado e seleção da capacidade da unidade fabril e selecção da sua localização. Pesquisa bibliográfica com comparação crítica de tecnologias de fabrico. Licenciamento e transferência de tecnologia na Indústria Química. Informação contida nas patentes e elaboração do diagrama do processo.**

**Fases de um Projecto, Folhas de especificação, Layout da instalação fabril. Troubleshooting em instalações Industriais,**

**Noções Elementares de Direito. Ética; Deontologia e responsabilidade na Engenharia Química.**

**Atitude, desempenho e eficácia na actividade do Engenheiro Químico.**

**Conteúdo Prático**

**Elaboração de Ante-projecto de Instalação Industrial incluindo:**

**Análise de Mercado**

**Pesquisa bibliográfica sobre Processos de Fabrico**

**Seleccção do Processo**

**Localização de Instalação**

**Logística de Aprovisionamento e Distribuição de Matérias Primas e Produtos**

**Decisão fundamentada sobre a capacidade a instalar**

**Descrição detalhada do processo e balanços**

**Diagramas preliminares**

**4.4.5. Syllabus:**

**Market analysis and selection of the plant capacity and selection of its location. Bibliographical research with critical comparison of manufacturing technologies. Licensing and technology transfer in the chemical industry.**

**Information contained in patents and elaboration of the process diagram.**

**Stages of a Project, Specification Sheets, Plant Layout. Troubleshooting in industrial facilities,**

**Elementary notions of law. Ethics; Deontology and Responsibility in Chemical Engineering.**

**Attitude, performance and effectiveness in the activity of Chemical Engineer.**

**Practical Content**

**Preparation of Industrial Installation Preliminary Project including:**

**Market Analysis**

**Bibliographical Research on Manufacturing Processes**

**Process Selection**

**Installation Location**

**Logistics of Supply and Distribution of Raw Materials and Products**

**Reasoned decision on the capacity to be installed**

**Detailed process description and balance sheets**

**Preliminary diagrams**

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

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

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

**The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of demonstration classes and experimental work. This approach will not only meet the objectives but will also help to harmonize the knowledge of students with different backgrounds and training.**

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

**O Projecto, realizado por um grupo de 4 alunos, inclui Análise de Mercado, fixação da capacidade da fábrica, selecção da tecnologia de fabrico e localização da unidade.**

**A nota final de cada aluno pondera 2 componentes:**

**1) Nota atribuída pelo Professor Orientador - 60% relativa a avaliação contínua de cada elemento do grupo, considerando:**

- **Aplicação de conceitos leccionados na disciplina e de outros indispensáveis à realização do projecto;**
- **Iniciativa e proactividade na resolução de problemas;**
- **Contribuição para o trabalho do grupo**
- **Capacidade analítica e de síntese**
- **Apresentação e discussão do relatório.**

**2) Nota atribuída pelo Professor responsável da disciplina (ou outro docente da cadeira com quem esta responsabilidade seja partilhada) - 40%.**

**considerando:**



- **Apresentação do relatório focada nos aspectos relevantes do projeto**
- **Desempenho na discussão individual**
- **Qualidade do relatório apresentado, por comparação com os relatórios dos restantes grupos.**

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*PEQ I focuses on the development of a project of chemical industry.*

*Work is conducted by a group of 4 students and includes Market Analysis, fixation of capacity, selection of production technology and choice of the location.*

*The final score for each student will depend on two components:*

*1) Score assigned by Professor Advisor - 60% of the final grade.*

*Continuous evaluation of each group member considering:*

- *Effective application of new concepts and others essential to carry out this project;*
- *Initiative and problem solving;*
- *Contribution to the group work;*
- *Analytical and synthesis skills*
- *Report Quality;*
- *Presentation and discussion of the report*

*2) Score assigned by the Head of the discipline (or other Professor with whom this responsibility is shared) - 40% of the final grade.*

*This classification considers:*

- *Presentation of the report;*
- *Performance in the individual discussion;*
- *Quality of the report.*

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

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

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

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

#### 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Plant design and Economics for Chemical Engineers , M.S. Peters and K.D Timmerhaus, 2004, 5ª Ed. Ed Mc. Graw-Hill ;  
The Chemical Plant - From Process Selection to Commercial Operation, R. Landau and A.S. Cohan, -, Reinhold  
Pub.Corp. N.Y.; Chemical Engineer Handbook, Perry & Chilton, -, Ed. Mc.Graw-Hill N.Y.*

### Mapa IV - Prevenção e Tratamento de Efluentes

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Prevenção e Tratamento de Efluentes*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Effluents Prevention and Treatment*

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

*EPP*

#### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral*

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*168.0*

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*49.0*

**4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist12351, Maria Joana Castelo-Branco de Assis Teixeira Neiva Correia (18h)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist12534, Helena Maria Rodrigues Vasconcelos Pinheiro, 14h;****ist11861, Fernanda Maria Ramos da Cruz Margarido, 14h****ist12192, Maria Cristina Carvalho da Silva Fernandes, 3h****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

***Esta unidade curricular proporciona uma introdução à aplicação de competências básicas de engenharia química e biológica na protecção do ambiente. Pretende-se, no final, que os alunos tenham a capacidade de: 1) compreender a importância da atenção à conservação de recursos naturais na sua actividade profissional; 2) reconhecer os métodos e respectivos resultados, disponíveis para a identificação e quantificação da poluição em ambientes naturais, gasosos, líquidos e sólidos, e para a quantificação de emissões poluentes; 3) aplicar metodologias para prevenção de efluentes; 4) avaliar, seleccionar e combinar as principais tecnologias disponíveis e intercepção de emissões poluentes para a atmosfera e para o meio hídrico receptor, e para a gestão, tratamento e valorização de resíduos; 5) encontrar fontes de informação para a actualização continuada destes conhecimentos no âmbito da evolução do conhecimento científico.***

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

***This course provides an introduction to the application of basic chemical and biological engineering skills in environmental protection. In the end, the students should have the ability to: 1) understand the importance of conservation of natural resources in their professional activity; 2) recognize the methods and their results, available for the identification and quantification of pollution in natural, gaseous, liquid and solid environments, and for the quantification of pollutant emissions; 3) apply effluent prevention methodologies; 4) evaluate, select and combine the main available technologies for waste management, treatment and recovery of different pollutants; 5) find sources of information for the continuous updating of this knowledge in the context of the evolution of scientific knowledge.***

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

***Qualidade do ar e poluição atmosférica. Origens, propriedades e efeitos dos principais poluentes atmosféricos.***

***Qualidade do Ar Interior. Estratégias para minimização das emissões de poluentes atmosféricos. Sistemas de tratamento para poluentes particulados e poluentes gasosos.***

***Minimização do consumo de águas e produção de efluentes utilizando metodologias de reutilização e reciclagem de efluentes.***

***Gestão e qualidade da água. Origens, características e estratégias de tratamento de águas residuais. Tratamentos preliminar e primário, secundário e terciário; tratamento de lamas; tratamentos em lagoas e em solos e zonas húmidas construídas.***

***Gestão sustentável de resíduos: redução, reutilização e valorização de resíduos sólidos; Pré-tratamento mecânico, físico-químico e biológico. Exemplos práticos.***

***Valorização material: Recuperação e reciclagem de materiais; métodos de fragmentação e separação de materiais.***

**4.4.5. Syllabus:**

***Air quality and air pollution. Origins, properties and effects of major air pollutants. Indoor air quality. Strategies for minimizing emissions of air pollutants. Control equipment for particulate pollutants and gaseous pollutants.***

***Water consumption and effluents production minimisation using wastewater reuse and recycling methodologies.***

***Water management and quality. Origins, characteristics and strategies of wastewater treatment. Preliminary and primary, secondary and tertiary treatments; sludge treatment; ponds, soils and wetlands treatments.***

***Wastes sustainable management: reduction, reuse and recovery of solid waste; mechanical, physical-chemical and biological pretreatment. Practical examples.***

***Materials valorisation: materials recovery and recycling ; methods of fragmentation and separation of materials.***

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

***Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá***

**constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

**As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa e trabalho autónomo. A avaliação prevista envolve um teste final individual (50%) e avaliação contínua (50%): fichas/quizzes individuais- 15 %; resoução autonoma de exercicios/casos estudo em grupos de 2-3 elementos incluindo uma apresentação oral 35%.**

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

**The teaching methodologies intend to promote problem based learning and projects, reinforcing the practical component, active learning and autonomous work. The planned evaluation is: test (50%) and continuous evaluation (50%) including individual mini-tests/quizzes (15%); exercises/projects in groups of 2 or 3 students including one oral presentation (35%).**

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

**A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos com aulas práticas de problemas/projeto. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.**

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

**The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts with problems/project classes that will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.**

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

**Air Pollution Control Engineering, Noel de Nevers, 2017, 3ª ed., Ed. by Waveland Press, Inc., ISBN 978-1478629054.; Introduction to Environmental Engineering: , M. L. Davis, D. A. Cornwell, 2013, 5 ed, McGraw-Hill; Wastewater Engineering : Treatment and Resource Recovery, Metcalf & Eddy, Inc., G. Tchobanoglous, F. L. Burton, H. D. Stensel, R. Tsuchihashi, 2014, 5 ed, 2014. McGraw-Hill; Solid Waste Technology & Management, Thomas H. Christensen (Editor), 2011, Wiley; Process Integration and Intensification:, Jirí Jaromír Klemeš, Petar Sabev Varbanov, Sharifah Rafidah Wan Alwi, Zainud J. J. Klemeš, P. S. Varbanov, S. R. Wan Wan Alwi and Z. A. Manan, Series: De Gruyter Textbook, 2014,**

**Mapa IV - Processos Catalíticos Sustentáveis**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Processos Catalíticos Sustentáveis**

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

**Sustainable Catalytic Processes**

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

**CEQ**

**4.4.1.3. Duração:**

**Semestral**

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

**168.0**

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

*Carlos Manuel Faria de Barros Henriques (IST 12178) 25 horas*

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

*José Manuel Félix Madeira Lopes (IST 12544) 24 horas*

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

*Esta UC tem como objetivo ilustrar processos catalíticos heterogêneos sustentáveis, envolvidos na proteção do meio ambiente, na produção de energia e na produção de polímeros.*

*A palavra "sustentável" implica processos intensificados, com uma utilização otimizada de matérias-primas, principalmente renováveis, redução do consumo de energia e impacto ambiental minimizado.*

*Através da apresentação de case-studies actuais e de relevância industrial, serão discutidos aspectos relativos à preparação e caracterização de catalisadores (materiais microporosos e mesoporosos), otimização da selectividade e desactivação.*

*Será dada ênfase a metodologias alternativas envolvidas na electrocatálise, tais como processos heterogêneos assistidos por microondas e por plasma DBD.*

*Considerando o objectivo deste curso e o fato de não existirem livros de texto que abranjam toda esta matéria, as aulas serão co-baseadas em textos próprios e artigos de revistas científicas.*

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

*This course aims at illustrating sustainable heterogeneous catalytic processes involved in environment protection, energy production and polymers production*

*The word "sustainable" implies intensified processes with an improved exploitation of raw materials, wider use of renewable feedstocks, reduction of energy consumption and minimized environmental impact.*

*By the use of current case studies of industrial relevance, aspects related with catalysts preparation (microporous and mesoporous materials) and characterization, selectivity optimization and deactivation are discussed.*

*Emphasis will be given to alternative methodologies involved in electrocatalysis, as microwave- and DBD plasma-assisted heterogeneous processes.*

*Considering the objective of this course and the fact that no textbooks covering all this area are actually available, lectures will be also based on own texts and scientific journal articles.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Serão abordados os seguintes aspectos:*

- *Caracterização de centros activos em catalisadores heterogêneos através de técnicas in situ e operando*
- *Transformações catalíticas heterogêneas, utilizando metodologias não convencionais: catálise através da aplicação de campos de micro-ondas e plasma-catálise*
- *Catálise ambiental e catálise para a produção de energia sustentável*
- *Modificação/Otimização da selectividade em catalisadores heterogêneos*
- *Desativação de catalisadores heterogêneos*

*que serão demonstrados para materiais catalíticos actuais e processos sustentáveis de relevância industrial, tais como:*

- *Utilização de catalisadores micro e mesoporosos, incluindo zeólitos hierárquicos e sílicas mesoporosas*
- *Redução dos NOx*
- *Reforming do Gás Natural*
- *Conversão do Metanol: gasolina, olefinas, DME*
- *Conversão SYNGAS*
- *Electrocatalise*
- *Conversão do CO2 (Metanação; produção de MeOH/DME)*

- **Conversão catalítica da biomassa em biocombustíveis (Biorefinarias)**
- **Polimerização heterogénea**

#### 4.4.5. Syllabus:

*The following aspects will be addressed:*

- **Characterization of active centers in heterogeneous catalysts: in situ and operando methodologies.**
- **Heterogeneous catalytic transformations, using unconventional methodologies: catalysis through the application of microwave fields and DBD plasma-catalysis**
- **Environmental catalysis and catalysis for the production of sustainable energy**
- **Modification/optimization of selectivity in heterogeneous catalysts**
- **Deactivation of heterogeneous catalysts**

*that will be demonstrated for current catalytic materials and sustainable processes of industrial relevance, such as:*

- **NOx reduction**
- **Natural Gas Reforming**
- **Methanol conversion: gasoline, olefins, DME**
- **Use of micro and mesoporous catalysts, including hierarchical zeolites and mesoporous silicas**
- **SYNGAS conversion**
- **Electrocatalysis**
- **CO2 Conversion (Methanation; MeOH / DME production)**
- **Catalytic conversion of biomass into biofuels (Biorefineries)**
- **Polymerization with heterogeneous catalysts**

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

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

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

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

#### 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*A avaliação da UC PCS será constituída por dois item:*

- *um exame final, que terá um peso de 50% na nota final*
- *um conjunto de trabalhos elaborados em grupos de 2-3 alunos, que serão apresentados e discutidos publicamente e que terão um peso de 50% na nota final.*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The UC PCS assessment will consist of two items:*

- *a final exam, which will have a weight of 50% in the final grade*
- *a set of works prepared in groups of 2-3 students, which will be presented and discussed publicly and which will have a weight of 50% in the final grade.*

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

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

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

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

#### 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Catalysis for Renewables: From Feedstock to Energy Production , Gabriele Centi, Rutger A van Santen (Eds.), 2007, Wiley-VCH;*  
*The Fundamentals of Process Intensification , Andrzej Stankiewicz, Tom Van Gerven, Georgios Stefanidis , 2019, Wiley-VCH;*

***Novel Concepts in Catalysis and Chemical Reactors. Improving the Efficiency for the Future , Andrzej Cybulski, Jacob A. Moulijn, Andrzej Stankiewicz, (Eds.) , 2010, Wiley-VCH***

#### **Mapa IV - Tópicos de Indústria Química**

##### **4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Tópicos de Indústria Química***

##### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Topics of Chemical Industry***

##### **4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

***EPP***

##### **4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

##### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***84.0***

##### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

***35***

##### **4.4.1.6. ECTS:**

***3.0***

##### **4.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

##### **4.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***Henrique Aníbal Santos de Matos (ist12553), 5 h***

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

***Serão convidados especialistas da indústria para proferir Seminários nas outras 30 h.***

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

***Evidenciar conceitos críticos ao desenvolvimento de projetos de indústrias químicas  
Analisar casos de estudo encontrados na indústria química e as abordagens necessárias à sua resolução  
Evidenciar as atividades desempenhadas pelos engenheiros químicos em ambiente industrial***

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

***To introduce concepts that are useful or essential to the design of chemical industries and industrial practice.***

##### **4.4.5. Conteúdos programáticos:**

***Seminários por convidados da indústria química, complementadas por aulas teóricas, abordando, nomeadamente:***

- Etapas críticas num projeto industrial***
- Elaboração de diagramas, em particular PI, e conceitos de segurança associados.***
- Metodologias para estimar os custos de produção de unidades fabris e análise de rentabilidade.***
- Revamping de instalações industriais***
- Scale-up, scale-down***
- Segurança, gestão de efluentes, ambiente e regulação de emissões***
- Negociação industrial***

**4.4.5. Syllabus:**

*Lectures by invited personalities from industry, complemented by theoretical lectures, featuring, namely:*

- *Market research*
- *Stages in an industrial project*
- *Diagrams, PI in particular, and its relationship with safety.*
- *Detailed production cost calculation and profitability analysis.*
- *Revamping*
- *Scale-up and scale-down*
- *Industrial negotiation*

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

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

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*A UC é avaliada por um trabalho desenvolvido ao longo do semestre, apresentado em seminário, e sua discussão. Sempre que possível serão convidados peritos da indústria.*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*Written report developing one of the above topics*

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

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Diversificada e específica dos setores a abordar, dependendo do tipo de Seminários a efetuar no ano de edição.*

**Mapa IV - Segurança e Utilidades Industriais****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Segurança e Utilidades Industriais*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Safety and Industrial Utilities*

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

*EPP*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

*ist12351, Maria Joana Castelo Branco de Assis Teixeira Neiva Correia, 13h*

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

*ist12178, Carlos Manuel Faria de Barros Henriques , 7h,  
ist12192, Maria Cristina Carvalho da Silva Fernandes, 4h,  
ist12605, Maria Tereza Angelino Reis, 23 h  
ist416959, Moisés Luzia Gonçalves Pinto, 2h,*

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

*O objectivo desta unidade curricular é fornecer aos alunos conhecimentos e competências nas áreas de: 1) produção e distribuição dos principais sistemas de utilidades industriais (combustíveis; água de processo; utilidades quentes: vapor e outros fluidos térmicos; utilidades frias: águas de arrefecimento e sistemas de refrigeração; sistemas de gases inertes e combate a incêndios; sistemas de ventilação e ar condicionado); 2) segurança no projecto e operação de processos da indústria química e metodologias de análise de risco e prevenção de acidentes; 3) Simulador Aspen aplicado ao projecto de sistemas de segurança e utilidades.*

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

*The objective of this course is to provide the students with knowledge and skills in the areas:*

- 1) production and distribution of the main industrial utility systems (fuels; process water; hot utilities: steam and other thermal fluids; cold utilities: cooling water and refrigeration systems; inert gas and firefighting systems; ventilation and air conditioning systems);*
- 2) safety in the design and operation of chemical industrial processes and risk analysis and accident prevention methodologies;*
- 3) Aspen simulator applied to the design of utility and safety systems.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Utilidades industriais : combustão; sistemas de tiragem; caracterização e tratamento de águas; produção, distribuição e utilização de vapor e outros fluidos térmicos; torres de arrefecimento e produção de frio; sistemas de gases inertes e combate a incêndios; ventilação e condicionamento de ar.*

*Segurança e Avaliação de Riscos Industriais .Riscos associados a produtos químicos (inflamabilidade, explosividade e toxicidade). Segurança intrínseca/inerente. Equipamentos auxiliares de segurança industrial (válvulas de alívio de pressão, discos de ruptura, confinamento). Modelos de avaliação de risco (FMEA, HAZOP).*

*Laboratórios:*

*Simulador ASPEN: projecto de fornalhas. Caldeiras de produção de água quente, vapor saturado, vapor sobreaquecido.*

*Unidades de tratamento de águas. Torres de arrefecimento. Equipamento de segurança industrial (válvulas de alívio de pressão, flares..)*

*Trabalhos laboratoriais: torre de arrefecimento e máquina de refrigeração/bomba de calor.*

4.4.5. Syllabus:



**Industrial utilities: fuels and combustion, natural (stacks) and forced (fans) draught systems, water characterization and treatment, production, distribution and use of steam and other thermal fluids, cooling towers, refrigeration, inert gas and firefighting systems, heating, ventilation and air conditioning.**

**Safety and industrial risk assessment. Risks associated with chemical products (fire, explosion, toxicity). Inherent safety. Auxiliary industrial safety equipment (pressure relief valves, rupture discs, confinement). Risk assessment models (FMEA, HAZOP).**

**Laboratories:**

**ASPEN Simulator: furnace design. Boilers for the production of hot water, saturated steam, superheated steam. Water treatment units. Cooling towers. Industrial safety equipment (pressure relief valves, flares ..)**

**Laboratory work: cooling tower and refrigeration machines / heat pump.**

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

**As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa e trabalho autónomo. A avaliação prevista envolve um teste individual- 50% e avaliação contínua (50%) incluindo: fichas/quizzes individuais (10 %); Tarefas de resolução autónoma de exemplos/projecto em grupo de 2-3 elementos com ou sem recurso ao software Aspen, incluindo uma apresentação oral (30%); relatórios (10%);**

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

**The teaching methodologies intend to promote problem based learning and projects, reinforcing the practical component, active learning and autonomous work. The planned evaluation includes: individual final test- 50% and continuous evaluation- 50% with individual mini-tests /quizzes- 10 %; autonomous exercises/project team work (2 or 3 students) with or without the use of Aspen, including one oral presentation-30%; laboratory reports- 10%.**

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

**Industrial water treatment process technology, Parimal Pal, 2017, Elsevier ; Process Utility Systems, Introduction to design, operation and maintenance, J. Broughton (Editor), 1994, Ed. by the Institution of Chemical Engineers. ; Handbook of Heating, Ventilation and Air Conditioning for Design and Implementation, Ali Vedavarz, Sunil Kumar, Muhammed Hussain, , 2007, Industrial press inc.; Chemical Process Safety, Daniel A. Crowl , Joseph F. Louvar, 2011, Prentice Hall; Guidelines for Process Hazards Analysis (PHA, HAZOP), Nigel Hyatt - Hazards Identification, and Risk Analysis, Actual, Dyadem**

#### **Mapa IV - Controlo de Processos**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Controlo de Processos**

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

**Process Control**

**4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:****CEQ****4.4.1.3. Duração:****Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****49.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist12119, Maria Amélia Nortadas Duarte de Almeida Lemos (40%)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist12081, Francisco Manuel da Silva Lemos (40%)****ist12391, Maria do Rosário Gomes Ribeiro (20%)****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

**Desenvolver uma sólida preparação fundamental na análise, caracterização e controlo de sistemas que atuam em regime dinâmico. Aprender a analisar e desenhar cadeias de controlo, abrangendo os seus vários componentes, sensores, atuadores e controladores. Adquirir conhecimentos básicos para diagramas de instrumentação (P & ID). Desenvolver uma forte componente de modelação de sistemas dinâmicos. No final do curso, os alunos devem ser capazes de analisar sistemas dinâmicos, projetar e ajustar uma cadeia de controlo para um equipamento de processo.**

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

**Endow the students with a solid fundamental preparation on analysis, characterization and control of systems working in a dynamic regime, including the analysis and design of control loops covering their various components, sensor, actuators and controllers. It is also intended to supply basic knowledge for Pipe and Instrumentation Drawings (P&ID). On all topics a strong emphasis is put on all aspects involving modelling of dynamic systems. At the end of the course the students should be able to analyse dynamic systems and design and tune a control loop for process equipment.**

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

**Dinâmica de sistemas - revisão. Controlo: análise e design de controladores. Relevância e importância do controlo. Estratégias de controlo. Elementos de uma cadeia de controlo e importância e papel de cada elemento. Controlador de realimentação P, PI e PID. Desenho e afinação de controladores. Análise da estabilidade de um sistema; critérios de estabilidade.**

**Perturbações periódicas. Metodologias de resposta à frequência para identificação de sistemas e análise de estabilidade e robustez. Uso de diagramas de Bode e Nyquist. Aplicação dos critérios de estabilidade de Bode e Nyquist.**

**Tópicos sobre controlo avançado: cascata; adaptativo; antecipativo.**

**Breve introdução à instrumentação. Tecnologias e princípios básicos para diagramas de P&ID. Cadeias típicas de controlo. Principais variáveis de processo e sensores correspondentes. Principais tipos de atuadores. A válvula de controlo. Instrumentação adicional - a segurança na definição de instrumentação do processo.**

**4.4.5. Syllabus:**

**System Dynamics - revision of concepts. Control and controllers analysis and design. Relevance and importance of control. Control strategies. Elements of a control loop and importance and role of each element. Analysis of the**

*feedback controller with P, PI and PID actions. Design and tuning of controllers by various techniques. Analysis of system stability; stability criteria.*

*Periodic disturbances. Frequency response methodologies for the identification of dynamic systems and for stability and robustness analysis. Use of Bode and Nyquist diagrams. Application of Bode and Nyquist stability criteria.*

*Topics on advanced process control: cascade; adaptative; feedforward.*

*Instrumentation: Brief introduction to instrumentation. Technologies and basic principles for P&ID drawings. Typical control loops. Main process variables and corresponding sensors. Main types of actuators. The control valve.*

*Instrumentation beyond the control loops - safety issues in defining process instrumentation.*

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

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

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Avaliação laboratorial - 25%*

*Trabalho escrito sobre o projeto desenvolvido durante o periodo - 25%*

*Desenvolvimento prático de um sistema de controlo para um equipamento de processo arbitrário - 50%*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*Laboratory evaluation - 25%*

*A written report on the project developed during the period - 25%*

*Practical development of a control system for a given arbitrary process equipment - 50%*

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

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Process Dynamics and Control, D.E. Seborg, T.F. Edgar, D.A. Mellichamp, F.J. Doyle, 2017, 4th Ed., Wiley.; Chemical and Bio-Process Control, J.B. Riggs, M.N. Karim, 2008, 3rd Ed., Pearson International*

**Mapa IV - Optimização de Processos**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Optimização de Processos*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Process Optimisation*

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

*EPP*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

*Henrique Aníbal Santos de Matos (ist12553), 24.5 h*

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

*Um TA a contratar pelo DEQ , 24.5 h*

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

*Os alunos deverão no final da UC ter a capacidade de fazer a Análise de um Processo multi-modular e seleccionar as variáveis de projecto que satisfazem os graus de liberdade. Os alunos deverão conseguir escrever um modelo de programação matemática de sistemas não lineares numa linguagem de interface com os solvers existentes (Ex: GAMS). O modelo deve incluir as restrições e a função objectivo. Sobre o Problema de Optimização completo deverão saber que tipo de método devem aplicar. Pretende-se que seja efectuada uma análise dos resultados e uma eventual análise de sensibilidade a parâmetros económicos.*

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

*At the end of the course, students should be able to analyze a multi-modular process and select the design variables that satisfy the degrees of freedom. Students should be able to write a mathematical programming model for non-linear systems in an interface language with existing solvers (Ex: GAMS). The model must include the constraints and the objective function. About the complete Optimization Problem you should know what kind of method you should apply. It is intended that an analysis of the results and an eventual analysis of sensitivity to economic parameters be carried out.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*1. Revisão dos conceitos básicos de Optimização; 2. Análise de Processos.Graus de liberdade e variáveis de projeto; 3. Programação não-linear. Optimização de funções com e sem restrições. Método de Newton e derivados. Condições de Karush-Kuhn-Tucker (KKT) de 1ª e 2ª ordem Sistemas não lineares;5. Identificação e classificação de pontos de estacionaridade para problemas de otimização com e sem restrições. Inicialização em problemas não-convexos; 6. Programação não-linear inteira mista. A subclasse de problemas MINLP com restrições bilineares; Relaxações LP e MILP; Algoritmos de otimização global; 7. Aplicações para obtenção de solução ótima a diferentes sistemas e processos (Exemplos : i) Gestão sustentável de energia na indústria - estratégia sequencial para obtenção da rede ótima de permutadores de calor ii) Redes de utilização de água e tratamento de efluentes).*

4.4.5. Syllabus:

*1. Review of the basic concepts of Optimization; 2. Process Analysis. Degrees of freedom and design variables; 3. Nonlinear programming. Optimization of functions with and without restrictions. Newton's method and derivatives. 1st and 2nd order Karush-Kuhn-Tucker (KKT) conditions Non-linear systems; 5. Identification and classification of stationarity points for optimization problems with and without restrictions. Startup in non-convex problems; 6. Mixed integer nonlinear programming. The subclass of MINLP problems with bilinear restrictions; LP and MILP relaxations; Global optimization algorithms; 7. Applications for obtaining an optimal solution for different systems and processes (Examples: i) Sustainable energy management in industry - sequential strategy for obtaining the optimal network of heat exchangers ii) Networks for the use of water and wastewater treatment).*

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

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

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*1) Execução de 3 trabalhos de casa (em grupos de 2 alunos) com avaliação aleatória de um trabalho. 2) Realização de 2 mini-testes individuais. 3) Realização de um teste final. Nota final = 0.3 \* Nota do TdC + 0.3 \* Média das nota dos 2 Mini-testes + 0.4 \* Nota do Teste Final.*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*1) Execution of 3 homework assignments (in groups of 2 students) with random evaluation of a work. 2) Conducting 2 individual mini-tests. 3) Conducting a final test. Final grade = 0.3 \* TdC grade + 0.3 \* Average grade of the 2 mini-tests + 0.4 \* Final test grade.*

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

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Optimization of Chemical Process, Edgar, T.F.; Himmelblau, D.M.; Lasdon, L.S., 2001, McGraw-Hill; Introduction to Software for Chemical Engineers, Martin, M.M., 2015, CRC Press; Nonlinear Optimizations Applications using the GAMS technology, Andrei, N., 2013, Springer; Nonlinear and Mixed-Integer Optimization- Fundamentals and Applications, Floudas, C. A., 1995, Oxford University Press; Nonlinear Programming: Concepts, Algorithms, and Applications to Chemical Processes, Lorenz T. Biegler, 2010, SIAM; Systematic Methods of Chemical Process Design, Lorenz T. Biegler, Ignacio E. Grossmann, Arthur W. Westerberg, 1999, Prentice Hall PTR, New Jersey, USA*

**Mapa IV - Produção de Polímeros****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Produção de Polímeros*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Polymer Production*

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

*EPP*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*84.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*24.5*

**4.4.1.6. ECTS:**

*3.0*

**4.4.1.7. Observações:**

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

*ist416959, Moisés Luzia Gonçalves Pinto (1.8 horas por semana)*

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

<sem resposta>

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

*Os alunos deverão ser capazes de:*

- *Compreender as dificuldades e desafios da produção de cada tipo de polímeros à escala industrial.*
- *Conhecer as diferentes estratégias para a produção de polímeros e selecioná-las para cada caso.*
- *Avaliar a adequação de processos para a produção de polímeros com determinadas especificações e características. Propor melhorias aos processos.*

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

*Students shall be able to:*

- *Understand the difficulties and challenges of the production of each type of polymers at industrial scale.*
- *Know the different strategies for the production of polymers and select them for each case.*
- *Evaluate the suitability of processes for the production of polymers with certain specifications and characteristics. To propose process improvements.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Tecnologias para produção de polímeros com diferentes tipos de polimerização.*
2. *Processos de polimerização em solução.*
3. *Processos a alta pressão e temperatura.*
4. *Produção de copolímeros.*
5. *Produção de polímeros reativos e pré-polímeros.*
6. *Processo de separação (separação de solventes; recuperação de monómeros).*
7. *Exemplos de processos de produção e equipamentos.*
8. *Introdução à simulação de processos de produção de polímeros.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Technologies to produce polymers with different types of polymerization reactions.*
2. *Polymerization processes in solution.*
3. *High pressure and temperature processes.*
4. *Copolymer production.*
5. *Production of reactive polymers and prepolymers.*
6. *Separation process (solvent separation; monomer recovery).*
7. *Examples of production processes and equipment.*
8. *Introduction to the simulation of polymer production processes.*

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Teste final individual (35%).*

*Avaliação contínua (65%): fichas/quizzes individuais (15 %); miniprojecto sobre um processo de produção em grupos de 3 a 4 alunos (30%); Apresentação oral do miniprojecto (20%)*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):*****Final test (35%)******Continuous evaluation (65%): individual small tests/quizzes (15%); small projects about a production process with groups of 3 to 4 students (30%); oral presentation (20 %)*****4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*****A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*****4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:*****The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*****4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:*****Encyclopedia of Science and Technology, Herman F. Mark (Ed.), 2014, 4th edition, Wiley; Reactive Polymers Fundamentals and Applications: A Concise Guide to Industrial Polymers, Johannes Fink, 25013, Elsevier*****Mapa IV - Síntese Orgânica em Escala Industrial****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*****Síntese Orgânica em Escala Industrial*****4.4.1.1. Title of curricular unit:*****Organic Synthesis at Industrial Scale*****4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****SEMAQ*****4.4.1.3. Duração:*****Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****168.0*****4.4.1.5. Horas de contacto:*****49.0*****4.4.1.6. ECTS:*****6.0*****4.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****4.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****Pedro Paulo De Lacerda e Oliveira Santos (ist14081, 49h)*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****<sem resposta>*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

**Proporcionar aos alunos conhecimentos sobre o planeamento e execução segura de sínteses orgânicas à escala industrial. Ênfase no tipo de química utilizável (reações e reagentes), na redução do impacto ambiental, nas operações executáveis e na segurança de processo.**

- 4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**  
*Provide students knowledge about the planning and safe execution of organic syntheses at industrial scale. Emphasis on the type of chemistry (reactions and reagents), environmental impact reduction, executable operations and process safety.*
- 4.4.5. Conteúdos programáticos:**  
*Desenvolvimento de processos: Operações em escala industrial. Reação, work-up, cristalização e secagem. Seleção de solvente. Scale-up e custos, química verde, efluentes, descoberta e seleção de vias sintéticas. Integração e intensificação.*  
*Segurança e seletividade no scale-up. Testes de riscos térmicos. Seleção de solventes. Reações químicas e reagentes perigosos. Processos com liberação de gás. Scale-up. Processo contínuos.*  
*Reações químicas em escala industrial: Redução (Hidretos), Hidrogenação Catalítica, Oxidação, Catálise de Transferência de Fase, Métodos de Resolução, Biocatálise, Reações Úteis de Formação de Ligações CC, Química Organometálica (Zn, Li, Mg, Pd, Rh), metátese. Métodos de fluoração e de alquil-fluoração.*
- 4.4.5. Syllabus:**  
*Process development: Operations at scale. Reaction, work-up, crystallization and drying. Solvent selection. Scale-up and cost analysis, green chemistry, effluent, route discovery and selection. Steps integration and intensification. Safety and selectivity in scale-up Thermal hazards testing. Solvents selection. Hazardous chemical reactions and reactants. Gas release processes. Scale-up. Flow chemistry.*  
*Chemical reactions at industrial scale: Reduction (Hydride Methods), Catalytic hydrogenation, Oxidation, Phase transfer catalysis, Resolution methods, Biocatalysis, Useful CC bond forming reactions, Organometallic chemistry (Zn, Li, Mg, Pd, Rh), metathesis. Fluorination and alkyl fluorination methods.*
- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**  
*Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.*
- 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
*3 Mini-testes escritos e pequena monografia*
- 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**  
*3 short written mini-tests and small monography*
- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**  
*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*Organic Synthesis at Industrial Scale, Santos, P.P. , Actual, Manual; Neal Anderson, Practical Process Research and Development – A guide for Organic Chemists, Anderson, N., 2012, 2nd Edition, Academic Press; Right First Time in Fine-Chemical Process Scale-up , Hulshof, L.A., 2013, Scientific Update; The Chemistry of Process Development in Fine Chemical and Pharmaceutical Industry, Rao, C.S., 2006, 2nd Ed, Wiley; Pharmaceutical Process Chemistry for Synthesis, Harrington, P., 2011, wiley*



**Mapa IV - Tópicos em Baterias****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Tópicos em Baterias***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Topics on Batteries***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EPP***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168.0***4.4.1.5. Horas de contacto:***49.0***4.4.1.6. ECTS:***6.0***4.4.1.7. Observações:***Aprendizagem baseada em projeto; project based learning***4.4.1.7. Observations:***Aprendizagem baseada em projeto; project based learning***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***(ist23859, MARIA DE FÁTIMA GRILO DA COSTA MONTEMOR***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Carlos Baleizão (ist90102)**Fernanda Maria Ramos da Cruz Margarido (ist11861)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Enquadrar a utilização de baterias nas estratégias energéticas presentes e futuras.**Discutir os princípios de funcionamento das diferentes famílias de baterias.**Contextualizar o armazenamento de energia por baterias no conceito de economia circular e evidenciar a implementação de tecnologias sustentáveis e processos mais eficientes.**Discutir a cadeia de valor das baterias, considerando a relevância das matérias primas, novos materiais, processos de fabrico, aplicações e reciclagem.**Conhecer os processos e operações associados ao fabrico, montagem, utilização e reciclagem de baterias e discutir a sua sustentabilidade.**Projetar e implementar soluções de armazenamento de energia com recurso a baterias para as mais diversas aplicações.**Analisar o ciclo de vida das baterias.**Evidenciar as tendências de mercado e o desenvolvimento de novas gerações de baterias.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***To discuss the role of batteries in the energy transition.**To discuss the working principles of different families of batteries.**To highlight how batteries fit into the circular economy context and to discuss the relevance of sustainable technologies.**To discuss the battery value chain, considering raw materials, new active materials, fabrication and assembling processes, applications and recycling.*

*To discuss the sustainability of the processes and operations associated to the fabrication of electrodes, assembling of cells, battery use and management and recycling.*

*To design and to implement energy storage solutions based on batteries considering different applications.*

*To analyze batteries life cycle.*

*To discuss market trends and to identify new paths for the future of batteries.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*A transição energética: desafios e oportunidades para as baterias*

*Baterias: evolução e novos mercados*

*Princípios de funcionamento de diferentes famílias de baterias*

*Cadeia de valor de baterias*

*Matérias primas*

*Desenvolvimento de novos materiais ativos, sustentabilidade e impacto ambiental*

*Eletrólitos baseados em química verde*

*Tecnologias de fabrico e montagem*

*Aplicações em sistemas de produção de energias convencionais e renováveis, mobilidade elétrica, transportes, gestão de rede, eficiência industrial e edifícios inteligentes*

*Certificação e normalização*

*Segurança*

*Implementação de sistemas híbridos (baterias/supercondensadores).*

*Manutenção e vida útil*

*Baterias em 2ª vida*

*Processos de reciclagem*

*Custos e Análise do ciclo de vida*

*Modelos de economia circular*

*Gestão ambiental e legislação*

*Estão previstos vários seminários por experts da indústria em colaboração com: EDP, C2CNewCap e Zeev*

#### 4.4.5. Syllabus:

*The energy transition: challenges and opportunities for batteries*

*Battery evolution and novel markets*

*Working principles of different batteries*

*Value chain of batteries*

*Raw materials*

*Development of novel active materials, sustainability and environmental impact*

*Electrolytes and the need of sustainable chemistry processes*

*Processes and technology in fabrication and assembling of cells*

*Use of batteries to implement energy storage solutions in conventional and renewable energy production, electric mobility, transportation, grid management, industrial efficiency and smart buildings*

*Certification and normalization*

*Battery safety*

*Hybrid systems (batteries and supercapacitors)*

*Maintenance and Battery lifetime*

*Batteries 2nd life*

*Recycling processes*

*Cost and lifecycle analysis*

*Circular economy models*

*Environmental sustainability and related legislation*

*A set of 3 invited seminars involving experts from industry will be presented ( EDP, C2CNewCap, Zeev)*

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

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

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

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

#### 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*A UC inclui aulas teóricas e um projeto que os estudantes desenvolvem ao longo do semestre em conjunto com os docentes. A avaliação inclui 1 exame (40%) e ainda seminários e discussões nos temas dos projetos (60%).*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*The UC includes theoretical classes and a project that the students develop along the semester in collaboration with the professors. The evaluation comprises 1 exam (weight 40%) and a written project and seminars plus discussion on the project topics (60%).*

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

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Advances in Battery Manufacturing, Service, and Management Systems, Eds. Jingshan Li, Shiyu Zhou, Yehui Han, 2016, Pub. John Wiley & Sons*

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

*Biocombustíveis*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Biofuels*

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

*EPP*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*ist12351, Maria Joana Castelo-Branco de Assis Teixeira Neiva Correia, (23h)*

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

*IST12192, Maria Cristina Carvalho da Silva Fernandes, 14h,  
IST12136, Luís Joaquim Pina da Fonseca, 9h  
Docente a designar, 3h*

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

*No final desta unidade curricular os alunos deverão ter aprendido os processos de produção, propriedades e utilização dos biocombustíveis sólidos, líquidos e gasosos e deverão ter desenvolvido a capacidade para compreender os impactos técnicos, económicos e ambientais da produção e utilização de biocombustíveis.*

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

*At the end of this course the students should have learned the production processes, properties and use of solid, liquid and gaseous biofuels and should have developed the capacity to understand the technical, economic and environmental impacts of the production and use of biofuels.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Biocombustíveis: desafios e riscos. Visão estratégica. 2. Combustíveis e combustão. Biocombustíveis vs combustíveis fósseis. 3. Biocombustíveis de primeira geração. Matérias-primas, processos de produção, propriedades e utilização de biocombustíveis sólidos, líquidos e gasosos; 4. O papel dos biocombustíveis entre as energias renováveis- estrutura da legislação. Emissões de gases de efeito de estufa. Eco-eficiência e sustentabilidade dos biocombustíveis. O conceito de ILUC. Estratégias de integração de processos como via para aumentar a eficiência energética global. Exemplos industriais. Biocombustíveis avançados de segunda e terceira geração: CDR, Biocombustíveis avançados produzidos por via química e termoquímica: HVO, pirólise, gaseificação e liquefacção de biomassa. Biocombustíveis avançados produzidos por vias bioquímicas: degradação enzimática de materiais celulósicos: avanços e perspectivas futuras. Ácidos gordos e óleos produzidos por organismos unicelulares. Biorefinarias.*

**4.4.5. Syllabus:**

*1. Biofuels: challenges and risks. Strategic overview; 2. Fuels and combustion. Biofuels versus fossil fuels; 3. First generation biofuels. Raw-materials, production processes, properties and uses of solid, liquid and gaseous biofuels; 4. Biofuels role within the renewable energies - Portuguese and European legislation framework. GHG emissions. Eco-efficiency and sustainability of biofuels. ILUC concept. Integrated process strategies – one way to increase the global energy efficiency. Industrial examples. Advanced biofuels (2nd and 3rd Generation): Refused derived fuels, advanced biofuels produced by chemical and thermochemical routes: hydrogenated vegetable oils (HVO), biomass pyrolysis, gasification and liquefaction. Advanced biofuels produced by biochemical routes: enzymatic degradation of cellulosic materials: technological advances and future perspectives. fatty acids and oils produced by photosynthetic and heterotrophic unicellular organisms. Biorefineries.*

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

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

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa e trabalho autónomo. A avaliação prevista envolve um teste individual- 50% e avaliação contínua (50%) incluindo: fichas/quizzes individuais (15 %); Tarefas de resolução autónoma de exemplos e um projecto em grupo de 2-3 elementos incluindo uma apresentação oral (30%).*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*The teaching methodologies intend to promote problem based learning and projects, reinforcing the practical component, active learning and autonomous work. The planned evaluation is: Individual test- 50% and Continuous evaluation- 50% (individual mini-tests /quizzes- 15 %; exercises/ project team work (2 or 3 students) including oral presentation (35%).*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos com aulas práticas de problemas. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

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

***The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts with problems classes that will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.***

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

***Biofuels Production and Processing Technology, Eds M.R.Riazi and David Chiaramonti, 2018, CRC Press, Taylor & Francis Group ; Biorenewable Resources: Engineering New Products from Agriculture, Robert C. Brown, Tristan Brown, 2013, 2nd Edition, Wiley Backwell; Biodiesel Science and Technology, J. C.J. Bart, N. Palmeri, S. Cavallaro, 2010, Woodhead Publishing Limited ; Biofuel Technology Handbook, Dominik Rutz, Rainer Janssen, 2007, WIP Renewable Energies***

**Mapa IV - Gestão da Produção e das Operações**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Gestão da Produção e das Operações***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Production and Operations Management***

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

***EGS***

**4.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

***84.0***

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

***21.0***

**4.4.1.6. ECTS:**

***3.0***

**4.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**4.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

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

***ist13662, Ana Paula Ferreira Dias Barbosa Póvoa (9 horas)***

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

***ist25305, Tânia Rute Xavier de Matos Pinto-Varela (12 horas)***

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

***O objetivo da disciplina é fornecer aos alunos o conhecimento sobre os fundamentos gerais da Gestão de Produção e da sua evolução para a atual Gestão de Operações (GPO). Após concluir esta unidade curricular o aluno deverá estar familiarizado com os conceitos base teóricos e metodológicos da Gestão de Operações sendo capaz de identificar, resolver e analisar os problemas mais comuns em Gestão de Operações nas Organizações.***

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

*The aim of the course is to provide students with the knowledge on the general foundations of Production Management and its evolution to current Operations Management (GPO). After completing this course the student should be familiar with the basic theoretical and methodological concepts of Operations Management being able to identify, solve and analyze the most common problems in Operations Management in Organizations.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*1-Da Gestão da Produção à Gestão de Operações – a sua evolução. O que é a Gestão de Operações: introdução, caracterização, breve história e desafios atuais.  
2- A Estratégia Corporativa e a Gestão de Operações. Da estratégia à operacionalização nas operações;  
3- Os diferentes processos produtivos: caracterização, representação e escolha - análise processual e medição de desempenho. Matrix Processo- Produto;  
4-Planeamento de Operações: O processo de planeamento. Estratégias para o planeamento agregado de capacidade. Modelos analíticos para o planeamento agregado. Desagregação do plano agregado. Plano director da produção e plano de necessidades de materiais. Modelos analíticos e heurísticas para dimensionamento de lotes.  
5-Escalonamento e sequenciamento: Escalonamento de lotes. Modelo baseado na representação do processo em redes recurso-tarefa. Escalonamento de tarefas em máquinas: modelos e heurísticas*

#### 4.4.5. Syllabus:

*1- From Production to Operations Management - its evolution. What is Operations Management: introduction, characterization, brief history and current challenges.  
2- Corporate Strategy and Operations Management. From strategy to operationalization in operations;  
3- The different productive processes: characterization, representation and choice - procedural analysis and performance measurement. Process-Product Matrix;  
4-Operations Planning: The planning process. Strategies for aggregate capacity planning. Analytical models for aggregate planning. Breakdown of the aggregate plan. Production master plan and material requirements plan. Analytical and heuristic models for batch sizing.  
5-Scheduling and sequencing: Batch scheduling. Model based on process representation in resource-task networks. Machine task scheduling: models and heuristics*

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

*Esta Unidade Curricular (UC) tem por objectivo dotar os alunos de conhecimentos base dos principais aspectos que caracterizam a área de gestão de operações (GO). Os conteúdos programáticos contemplam uma sequência de temáticas que fomentam a visão interna da gestão das operações nas organizações e como esta pode ser explorada através do uso de ferramentas de apoio à decisão como sejam modelos analíticos.  
A UC inicia com as componentes principais da gestão das operações, definindo a estratégia operacional e sua ligação à competitividade. Explora-se a compreensão das várias fases de desenvolvimento tanto de produtos como de serviços. A análise do processo de planeamento explora as técnicas base mais comuns: planeamento agregado, plano director de produção, o planeamento de necessidades de materiais e o escalonamento como a exploração de modelos analíticos e a sua ligação à indústria de processo.*

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

*This course aims providing students the basilar concepts that characterise the area of operations management. The program of the course contemplates a sequence of topics to build the view of operations of operations management in the organisations and how this can be explored through decision supporting tools as analytical models.  
The course starts with the main concepts of operations management, so as to define operational strategy and competitive edge. The understanding of product and service development is then studied. Different methods for planning are afterwards studied, such as aggregate planning, master production schedule, material requirements planning and scheduling where analytical models are explored and its link to the process industry.*

#### 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*A UC explora um conjunto de metodologias ativas para a apreensão e desenvolvimento de conhecimentos :*  
*Componente de avaliação continua (50%):*  
*a) Projeto - Formulação, implementação e análise e discussão de resultados de um problema de planeamento/escalonamento. Projecto em grupo com discussão (35%);*  
*b) Fichas com perguntas de escolha múltipla em cada aula (15%);*  
*Mini-teste global individual escrito baseado em perguntas de escolha múltipla (50%)*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The UC explores a set of active methodologies for knowledge understanding and development:*

*Continuous Evaluation (50%):*

*a) Project - Formulation, implementation and analysis and discussion of results of a planning / scheduling problem.*

*Group project with discussion (35%);*

*b) Quizzes with multiple choice questions in each class (15%);*

*Individual written global mini-test based on multiple choice questions (50%)*

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

*Diferentes tipos de metodologias de aprendizagem são utilizados na UC de modo a aferir a aprendizagem do aluno.*

*A realização do projeto permite que os alunos assimilem os conteúdos programáticos, aplicados à realidade empresarial, identificando o problema e fazendo uma análise crítica dos mesmos e propondo novas soluções. Ainda no âmbito do projeto, os alunos preparam uma resolução de um caso prático usando uma ou mais metodologias selecionadas e discutindo criticamente através de relatório os resultados.*

*Adicionalmente à realização do projeto a resolução de exercícios práticos permite a aplicação dos conteúdos programáticos na resolução prática de exemplos concretos na área de gestão de operações. Também a realização de questões de escolha múltipla no final de cada aula ajuda a testar a compreensão dos alunos face à matéria lecionada, identificando aspetos menos bem tratados que possam ser reanalisados de forma a garantir a compreensão adequada do tema.*

*A prova escrita de exame final aparece como prova individual que estimula a interpretação de problemas exemplificativos dos conceitos lecionados, testando desta forma a capacidade do aluno, de forma individual e integrada, interpretar, criticar e resolver problemas em gestão de operações.*

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

*Under the goal of this course, the students will be able to identify challenges, understand problems and propose integrated and global solutions under the scope of operations management. Different teaching methodologies are used to assess the student's knowledge.*

*The project development allows students to gain concepts, under a company setting view that enables them to identify the problem and analyse it so as to propose an adequate solution.*

*Within the project, the students prepare in group a solution to a practical problem, using one or more of the methods lectured and discussing the results through a written report.*

*In class problem resolution and discussion allows students to gain practice in solving operations management problems. Also, the realisation of quizzes at the end of each class helps to test students' understanding the subject taught, identifying less well-treated aspects that can be re-analysed in order to ensure adequate understanding of the topic.*

*The final written test is an individual assessment element, which stimulates the interpretation of selected problems that embody the lectured concepts and testing individually and in an integrated perspective the student's capacity to interpret, criticise and solve problems in operations management.*

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Operations Management, N. Slack, A.; A. Brandon-Jones; R. Johnston, 2019, Pearson Education Editors, 9th Edition, 2019; Production and Operation Analysis: Strategy, Quality, Analytics and Application, Nahmias S, Olsen TL, 2015, Waveland Press, 7th Edition.*

**Mapa IV - Síntese e Catálise Homogénea Sustentáveis**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Síntese e Catálise Homogénea Sustentáveis*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Sustainable Synthesis and Homogeneous Catalysis*

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

*SEMAQ*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

*Maria de Fátima Costa Guedes da Silva (ist90142) - 30 h/semestre*

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

*Luísa Margarida Dias Ribeiro de Sousa Martins (ist129111) - 19 h/semeste*

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

*Pretende-se transmitir aos estudantes os conceitos fundamentais de química de coordenação e organometálica, e de catálise homogénea, para que tenham uma visão geral das aplicações deste tipo de catálise em processos de interesse industrial. Deverão ser adquiridos os conceitos de eficiência atómica e de química sustentável e deverão ficar habilitados a discutir o mecanismo de várias reações homogeneamente catalisadas.*

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

*It is intended to convey to students the fundamental concepts of coordination and organometallic chemistries and of homogeneous catalysis, so that they have an overview of the applications of this type of catalysis in industrial processes and scientific research. They will acquire knowledge of the principles of atom-efficiency and sustainable chemistry and will be able to discuss the mechanism of various homogeneously catalysed reactions.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Serão considerados os princípios fundamentais da química de coordenação: ligação química, estrutura, contagem de eletrões, estabilidade e reatividade, mecanismos de reação, influências estereoquímica e eletrónica dos ligandos na reatividade dos centros metálicos. Esse conhecimento será aplicado na discussão de várias reações homogeneamente catalisadas, relevantes não apenas na síntese laboratorial mas também do ponto de vista industrial (cooperatividade nas catálises metálica e orgânica, catálise em tandem; metátese, formação de ligações carbono-carbono, oxidação de alcanos, oxidação de cetonas e álcoóis, oxidação de alcenos, hidrocarboxilação, hidrociânicação, hidroformilação, hidrogenação, oligo- e polimerização, hidrosilação, etc.), demonstrando a ligação entre a composição e estrutura do catalisador e seu desempenho, sua utilização comercial e sustentabilidade.*

4.4.5. Syllabus:

*The fundamental principles of coordination chemistry will be considered: electron counting, stability and reactivity, reaction mechanisms, steric and electronic influence of the ligands on the reactivity of the metal centers. This knowledge will be applied in the discussion of several homogeneously catalyzed reactions, relevant not only in laboratory synthesis but also from an industrial point of view (metal organic cooperative catalysis (MOOC), tandem catalysis; metathesis, formation of carbon-carbon bonds, oxidation of alkanes, oxidation of ketones and alcohols, oxidation of alkenes, hydrocarboxylation, hydrocyanation, hydroformylation, hydrogenation, oligo- and polymerization, hydrosylation, etc.), demonstrating the link between the composition and structure of the catalyst and its performance, its commercial use and sustainability.*

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):



**Curso em um semestre, 4h / semana, com exercícios.**

**A avaliação incluirá:**

- (i) exposição individual de um artigo científico da literatura, ministrada pelo aluno (cerca de 10 minutos; 40%);**
- (ii) um seminário (grupos de 2-3 alunos) em PowerPoint sobre um tema específico com perguntas/comentários de professores e alunos (20 minutos; 30%);**
- (iii) uma prova escrita (30%).**

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

**Course in one semester, 4h/week with exercises.**

**The evaluation will include:**

- (i) individual exposition of a scientific article of literature, given by the student (about 10 minutes; 40%);**
- (ii) a PowerPoint seminar (groups of 2-3 students) on a specific topic with questions / comments from teachers and students (20 minutes; 30%);**
- (iii) a written test (30%).**

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

**A abordagem programática inicial auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações e permitirá cumprir os objetivos. A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos e perspetivas essenciais ao desenvolvimento de processos de síntese e catálise em condições sustentáveis. Serão exploradas as capacidades de pesquisa na literatura de artigos sobre temas específicos e a capacidade de transmitir conhecimentos, através de apresentação de um resumo de um artigo científico da literatura e de um seminário (apresentação/ões em PowerPoint).**

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

**The initial programmatic approach will help to level the knowledge of students with different backgrounds and backgrounds and will allow them to meet the objectives. The teaching methodology will be based on the transfer of concepts and perspectives essential to the development of synthesis and catalysis processes under sustainable conditions.**

**The research capabilities in the literature of articles on specific topics and the ability to transmit knowledge will be explored, through the presentation of a summary of a scientific article in the literature and a seminar (PowerPoint presentation/s).**

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

**Advances in Organometallic Chemistry and Catalysis, A.J.L. Pombeiro (Ed), 2014, John Wiley and Sons.; Industrial Catalysis: Chemistry and Mechanism, J.D. Burrington, 2016, Imperial College Press; Handbook of Advanced Methods and Processes in Oxidation Catalysis, D. Duprez, F. Cavani (Eds.) , 2014, Imperial College Press; Organotransition Metal Chemistry: From Bonding to Catalysis , J. Hartwig, 2010, University Science Books, Sausalito, USA**

**Mapa IV - Fotoquímica Aplicada**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Fotoquímica Aplicada**

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

**Applied Photochemistry**

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

**QFMN**

**4.4.1.3. Duração:**

**Semestral**

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

**168.0**

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

**49.0**

**4.4.1.6. ECTS:**

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

*Mário Nuno de Matos Sequeira Berberan e Santos, ist12219, 49 h*

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

<sem resposta>

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

*Formação avançada e atualizada sobre os fenómenos (luminescência, reacções fotoquímicas) resultantes de absorção de radiação UV-visível por moléculas, nanopartículas e sólidos, e respectivas aplicações em Química, Bioquímica, Ciência dos Materiais, Ambiente, Biologia e Medicina.*

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

*Advanced and updated training on the phenomena (luminescence, photochemical reactions) resulting from the absorption of UV-visible radiation by molecules, nanoparticles and solids, and their applications in Chemistry, Biochemistry, Materials Science, Environment, Biology and Medicine.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Revisão de conceitos básicos (níveis de energia molecular, radiação eletromagnética).*
- 2. Absorção e emissão de radiação (coeficientes de Einstein, lei de Lambert-Beer, processos multifotónicos, momento de transição, força do oscilador, princípio de Franck-Condon, polarização).*
- 3. Dinâmica dos estados excitados (processos físicos e químicos. Diagrama de Perrin-Jablonski, fluorescência e fosforescência, transições não radiativas, processos intermoleculares, luminescência de sólidos e nanopartículas. Processos intermoleculares: extinção colisional, transferência de energia).*
- 4. Reacções fotoquímicas (fotodissociação, fotoisomerização, reacções ácido-base e redox, fotocromismo, quimioluminescência e bioluminescência).*
- 5. Fenómenos naturais e aplicações (fotoquímica atmosférica, efeitos biológicos, visão, fotossíntese, energia solar).*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Review of basic concepts (molecular energy levels, electromagnetic radiation).*
- 2. Absorption and emission of radiation (Einstein coefficients, Lambert-Beer law, multiphoton processes, transition moment, oscillator strength, Franck-Condon principle, polarization).*
- 3. Dynamics of excited states (physical and chemical processes. Perrin-Jablonski diagram, fluorescence and phosphorescence, non-radiative transitions, intermolecular processes, luminescence of solids and nanoparticles. Intermolecular processes: collisional quenching, energy transfer).*
- 4. Photochemical reactions (photodissociation, photoisomerization, acid-base and redox reactions, photochromism, chemiluminescence and bioluminescence).*
- 5. Natural phenomena and applications (atmospheric photochemistry, biological effects, vision, photosynthesis, solar energy).*

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*20% avaliação em aula + 40% dois trabalhos com discussão + 40% seminário (apresentação oral).*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*20% assessment in class + 40% two written assignments with discussion + 40% seminar (oral presentation).*

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

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Molecular Fluorescence. Principles, Methods and Applications, B. Valeur, M. N. Berberan-Santos, 2012, Wiley-VCH; , Applied Photochemistry, R. C. Evans, P. Douglas and H. D. Burrows eds., 2013, Springer; Photochemistry and Photophysics, V. Balzani, P. Ceroni and A. Juris, 2014, Wiley-VCH*

**Mapa IV - Ciência e Design de Polímeros****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Ciência e Design de Polímeros*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Science and Design of Polymers*

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

*QFMN*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0 (35.0 TP, 14.0 PL)*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**4.4.1.7. Observações:**

*UC optativa*

**4.4.1.7. Observations:**

*Optional CU*

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

*ist12082, Pedro Manuel Machado Teixeira Gomes, 19.0 horas/semestre (19.0 TP)*

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

*- ist13296, José Paulo Sequeira Farinha, 16.0 horas/semestre (16.0 TP)*

*- Outro docente ou Assistente Convocado/Monitor a designar ou a contratar pelo Departamento de Engenharia Química (para aulas laboratoriais), 14.0 horas/semestre (14.0 PL)*

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

**Conferir uma formação em Ciência Macromolecular e de Polímeros, dando aos futuros mestres a capacidade de desenvolver as suas actividades e competências numa unidade de produção de polímeros ou num laboratório de I&D, actuando com proficiência e total compreensão dos conceitos desse domínio.**

**Mais especificamente, os alunos devem ser capazes de descrever e explicar, a(s)/o(s):**

- estrutura geral dos polímeros
- conceito de distribuição de peso molecular
- classificação dos polímeros sintéticos e naturais nos respectivos subgrupos
- propriedades dos polímeros em solução e em estado sólido
- diferenças entre polimerização por passos e polimerização em cadeia
- métodos sintéticos de controle do peso molecular e projeto de arquiteturas poliméricas
- utilização de métodos para a caracterização de materiais poliméricos
- realizar uma síntese de polímeros com base num determinado protocolo experimental

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

**To confer a background on Polymer Chemistry, giving the future MSc graduates the capability of developing their activities and skills in a polymer production unit or in a R&D laboratory, and acting with proficiency and full understanding of the concepts in this domain.**

**More specifically, the students should be able to describe and explain namely the:**

- general structure of polymers
- concept of molecular weight distribution
- classification of synthetic and natural polymers in the respective subgroups
- properties of polymers in solution and in solid state
- differences between step-reaction and chain polymerisation
- synthetic methods leading to molecular weight control and architectural design
- use of methods for the characterisation polymer materials
- carry out a polymer synthesis based on a given experimental protocol

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. **Introdução. Definições básicas. Distribuições de massas molares. Aspectos estruturais e de arquitetura macromolecular. Polímeros industriais. Propriedades térmicas e mecânicas de polímeros.**
2. **Estrutura e comportamento de cadeias poliméricas (Conformação de cadeias. Termodinâmica de polímeros)**
3. **Métodos principais para a caracterização estrutural e mássica**
4. **Síntese: dos polímeros naturais ao desenho e arquitetura de polímeros**
  - 4.1 **Polímeros naturais (de origem vegetal e animal)**
  - 4.2 **Tipos de polimerização:**
    - 4.2.1 **Polimerização por passos (incl. policondensação)**
    - 4.2.2 **Polimerização em cadeia (incl. poliadição) - métodos clássicos**
    - 4.2.3 **Polimerização controlada e arquitetura macromolecular**
  - 4.3 **Reações em polímeros**
  - 4.4 **Gelificação e redes poliméricas**
  - 4.5 **Polimerização heterogénea, nanopartículas poliméricas**

#### 4.4.5. Syllabus:

1. **Introduction (Basic definitions. Molar mass distributions. Aspects of macromolecular structure and architecture. Industrial polymers. Thermal and mechanical properties of polymers)**
2. **Structure and behaviour of polymer chains (Chain conformations. Thermodynamics of polymers)**
3. **Main methods of polymer mass and structural characterisation**
4. **Synthesis: from naturally occurring to architecturally designed polymers**
  - 4.1 **Natural polymers (of plant and animal origin)**
  - 4.2 **Types of polymerisation:**
    - 4.2.1 **Step-reaction polymerisation (incl. polycondensation)**
    - 4.2.2 **Chain polymerisation (incl. addition polymerisation) - classical methods**
    - 4.2.3 **Controlled polymerisation and macromolecular architecture**
  - 4.3 **Reactions on polymers**
  - 4.4 **Gelation and polymer networks**
  - 4.5 **Heterogeneous polymerisation, polymer nanoparticles**

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

**Os conteúdos programáticos, descritos em 5, abrangem os principais tópicos de uma cadeia de Ciência de Polímeros. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação prática e laboratorial, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos, a resolução de exercícios de aplicação e racionalização/interpretação dos resultados laboratoriais.**

**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, é possível constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias para a aquisição dos referidos objetivos.**

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

*The syllabus, described in 5, cover the main topics of a Polymer Science course. Theoretical background, essential concepts and examples of practical and laboratory applications are provided, the students being asked to study the contents, solve application exercises and rationalize/interpret laboratory results.*

*In view of the learning objectives of the CU, described in 4, it is possible to see that all points of the syllabus aim to provide students with the knowledge and skills necessary for the acquisition of these objectives.*

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Avaliação contínua (mini-exercícios): 30%*

*Laboratório: 20%*

*Exame: 50%*

*A componente de avaliação contínua corresponde a mini-exercícios que serão realizados semanalmente no final das aulas Teórico-Práticas.*

*A avaliação laboratorial será realizada nas aulas correspondentes, avaliando o desempenho dos alunos atuando em grupos laboratoriais e, após os trabalhos, através da avaliação de breves relatórios sobre o trabalho laboratorial.*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*The teaching methodologies aim to foster learning based on problem solving and on carrying out laboratory work to illustrate the syllabus, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (e.g. homework, practical and laboratory worksheets, etc.) compatible with the significant reduction in the weight of assessment by exams (50%).*

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

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

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

*The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of theoretical-practical classes and experimental work in the laboratory. This approach will not only fulfill the objectives but will also help to level the knowledge of students with different origins and backgrounds.*

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*- Introduction to Polymer Chemistry: Charles E. Carraher Jr., 4th Edition, 2017. CRC Press.*

*- Polymer Chemistry, Charles E. Carraher Jr.: 10th Edition, 2017. CRC Press.*

*- Principles of Polymer Design and Synthesis: Wei-Fang Su, 2013. Springer.*

*- Introduction to Polymers: Robert J. Young and Peter A. Lovell, 3rd Edition, 2011. CRC Press.*

*- Polymer Chemistry: Paul C. Hiemenz and Timothy P. Lodge, 2007. CRC Press.*

*- Principles of Polymerization: George Odian, 4th Edition, 2004. Wiley.*

*- Polymer Physics: Michael Rubinstein and Ralph H. Colby, 2003. Oxford University Press.*

*- Polymer Chemistry: An Introduction: Malcolm P. Stevens, 3rd Edition, 1999. Oxford University Press.*

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

*Atividades Extracurriculares II*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Extracurricular Activities II*

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

*OL*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

0.0

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

*Henrique Aníbal Santos de Matos*

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

*Isabel Maria Delgado Jana Marrucho Ferreira (ist18841)*

*Maria Teresa Nogueira Leal da Silva Duarte (ist121992)*

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

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

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

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

4.4.5. Conteúdos programáticos:

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

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

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

4.4.5. Syllabus:

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

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

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

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

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

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

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

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

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

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

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

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

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

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

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

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Não aplicável*

**4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem**

---

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

*Várias estratégias foram implementadas nesta proposta, nomeadamente:*

*Introdução/reforço de unidades curriculares (UC) baseadas em Project-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on, com um maior envolvimento dos estudantes na sala de aula e em processos de avaliação mútua e feed-back;*

*Reforço da utilização de ferramentas e plataformas digitais (socrative ou Google Classroom) que permitem um feedback instantâneo, assim como aprendizagem à distância e avaliação.*

*Integração de estudantes no âmbito de projectos interdisciplinares/multidisciplinares, em institutos de investigação e/ou empresas, a nível das dissertações de mestrado.*

*Creditação de actividades extracurriculares, valorizando projectos multidisciplinares, organização de jornadas, cursos/ estágios de Verão, etc, que permitem o desenvolvimento de competências transversais.*

*Reforço da avaliação continua com a redução significativa (< 50%) do peso da avaliação por exames.*

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

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

*Introduction of curricular units (UC) based on Project-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on, aiming at greater involvement of students in the classroom in mutual evaluation processes and feed-back;*

*Several strategies are foreseen (see 4.7) and many have already been implemented, namely reinforcement of the use of digital tools and platforms that allow instant feedback, as well as e-learning and evaluation.*

*Integration of students in multidisciplinary projects, in research institutes and/or companies, at the level of the 1st cycle and master's dissertations.*

*Accreditation of extracurricular activities, namely, multidisciplinary projects, organization of days, summer courses / internships, etc., which allow the development of transversal skills.*

*Reinforcement of continuous assessment with the significant reduction (<50%) of the weight of the evaluation by exams.*

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

*No âmbito do preenchimento dos inquéritos QUC (Qualidade das Unidades Curriculares) os estudantes têm de preencher uma questão relativa à carga de trabalho relativa a cada UC. A informação obtida a partir de todos os estudantes de cada UC é compilada e tratada para comparar a carga prevista com a carga estimada pelos estudantes.*

**Quando há um grande desajuste entre a carga estimada e a carga prevista (superior a 1,5 ECTS) a situação é analisada no âmbito da Comissão QUC do Conselho Pedagógico e pela coordenação do curso. A coordenação trabalha com os responsáveis de cada unidade curricular com situações de desvio no sentido de serem tomadas medidas de retificação (ex. reduzir o número de relatórios extensos a apresentar pelos alunos). Nos casos em que se justifique é estabelecido um plano de acção envolvendo os departamentos e a respetiva coordenação.**

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

**As part of completing the QUC (Quality of Curricular Units) surveys, students must complete a questionnaire regarding the workload for each UC. The information obtained from all students in each UC is compiled and processed to compare the expected load with the load estimated by the students. When there is a major mismatch between the estimated load and the expected load (greater than 1.5 ECTS) the situation is analyzed within the scope of the QUC Committee of the Pedagogical Council and by the coordination of the course. The coordination works with the heads of each curricular unit with situations of deviation in order to take rectification measures (eg, reduce the number of extensive reports to be presented by students). In cases where justified, an action plan involving departments and coordination is established.**

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

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

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

**In July of each year, coordination meetings of the various courses are held, in order to schedule the work required of students throughout the academic semesters and assessment periods. We intend to distribute the students' work over time, giving special emphasis on continuous learning. This timely schedule allows the student to plan their academic year / semester, enhancing school success. As part of completing the QUC (Quality of Curricular Units) surveys, students must complete a block of specific questions relating to the acquisition and / or development of skills obtained within each UC, which includes questions on the development of knowledge and understanding of subjects, as well as improving the ability to apply knowledge autonomously and to develop a critical sense in use.**

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

**Neste curso está previsto que os alunos possam escolher unidades curriculares opcionais que são habitualmente oferecidas por docentes ou investigadores doutorados nas suas áreas de especialidade ou investigação. Assim, em grupos mais pequenos os alunos podem ter um contacto mais próximo com as atividades científicas. Está também previsto que os alunos possam usar 12 ECTS no 3.º Semestre no desenvolvimento de um projeto multidisciplinar (denominado SCOPE) que envolverá por certo temáticas próximas da área de investigação dos orientadores. Por outro lado, os alunos podem escolher um tema para desenvolver a sua dissertação de mestrado com caráter científico na área de especialização do seu orientador. Além de tudo isto o curso permite que 6 ECTS possam ser contabilizados pela realização de atividades extracurriculares, que podem contemplar um trabalho de investigação científica.**

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

**In this course, it is foreseen that students can choose optional curricular units that are usually offered by professors or doctoral researchers in their areas of specialty or research. Thus, in smaller groups students can have closer contact with scientific activities. It is also planned that students can use 12 ECTS in the 3rd. Semester in the development of a multidisciplinary project (called SCOPE) that will certainly involve themes close to the supervisors' research area. On the other hand, students can choose a topic to develop their master's thesis with a scientific character in the area of specialization of their supervisor. In addition to all this, the course allows 6ECTS to be accounted for by carrying out extracurricular activities, which may include scientific research work.**

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

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



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

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

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

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

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

*O Instituto Superior Técnico tem um padrão para a definição de ECTS nas unidades curriculares de todos os seus ciclos de estudo, e recentemente, uma reflexão e discussão aprofundada na escola conduziu a uniformização da oferta de UC de 12, 9, 6 e 3 ECTS; Alterações específicas a esse padrão são analisadas caso a caso pelo Conselho Científico mediante proposta das coordenações de curso. A coordenação do curso em conjunto com os docentes envolvidos em cada UC, adaptou os seus conteúdos para este padrão definido pela escola.*

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

*IST has a pattern to define the ECTS for the course units of all its study cycles, and recently, in-depth reflection and discussion in the school has led to the standardization of the UC offer of 12, 9, 6 and 3 ECTS; Specific amendments to that pattern are analyzed on a case-by-case approach at the request of the Scientific Board on a proposal from the course coordinators.*

*The coordination of the course together with the teachers involved in each UC adapted its contents to this standard defined by the school.*

## 4.7. Observações

4.7. Observações:

*O Técnico estabeleceu como uma das suas prioridades a actualização e adaptação do seu modelo de ensino e práticas pedagógicas aos dias de hoje. Neste contexto desencadeou um processo de análise e reflexão sobre o seu modelo de ensino e práticas pedagógicas, visando definir as linhas orientadoras para uma reorganização da formação na Escola. Em Janeiro de 2018 foi constituída a “Comissão de Análise do Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas”- CAMEPP do IST, mandatada pelos órgãos da Escola, para repensar o modelo de formação pedagógica do IST. Dessa análise resultou um conjunto de medidas relativamente à estrutura curricular, organização, filosofia, e práticas pedagógicas, que estão refletidas no documento PERCIST- “Princípios enquadradores para a reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclo do Instituto Superior Técnico 2122”.*

*O PERCIST estabeleceu as linhas gerais para a reestruturação de todos os cursos conferentes de grau de 1º e 2º ciclos do Instituto Superior Técnico (IST) que vão ser implementados em 21-22.*

*As principais medidas que vão ser implementadas e que foram incorporadas na reestruturação deste curso, que resulta da adaptação do 2º ciclo do Mestrado Integrado em Engenharia Química do IST, são aqui apresentadas de forma genérica:*

- *Reconhecimento da importância da formação de base sólida em Ciências de Engenharia;*
  - *Alteração para UCs de 12, 9, 6 e 3 unidades do Sistema europeu de transferência e acumulação de créditos (ECTS);*
  - *Aumento generalizado da flexibilidade curricular com a oferta de opções livres (18-30ECTS);*
  - *Criação de minors coerentes de 18 ECTS, numa área de formação complementar e multidisciplinar, que pode ser intra- ou interdepartamental;*
  - *Criação/reforço de projetos integradores e interdisciplinares que envolverá trabalho preferencialmente em equipa e podendo ter por base problemas e desafios reais: i) num projeto tipo Capstone ii) numa Unidade de Investigação, ou iii) em ambiente empresarial.*
  - *A dissertação de mestrado poderá ser enquadrável também em uma de três modalidades: i) tese científica, ii) projeto em empresa e ii) projeto CAPSTONE, potenciando a interdisciplinaridade.*
  - *Reconhecimento curricular de atividades extracurriculares;*
  - *Reforço das competências transversais integradas nas unidades curriculares;*
  - *Reforço das valências em computação e programação;*
  - *Aumento da formação em empreendedorismo e inovação*
  - *Mudança de paradigma de ensino com introdução/reforço de unidades curriculares baseadas em Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on;*
- Informação mais detalhada sobre algum destes aspectos poderá ser disponibilizada e consultada em: Relatório*

**CAMEPP e documento PERCIST.****4.7. Observations:**

*The Técnico established updating and adapting its teaching model and pedagogical practices as one of its priorities today. In this context, it triggered a process of analysis and reflection on its teaching model and pedagogical practices, aiming to define the guidelines for a reorganization of training in the School. In January 2018, the “Commission for the Analysis of the Teaching Model and Pedagogical Practices” - CAMEPP of IST was created, mandated by the School bodies, to rethink the IST pedagogical training model. This analysis resulted in a set of measures regarding the curricular structure, organization, philosophy, and pedagogical practices, which are reflected in the document PERCIST- “Framework principles for the restructuring of the 1st and 2nd cycle courses at Instituto Superior Técnico 2122”.*

*PERCIST has established the general guidelines for the restructuring of all courses conferring degrees from the 1st and 2nd cycles of the Instituto Superior Técnico (IST) that will be implemented in 21-22.*

*The main measures that will be implemented and that were incorporated in the restructuring of this course, which results from the adaptation of the 2nd cycle of the Integrated Master in Chemical Engineering at IST, are presented here in a generic way:*

- *Recognition of the importance of training with a solid foundation in Engineering Sciences;*
  - *Change to UCs of 12, 9, 6 and 3 units of the European credit transfer and accumulation system (ECTS);*
  - *Generalized increase in curriculum flexibility with the offer of free options (18-30ECTS);*
  - *Creation of coherent minors of 18 ECTS, in an area of complementary and multidisciplinary training, which can be intra- or interdepartmental;*
  - *Creation / reinforcement of integrative and interdisciplinary projects that will involve preferably team work and may be based on real problems and challenges: i) in a Capstone type project ii) in a Research Unit, or iii) in a business environment.*
  - *The master's dissertation may also fit into one of three modalities: i) scientific thesis, ii) company project and ii) CAPSTONE project, enhancing interdisciplinarity.*
  - *Curricular recognition of extracurricular activities;*
  - *Reinforcement of transversal skills integrated in the curricular units;*
  - *Reinforcement of computing and programming skills;*
  - *Increased training in entrepreneurship and innovation*
  - *Changing the teaching paradigm with the introduction / reinforcement of curricular units based on Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on;*
- More detailed information on any of these aspects can be made available and consulted in: CAMEPP report and PERCIST document.*

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

*Henrique Aníbal Santos de Matos  
Sebastião Alves*

**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
Carlos Manuel Faria de Barros Henriques	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Henrique Aníbal Santos de Matos	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria de Fátima Costa Guedes da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

Helena Maria Rodrigues Vasconcelos Pinheiro	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Diná Ramos Afonso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Isabel Maria Delgado Jana Marrucho Ferreira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Chemical Engineering	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Filipa Gomes Ribeiro	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Paula Valagão Amadeu do Serro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria de Lurdes Dos Santos Serrano	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Inês da Fonseca Pestana Ascenso Pires	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Cristina De Carvalho Silva Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Matilde Soares Duarte Marques	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Alda Maria Pereira Simões	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Joaquim Pina da Fonseca	Professor Associado ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Filipe José Da Cunha Monteiro Gama Freire	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Paula Ferreira Dias Barbosa Póvoa	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INDUSTRIAL	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Miguel Calisto Baleizão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luísa Margarida Dias Ribeiro de Sousa Martins	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Vítor Manuel Gerales Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Fernanda Do Nascimento Neves de Carvalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Amélia Nortadas Duarte de Almeida Lemos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Francisco Manuel Da Silva Lemos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Monteiro Cardoso de Menezes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Sebastião Manuel Tavares da Silva Alves	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Mário Nuno de Matos Sequeira Berberan e Santos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Paulo De Lacerda e Oliveira Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Moisés Luzia Gonçalves Pinto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Clara Lopes Marques	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciência e Engenharia de Materiais	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Paulo Sequeira Farinha	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

Fernanda Maria Ramos da Cruz Margarido	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA METALURGICA E DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
Maria Tereza Angelino Reis	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria Joana Castelo-Branco de Assis Teixeira Neiva Correia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Edgar Caetano Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Zita Carla Torrão Pinto Martins	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Carla Isabel Costa Pinheiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria de Fátima Grilo da Costa Montemor	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria do Rosário Gomes Ribeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Machado Teixeira Gomes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
João Alfredo Vieira Canário	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Química Ambiental	20	Ficha submetida
José Manuel Félix Madeira Lopes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Tânia Rute Xavier de Matos Pinto Varela	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
Ana Paula Vieira Soares Pereira Dias	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Miguel Ângelo Joaquim Rodrigues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria Teresa Nogueira Leal da Silva Duarte	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
				<b>4320</b>	

<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.

44

###### 5.4.1.2. Número total de ETI.

43.2

##### 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:	43	99.537037037037

### 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):	43.2	100

### 5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

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

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	43.2	100
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0	0

### 5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.

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

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	42	97.22222222222222
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0	0

## Pergunta 5.5. e 5.6.

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

*A avaliação do desempenho do pessoal docente do IST assenta no sistema multicritério definido no "Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes do Instituto Superior Técnico" (Despacho n.º 3855/2017, DR 2ª série, n.º 88 de 8 de maio de 2017, que actualiza o Despacho n.º 262/2013, DR, 2ª série, n.º 4, de 7 de janeiro de 2013, e o despacho n.º 4576/2010, DR 2ª Série, n.º 51 de 15 de março), sendo aplicado a cada docente individualmente e é aplicado nos períodos estipulados por Lei.*

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

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

*Performance assessment of IST teaching-staff relies on the multi-criteria system defined in the "Regulations of Performance of IST Teaching-staff" (Rectoral Order 3855/2017 Government Journal 2nd Series, No 88 of May 8, that updates the Rectoral Order 262/2013 Government Journal 2nd Series, No 4 of January 7 and the Rectoral Order 4576/2010, Government Journal 2nd Series, No. 51 of 15 March), which is applied to each professor individually and*

*for periods established under the law. It allows for the quantitative assessment of the performance of the teaching staff in different strands and is reflected particularly on the allocation of the teaching duties, which is governed by the Rectoral Order 8985/2011 (Government Journal, 2nd Series, No. 130 of 8th July).*

5.6. Observações:  
<sem resposta>

5.6. Observations:  
<no answer>

## 6. Pessoal Não Docente

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

*Técnicos de laboratório - 6*

*Secretariado - 2*

*Informática - 1*

*Gestão de edifícios- 2*

*Receção - 2*

*Segurança - 2*

*Estes 15 funcionários estão a tempo integral, embora sejam partilhados com outros ciclos de estudo nos quais o Departamento de Engenharia Química participa, em particular os Mestrados integrados de Engenharia Química e Engenharia Biológica, assim como diversos programa doutorais.*

*Para além destes funcionários, existem bolsеiros que prestam apoio ao laboratório de informática e biblioteca.*

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

*Laboratory Technicians - 6*

*Administrative support - 2*

*Computer expert -1*

*Building management – 2*

*Reception – 2*

*Security -2*

*These 15 elements work full time, although they are shared with other study cycles in which the Chemical Engineering Department is involved, in particular the integrated Masters in Chemical Engineering and Biological Engineering as well as several Doctoral Programmes*

*Additionally, there is a variable number of grant holders who work part time in the computer laboratory and the Library.*

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

*Dos 15 elementos, um tem Mestrado e cinco têm licenciatura*

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

*Of the 15 non-academic staff, one holds a master degree and five hold a bachelor degree*

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

*O IST implementa o SIADAP desde a sua criação jurídica, em 2004, tendo actualizado o funcionamento e os procedimentos, com as revisões do sistema de avaliação, em 2007 e em*

*2013. A avaliação integra os subsistemas:*

*- de Avaliação do Desempenho dos Dirigentes da Administração Pública - SIADAP 2, aplicado em ciclos de três anos, consoante as comissões de serviço dos avaliados*

*- de Avaliação do Desempenho dos Trabalhadores da Administração Pública - SIADAP 3, com carácter bianual, a partir do ciclo de 2013-2014.*

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

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

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

- *the System for Performance Assessment of the Senior Officials of the Public Administration (SIADAP 2), applied in three cycles, depending on the service commissions of those evaluated;*
  - *the System for Performance Assessment of the Public Administration Employees (SIADAP 3), every two years, from 2013-2014. This process was dematerialized and is available on the central application form of IST (.dot). Access is made by the different actors (evaluators, evaluated, HR Division, and senior officials) electronically.*
- The PREVPAP regulations will drive IST to integrate diverse members of non-academic staff in the Public Administration. Further information about Human Resources Division available at IST webpage.*

## 7. Instalações e equipamentos

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

- 8 Laboratórios de ensino, com cerca de 1226 m2*
- 4 Sala de informática com cerca de 261 m2*
- 2 Bibliotecas com cerca de 990 m2*
- 59 Laboratórios para investigação/ensino com cerca de 2396 m2*
- 9 Salas de estudo com cerca de 593.5 m2*
- 17 Salas de aula com cerca de 1043 m2*
- 16 Anfiteatros para ensino com cerca de 1565.2 m2*

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

- 8 Teaching laboratories with about 1226 sqm*
- 4 Sala de informática/3 Computer rooms with about 261 sqm*
- 2 Libraries with about 990 sqm*
- 59 Research/teaching laboratories with about 2396 sqm*
- 9 Study rooms with about 593.5 sqm*
- 19 Classrooms with about 1043 sqm*
- 16 Lecture halls with about 1565.2 sqm*

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

- Computadores desktop- cerca de 50*
- Tanque com agitação - 3*
- Unidade piloto de osmose inversa 1*
- Unidade piloto integrada de Filtração, Prensagem e Secagem com 4 tipos diferentes de placas de tipos diferentes de placas de filtração 1*
- Unidade piloto para estudos de processos de oxidação avançados com UV 1*
- Reactor piloto de alta pressão 2*
- Col. com enchimento para destilação 1*
- Analizador CQO 1*
- Aparelho Cromatografia Líquida 1*
- Aparelho de potencial zeta 1*
- Aparelho de TG/DSC Simultâneo TA Instruments SDT 2960 1*
- Aparelho Espectroscopia de Absorção Atómica 3*
- Aparelho Espectroscopia de Ultra-Violeta 1*
- Aparelho para adsorção química e física Micromeritics AutoChem II 1*
- Aparelho para medição de áreas metálicas e superficiais Micromeritics ASAP 2010 1*
- Bomba de calor 1*
- Instalação de filtração (filtro de vácuo e acessórios) 1*
- Col. de bolhas 2*
- Col. de destilação descontínua piloto 1*
- Col. de pratos para destilação 1*
- Col. de Extração Líq.-Líqu. de enchimento / de pulsação / Kühni / RDC 1*
- Cromatógrafos 3*

**7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):***Desktop computers - about 50**Shaking tank - 3**Reverse osmosis pilot unit 1**Integrated Pilot Filtration, Pressing and Drying Unit with 4 different types of plates of different types of filtration plates 1**Pilot unit for studies of advanced oxidation processes with UV 1**High pressure pilot reactor 2**Col. with filling for distillation 1**COD analyzer 1**Liquid Chromatography Apparatus 1**Zeta potential apparatus 1**Simultaneous TG / DSC device TA Instruments SDT 2960 1**Atomic Absorption Spectroscopy 3**Ultraviolet Spectroscopy Apparatus 1**Micromeritics AutoChem II chemical and physical adsorption apparatus 1**Instrument for measuring metallic and surface areas Micromeritics ASAP 2010 1**Heat pump 1**Filtration installation (vacuum filter and accessories) 1**Col. of bubbles 2**Pilot batch distillation column 1**Col. of distillation dishes 1**Liquid-Liquid Extraction Col. pump / pulse / Kühni / RDC 1**Chromatographs 3***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
CQE	Excelente/Excellent	Instituto Superior Técnico	18	
CERENA	Excelente/Excellent	Instituto Superior Técnico	12	
CeFEMA	Muito Bom/Very Good	Instituto Superior Técnico	3	
IBB	Excelente/Excellent	Instituto Superior Técnico	4	
IN+	Excelente/Excellent	Instituto Superior Técnico	2	
CEG-IST	Muito Bom/Very Good	Instituto Superior Técnico	2	

**Pergunta 8.2. a 8.4.**

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

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/2d1e11c2-e2e9-c271-1866-5e78d1a93a28>

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento



tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/2d1e11c2-e2e9-c271-1866-5e78d1a93a28>

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.

*Projecto ITN PIONEER: "Plasma catalysis for CO2 recycling and green chemistry": duas teses PhD em co-direcção com ENSICAEN/Univ. Caen-Normandie e Sorbonne Universités*

*Projecto CLEAN4G (2018-2021) liderado pela SECIL: coordena a linha de investigação "Metanação CO2"*

*Projecto SOLCARE (ERANET-MED, 2016-2019): O REFORMING CATALÍTICO INDUZIDO PELA ENERGIA SOLAR: UM PROCESSO HÍBRIDO PARA TRANSFORMAÇÃO DE LIXO URBANO EM ENERGIA (UPMC, Paris)*

*Optimization of Wastewater Quality in the Sines Refinery, colaboração com GalpEnergia*

*Galp's Sines Refinery Processing Units Pinch-based Heat Integration, colaboração com GalpEnergia*

*Profitability Increase of a Formaldehyde Production Plant, coloboração com a empresa EuroResinas*

*P2020 project "Solar-driven Ca-Looping Process for Thermochemical Energy Storage" (started in October 2019)*

*RISE MSC project "Integrated Process and Product Design for Sustainable Biorefineries" — IProPBio ; 2018-2021.*

*Nanostructured Materials as Catalysts for the Degradation of Polyolefins*

*Isomerização de Nafta Química Ligeira para Produção de Gasolina, colaboração com a GALPEnergia*

*Kinetics and Reactor Design for the Oligomerization of C5-C7 Olefins, colaboração com a GALPEnergia*

*Projeto de estudos em Medidas de Eficiência Energética para Setores na Indústria (MEESI), colaboração com a DGEG e FAI*

*Iberdiesel – Desenvolvimento e aplicação de novos processos para produção de biocombustíveis - Projecto QREN nº 3089 com a empresa Iberol.*

*FatFuel- Análises de caracterização de amostras de gorduras animais. Testes de produção de biodiesel para a empresa Enerfuel.*

*Energreen – Liquefacção de biomassa para utilização como combustível em fornos de cimento. Projecto QREN nº 30227 com a CMP-Secil*

*Partiless-Redução e Captura de Partículas em Sistemas de Queima de Biomassa . Projecto P2020 com a TORBEL POCI-01-0247-FEDER-003434*

*Projeto FCT (POCTI/EQU/33207/2000), "Recuperação de fenol com membranas líquidas: fundamentos do processo e simulação*

*Portugal2020 : NanoPoli (POCI-01-0247-FEDER-010228) (01/01/2016); ElastomReg (POCI-01-0247-FEDER-023559) (15/11/2017); Parceiro: CABOPOL SA.*

*Plataforma Tecnológica de Microencapsulação e Imobilização (IST) - protocolo de colaboração com o CICECO (UA) e Symrise AG (Alemanha)*

*Projeto Europeu SurfLenses - Surface modifications to control drug release from therapeutic ophthalmic lenses (M-ERA.NET/0005/2012 ) (2013-2017)*

*Projeto CartHeal - Cartilages for hip prosthesis with controlled drug release ability, PTDC/CTM-CTM/29593/2017 (2018-2021)*

*Ação Marie-Curie (Innovative Training Networks - European Training Networks) ORBITAL - Ocular Research By Integrated Training And Learning (2019-20123)*

*Precusores de fibras de carbono inovadores por ATRP de monómeros acrílicos mediada por complexos de cobre. Projecto de desenvolvimento com a SGL Composites (Lavradio). 2019-20*

*Novos materiais organometálicos de boro emissores para dispositivos OLED. Projecto de desenvolvimento com a NOVALED GmbH (Dresden, Alemanha). 2013-*

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.

*ITN PIONEER project: "Plasma catalysis for CO2 recycling and green chemistry": two PhD theses in co-direction with ENSICAEN / Univ. Caen-Normandie and Sorbonne Universités*

*Project CLEAN4G (2018-2021) led by SECIL: coordinates the research line "CO2 methanation"*

*SOLCARE Project (ERANET-MED, 2016-2019): CATALYTIC REFORMING INDUCED BY SOLAR ENERGY: A HYBRID PROCESS FOR TRANSFORMING URBAN WASTE INTO ENERGY (UPMC, Paris)*

*Optimization of Wastewater Quality in the Sines Refinery, collaboration with GalpEnergia*

*Galp's Sines Refinery Processing Units Pinch-based Heat Integration, collaboration with GalpEnergia*

*Profitability Increase of a Formaldehyde Production Plant, collaboration with EuroResinas*

*P2020 project "Solar-driven Ca-Looping Process for Thermochemical Energy Storage" (started in October 2019)*

*RISE MSC project "Integrated Process and Product Design for Sustainable Biorefineries" - IProPBio; 2018-2021.*

*Nanostructured Materials as Catalysts for the Degradation of Polyolefins*

*Isomerization of Light Chemical Naphtha for Gasoline Production, collaboration with GALPEnergia*

*Kinetics and Reactor Design for the Oligomerization of C5-C7 Olefins, collaboration with GALPEnergia*

*Study project on Energy Efficiency Measures for Industry Sectors (MEESI), collaboration with DGEG and FAI*

*Iberdiesel - Development and application of new processes for the production of biofuels - Project QREN nº 3089 with the company Iberol.*

*FatFuel- Characterization analysis of animal fat samples. Biodiesel production tests for the company Enerfuel.*

*Energreen - Liquefaction of biomass for use as fuel in cement kilns. QREN Project No. 30227 with CMP-Secil*

**Partless-Particle Reduction and Capture in Biomass Burning Systems. Project P2020 with TORBEL POCI-01-0247-FEDER-003434**  
**FCT Project (POCTI / EQU / 33207/2000), "Phenol recovery with liquid membranes: fundamentals of the process and simulation**  
**Portugal2020: NanoPoli (POCI-01-0247-FEDER-010228) (01/01/2016); ElastomReg (POCI-01-0247-FEDER-023559) (11/15 /2017); Partner: CABOPOL SA.**  
**Technological Platform for Microencapsulation and Immobilization (IST) - collaboration protocol with CICECO (UA) and Symrise AG (Germany)**  
**European SurfLenses Project - Surface modifications to control drug release from therapeutic ophthalmic lenses (M-ERA.NET/0005/2012) (2013-2017)**  
**CartHeal Project - Cartilages for hip prosthesis with controlled drug release ability, PTDC / CTM-CTM / 29593/2017 (2018-2021)**  
**Marie-Curie Action (Innovative Training Networks - European Training Networks) ORBITAL - Ocular Research By Integrated Training And Learning (2019-20123)**  
**Precursors of innovative carbon fibers by ATRP of acrylic monomers mediated by copper complexes. Development project with SGL Composites (Lavradio). 2019-20**  
**New boron-emitting organometallic materials for OLED devices. Development project with NOVALED GmbH (Dresden, Germany). 2013-**

## 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:

*Consideraram-se os dados relativos ao desemprego dos diplomados da DGEEC. Os dados mais recentes são relativos a Junho de 2019 (Fonte: Caracterização dos desempregados registados com habilitação superior–junho de 2019–Tabela Geral)*

*Para comparação considerou-se a oferta formativa similar em Lisboa e Porto, nomeadamente os mestrados em Engenharia Química da UNL e da UP, com desemprego de 1,6% e 2,3% respectivamente. (Diplomados entre 2010 e 2018) Nas restantes universidades, o desemprego varia entre os 1,4% e os 2,4%, demonstrando assim um baixo nível de desemprego ao nível da Engenharia Química. O actual Mestrado oferecido no IST apresenta, para os mesmos cortes e período, um desemprego de 2,4%.*

*Os dados internos do IST indicavam que 92,9% dos diplomados deste mestrado encontram-se a desempenhar actividade remunerada (Inquérito anual à situação profissional dos recém-diplomados de 2º Ciclo do IST–Observatório de Empregabilidade do IST, 2019).*

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

*DGEEC graduates' unemployment data were considered. The most recent data are for June 2019 (Source: Characterization of registered unemployed with higher education - June 2019 - General Table)*

*For comparison, a similar training offer was considered in Lisbon and Porto, namely the master's degrees in Chemical Engineering at UNL and UP, with unemployment of 1.6% and 2.3% respectively. (Graduates between 2010 and 2018) In the remaining universities, unemployment varies between 1.4% and 2.4%, thus demonstrating a low level of unemployment in terms of Chemical Engineering. The current Master's degree offered at IST presents, for the same cuts and period, unemployment of 2.4%.*

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

*Este NCE permitirá dar aos alunos que concluíram o 1º ciclo do IST uma formação complementar habilitando-os ao desempenho de funções de engenheiro em Portugal ou qualquer parte do mundo, tal como se tem observado actualmente.*

*Por outro lado este NCE conseguirá captar alunos de outras universidades portuguesas ou estrangeiras na medida que são dois anos de formação intensa, mas muito próxima da realidade industrial e permitindo a aprendizagem de tópicos estruturantes e de interesse para resolver os actuais desafios da sociedade.*

*Este NCE apresenta uma elevada flexibilidade na construção do seu plano curricular (20% dos ECTS) permitindo que os alunos obtenham um especialização ou a abordagem de temas de outra área de engenharia, preparando-os melhor para as profissões do futuro tendencialmente multidisciplinares. A possibilidade dos alunos escolherem o tema da dissertação de mestrado eleva a flexibilidade para 45% dos ECTS do curso, motivo de agrado para os futuros estudantes deste NCE.*

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

*This NCE will allow students who have completed the 1st cycle of IST a complementary training enabling them to perform engineering duties in Portugal or any part of the world, as has been observed today.*

*On the other hand, this NCE will be able to attract students from other Portuguese or foreign universities as they are*

*two years of intense training, but very close to the industrial reality and allowing the learning of structuring topics and of interest to solve the current challenges of society.*

*This NCE presents a high flexibility in the construction of its curricular plan (20% of ECTS) allowing students to obtain a specialization or to approach topics from another engineering area, preparing them better for the professions of the future, which tend to be multidisciplinary. The possibility for students to choose the subject of their master's thesis increases flexibility to 45% of the ECTS of the course, a reason for the future students of this NCE.*

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

*No nosso departamento existem várias colaborações científicas e tecnológicas, que são concretizadas através do desenvolvimento de projectos de investigação a decorrer (e propostos para o futuro) e/ou através de orientação conjunta em temas conducentes a dissertações de mestrado ou teses de doutoramento. Podem-se apontar as seguintes como as mais relevantes:*

*Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*

*Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa*

*Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa*

*ISEL- Instituto Superior de Engenharia de Lisboa*

*Instituto Politécnico de Setúbal.*

**9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:**

*In our department there are several scientific and technological collaborations, which are achieved through the development of ongoing research projects (and proposed for the future) and / or through joint guidance on topics leading to master's dissertations or doctoral theses. The following can be pointed out as the most relevant:*

*Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*

*Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa*

*Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa*

*ISEL- Instituto Superior de Engenharia de Lisboa*

*Instituto Politécnico de Setúbal.*

## **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 processo de criação deste NCE foi efectuada uma análise de outros cursos no Espaço Europeu que mostraram que no essencial tem as competências semelhantes às deste curso, tendo, no entanto, particularidades específicas como consequência da especialização própria do corpo docente das respectivas escolas. Foram analisados os cursos similares nas seguintes escolas no Espaço Europeu:*

*Stanford University, Reino Unido*

*Aalborg University, Dinamarca*

*DTU, Dinamarca*

*TU Delft; Holanda*

*Technische Universiteit Eindhoven, Holanda*

*EPFL, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suíça*

*Polimi, Politecnico di Milano, Itália*

*Universidade de Toulouse; ENSIACET, França*

*UPCatalunya, Universidade Politécnica da Catalunha Espanha*

*Aalto, Finlândia*

*UCL, Reino Unido*

*Imperial College, Reino Unido*

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

*In the process of creating this NCE, an analysis of other courses in the European Space was carried out which showed that in essence it has similar skills to this course, having, however, specific particularities as a result of the specialization of the teaching staff of the respective schools. Similar courses were analyzed at the following schools in the European Area:*

*Stanford University, United Kingdom*

*Aalborg University, Denmark*

*DTU, Denmark*

*TU Delft; Netherlands*

*Technische Universiteit Eindhoven, Netherlands*

*EPFL, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland*

*Polimi, Politecnico di Milano, Italy*

Toulouse University; ENSIACET, France  
 UPCatalunya, Polytechnic University of Catalonia Spain  
 Aalto, Finland  
 UCL, United Kingdom  
 Imperial College, United Kingdom

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

*Os objectivos de aprendizagem encontrados nas várias escolas no Espaço Europeu consultadas relativos a este NCE que corresponde ao actual 2º. ciclo do mestrado integrado em Engª. Química são em geral semelhantes. No entanto, sendo este NCE um complemento à Licenciatura de Engª. Química observa-se que os conteúdos seleccionados para o plano diferem entre escolas. Nota-se uma tendência para a escolha de ramos ou áreas de especialização mais relacionadas com as temáticas específicas dos docentes envolvidos, tanto mais que há um conjunto razoável de opcionais (cerca de 20 % dos ECTS do curso). Por outro lado, havendo um vasto conhecimento na área da Engª. Química tomaram-se opções que aproveitassem as competências do DEQ, sem descuidar os tópicos de importância e actualidade, apostando na modelação dos sistemas para resolver/abordar tópicos dos desafios da sociedade, nomeadamente relacionados, com a eficiência da utilização de recursos (materiais ou energéticos), o ambiente e a segurança.*

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

*The learning objectives found in the various schools in the European Space consulted regarding this NCE, which corresponds to the current 2nd.cycle of the integrated master's degree in Engineering. Chemistry is generally similar. However, this NCE being a complement to the Engineering Degree. Chemistry notes that the contents selected for the plan differ between schools. There is a trend towards the choice of branches or areas of specialization more related to the specific themes of the teachers involved, especially since there is a reasonable set of options (about 20% of the ECTS of the course). On the other hand, with vast knowledge in the area of Engineering. Chemistry options were taken to take advantage of DEQ's competences, without neglecting the topics of importance and timeliness, betting on the modeling of systems to solve/address topics of society's challenges, namely related to the efficiency of the use of resources (material or energy), the environment and safety.*

## 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 -

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:

*Os alunos podem escolher efectuar a sua dissertação dentro do campus do IST, havendo para tal toda a infraestrutura de Centros com financiamento da FCT. A escolha do Centro ligado ao IST é efectuada através da escolha do tema que*

*foi proposto por um ou dois docentes ou investigadores de determinado Centro de Investigação. A lista de Centros com raiz no IST é extensa, mas destacam-se os mais usuais para os nossos alunos: CQE, CERENA, CEFEMA, entre outros.*

*Por outro lado, os estudantes podem escolher um tema proposto por uma entidade exterior ao IST (empresa, Centro de Investigação Universitário ou Laboratório do Estado). O Aluno realizar totalmente ou parcialmente o trabalho ness entidade externa ao IST, havendo sempre um orientador docente ou investigador permanente do IST que acompanha e orienta os alunos dando-lhe todo o suporte necessário para a obtenção da sua dissertação de mestrado.*

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

**905/5000**

*Students can choose to carry out their dissertation within the IST campus, with the entire infrastructure of Centers financed by FCT. The choice of the Center linked to IST is made through the choice of the theme that was proposed by one or two professors or researchers from a determined Research Center. The list of Centers with roots in IST is extensive, but we highlight the most usual ones for our students: CQE, CERENA, CEFEMA, among others.*

*On the other hand, students can choose a topic proposed by an entity outside IST (company, University Research Center or State Laboratory). The Student performs all or part of the work in this entity external to IST, always having a teaching advisor or permanent researcher from IST who accompanies and guides students giving him all the necessary support to obtain his master's dissertation.*

### 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
Anton Friedl	TUWienn	Professor Catedrático	Doutorado	25
Andreia Duarte	Smartfreez Lda	Investigadora	Doutorada	5
Pedro Aguiar Sarmiento	The Navigator Company	Engº. de Processo	Engº.	10
Jasper Van Noyen	Dow Benelux BV, Terneuzen, the Netherlands	Research Director	Doutorado	20
Renato Carvalho	Iberol	Responsável de I&D	Doutorado	15
Stepan Spatenka	PSE, London,UK	Senior Consultor	Doutorado	10
George Jackson	Imperial College, London, UK	Professor Catedrático	Doutorado	30
Lourdes Vega	Khalifa University, Abu Dhabi, UAE	Professor	Doutorada	23
Maria Margarida Pires dos Santos Mateus	Secil	Engenheira de Processo	Doutorada	3
Paulo César Gonçalves Granadeiro	Cipan	Diretor de Produção	Mestre	3
Djêide Evangelista Rodrigues Rocha	The Navigator Company	Engenheira de Processo	Mestre em Engº. Química	5

## 12. Análise SWOT do ciclo de estudos

### 12.1. Pontos fortes:

- 1. Garantir aos alunos uma formação de banda larga complementar ao 1º. Ciclo.**
- 2. Versatilidade nas competências adquiridas pelos alunos e facilidade/capacidade de adaptação a um leque variado de áreas de atuação**
- 3. Componente prática do ensino fortemente apoiada em trabalhos laboratoriais.**
- 4. Componente computacional forte nomeadamente no que respeita à utilização de pacotes informáticos próprios da Eng. Química**
- 5. Possibilidade de utilizar aos conhecimentos adquiridos ao longo do curso num projecto de equipa final integrador de conhecimentos ou do tipo capstone**
- 6. Desenvolve competências individuais e de equipa pelos vários projectos e trabalhos feitos ao longo do curso.**
- 7. Procura responder aos desafios Sociais nomeadamente ao nível ambiental, energético e de segurança industrial.**
- 8. Corpo docente altamente especializado para a leção do curso.**
- 9. Estrutura da escola bem organizada com unidades de apoio, processos e ferramentas que proporcionam regularmente informação útil e monitorizam de forma adequada a qualidade do CE.**
- 10. Corpo docente que desenvolve grande actividade de investigação com forte ligação a empresas nacionais e internacionais e universidades/institutos nacionais e internacionais.**

#### **12.1. Strengths:**

- 1. Guarantee students a broadband training complementary to the 1st. Cycle.**
- 2. Versatility in the skills acquired by students and ease/ability to adapt to a wide range of areas of expertise**
- 3. The practical component of teaching strongly supported by laboratory work.**
- 4. Strong computational component, namely regarding the use of Eng. Química's own computer packages**
- 5. Possibility to use the knowledge acquired during the course in a final team project integrating knowledge or the capstone type**
- 6. Develops individual and team skills through the various projects and work done throughout the course.**
- 7. It seeks to respond to societal challenges, namely in terms of the environment, energy, and industrial safety.**
- 8. Highly specialized teaching staff for teaching the course.**
- 9. Well-organized school structure with support units, processes, and tools that regularly provide useful information and adequately monitor the quality of the EC.**
- 10. Faculty that develops a large research activity with a strong connection to national and international companies and national and international universities / institutes.**

#### **12.2. Pontos fracos:**

- 1. Limitações de equipamentos laboratoriais não permitem acomodar de forma conveniente o número crescente de alunos; vários equipamentos laboratoriais encontram-se obsoletos e/ou no limite da sua vida útil, necessitando de substituição.**
- 2. Falta de espaços com condições para os alunos desenvolverem trabalho autónomo em grupo eventualmente supervisionado por docentes**
- 3. Falta de pessoal de apoio aos laboratórios de modo a flexibilizar o horário de funcionamento dos laboratórios.**
- 4. Idade média dos docentes elevada**
- 5. Reduzidos incentivos para docentes investirem na componente pedagógica**
- 6. Dificuldade expectável de docentes e de alunos para se adaptarem com eficácia a um paradigma de transmissão de conhecimentos centrado no aluno (ainda alguma dependência nas aulas “expositivas”).**
- 7. Pouco de incentivo ao desenvolvimento da criatividade dos alunos.**
- 8. Dificuldades no financiamento do ensino superior.**

#### **12.2. Weaknesses:**

- 1. Limitations of laboratory equipment do not allow to accommodate the growing number of students in a convenient way; various laboratory equipment is obsolete and / or at the limit of its useful life, requiring replacement.**
- 2. Lack of spaces with conditions for students to develop autonomous group work eventually supervised by teachers**
- 3. Lack of laboratory support staff in order to make the working hours of the laboratories more flexible.**
- 4. High average age of teachers**
- 5. Reduced incentives for teachers to invest in the pedagogical component**
- 6. Expected difficulty for teachers and students to adapt effectively to a student-centered knowledge transmission paradigm (still some dependence on “expository” classes).**
- 7. Little incentive to develop students' creativity.**
- 8. Difficulties in financing higher education.**

#### **12.3. Oportunidades:**

- 1. Visibilidade e implantação de alumni IST no tecido social, administrativo e económico do país.**
- 2. Existência de programas doutorais com elevado dinamismo que motivam e consolidam a formação dos estudantes, proporcionando-lhes uma maior perspectiva de prossecução após terminarem o ciclo de estudos, e potenciadores de implementação de modelos alternativos de aprendizagem (TAs, correctores etc).**
- 3. Possibilidade de desenvolvimento profissional em áreas multidisciplinares e transversais.**
- 4. Reestruturação dos cursos no IST com a inclusão de novas medidas de prática pedagógica podem potenciar a aprendizagem por parte dos alunos e o seu entusiasmo pelo curso.**

5. **Número elevado de recém-doutorados com grande qualidade intelectual e científica com potencial para assegurar a eventual renovação do corpo docente.**
6. **Tomada de consciência por parte dos alunos da necessidade de procurarem de forma sistemática complementar a sua formação com experiências extra-curriculares.**
7. **Possibilidade de desenvolvimento de trabalho de projeto integrador em áreas emergentes, tais como as energias renováveis, as nano-tecnologias, as tecnologias limpas ou a intensificação de processos.**
8. **A integração do Campus Tecnológico Nuclear (CTN) no IST, abre a possibilidade de formação em novas áreas de tecnologia nuclear (materiais, proteção radiológica, física médica, etc.) e acesso a equipamento experimental único em Portugal.**
9. **Crescente procura de engenheiros químicos na Europa do Norte cria oportunidades para os engenheiros/mestres formados pelo curso**

#### 12.3. Opportunities:

1. **Visibility and implementation of IST alumni in the social, administrative, and economic fabric of the country.**
2. **Existence of doctoral programs with high dynamism that motivate and consolidate the training of students, providing them with a greater perspective of continuation after finishing the cycle of studies, and enhancing the implementation of alternative models of learning (TAs, correctors, etc.).**
3. **Possibility of professional development in multidisciplinary and transversal areas.**
4. **Restructuring of courses at IST with the inclusion of new measures of pedagogical practice can enhance students' learning and their enthusiasm for the course.**
5. **A high number of recent doctorates with great intellectual and scientific quality with the potential to ensure the eventual renewal of the teaching staff.**
6. **Students' awareness of the need to systematically seek to complement their training with extra-curricular experiences.**
7. **Possibility of developing integrative project work in emerging areas, such as renewable energies, nano-technologies, clean technologies or the intensification of processes.**
8. **The integration of the Nuclear Technological Campus (CTN) in IST, opens the possibility of training in new areas of nuclear technology (materials, radiation protection, medical physics, etc.) and access to unique experimental equipment in Portugal.**
9. **Growing demand for chemical engineers in Northern Europe creates opportunities for engineers/masters trained by the course**

#### 12.4. Constrangimentos:

1. **Atratividade crescente dos melhores estudantes por grandes Escolas Europeias e Mundiais. Crescente mobilidade desses alunos ao nível do final do 1º ciclo e que não tem ainda uma contrapartida simétrica, no sentido oposto, da atratividade do IST para alunos internacionais, em particular ao nível da qualidade dos alunos atraídos.**
2. **Dificuldades associadas à manutenção, reparação e aquisição de equipamentos, aquisição de componentes necessários para o ensino, renovação de espaços e aquisição de consumíveis**
3. **Dificuldade de contratação de professores convidados - profissionais com experiência reconhecida - para as áreas de projeto.**
4. **Dificuldade de docentes e de alunos se adaptarem com eficácia a um paradigma de transmissão de conhecimentos centrado no aluno (ainda alguma dependência notória das aulas "expositivas")**
5. **Envelhecimento do corpo docente e falta de renovação, que se acentuou com a crise económico-financeira, que faz com que se funcione acima do rácio docente/aluno desejável.**
6. **Insuficiência de meios para renovar e mesmo por vezes fazer a manutenção dos equipamentos de laboratórios.**
7. **Insuficiência de técnicos de apoio a laboratório.**
8. **Dificuldades de lecionação uniforme se os alunos inscritos surgirem com formação de 1º ciclo diferente de Engenharia Química ou Química Tecnológica.**

#### 12.4. Threats:

1. **Increasing attractiveness of the best students by major European and World Schools. Increasing mobility of these students at the end of the 1st cycle and which does not yet have a symmetrical counterpart, in the opposite direction, of the attractiveness of IST for international students, particularly in terms of the quality of the students attracted.**
2. **Difficulties associated with the maintenance, repair, and acquisition of equipment, acquisition of necessary components for teaching, renovation of spaces and purchase of consumables**
3. **Difficulty in hiring guest professors - professionals with recognized experience - for the project areas.**
4. **The difficulty for teachers and students to adapt effectively to a student-centered knowledge transmission paradigm (still some notorious dependence on "expository" classes)**
5. **Aging of the teaching staff and lack of renewal, which was accentuated by the economic and financial crisis, which makes it work above the desirable teacher/student ratio.**
6. **Insufficient means to renew and even sometimes maintain laboratory equipment.**
7. **Insufficiency of laboratory support technicians.**
8. **Difficulties in uniform teaching if enrolled students appear with a 1st cycle different from Chemical Engineering or Technological Chemistry.**

**12.5. Conclusões:**

*A criação do Mestrado em Engenharia Química seguiu o regulamento aprovado no Conselho de Gestão do Instituto Superior Técnico, cumprindo com todos os requisitos impostos pelas novas Medidas de Ensino e Práticas Pedagógicas. O novo ciclo de estudos é baseado no 2º. Ciclo do anterior curso de Mestrado Integrado de Engenharia Química e mantém uma formação sólida em componentes complementares a um primeiro ciclo da área da Engenharia Química ou Química. A área de especialização em engenharia química é dominante relativamente ao conjunto de unidades curriculares que é oferecido. O curso inclui um conjunto de 24 ECTS em unidades curriculares opcionais. Estes blocos permitem uma razoável flexibilidade de escolha dos alunos, podendo estes escolher um Minor IST (lista de oferta geral do IST) ou opcionais de 4 áreas de especialização do Departamento : i) Engenharia do Produto; ii) Engenharia de Processos e Sistemas, iii) Transição Energética e Sustentabilidade; iv) Catálise e Polímeros. A componente laboratorial e/ou computacional relacionada com a engenharia química é incluída de forma coerente nas várias unidades curriculares. Um projeto de Engenharia Química integrador de conhecimentos antecedendo a Dissertação de Mestrado permitirá aos alunos consolidar os conhecimentos adquiridos através da resolução de um caso de processo industrial onde diferentes vertentes serão incluídas e avaliadas. A Dissertação de Mestrado poderá versar um tema de investigação científica ou de inspiração empresarial em geral realizado pelos alunos em instituições ou empresas fora do IST. Estas alterações permitem a este novo curso de mestrado igualar os padrões internacionais a nível Europeu na área da engenharia Química.*

**12.5. Conclusions:**

*The creation of the Master in Chemical Engineering followed the regulation approved by the Management Board of Instituto Superior Técnico, complying with all the requirements imposed by the new Teaching Measures and Pedagogical Practices. The new cycle of studies is based on the 2nd. Cycle of the previous Integrated Master's course in Chemical Engineering and maintains a solid background in complementary components to a first cycle in the area of Chemical or Chemical Engineering. The area of specialization in chemical engineering is dominant in relation to the set of course units that is offered. The course includes a set of 24 ECTS in optional course units. These blocks allow reasonable flexibility for students to choose, and they can choose a Minor IST (IST's general offer list) or options from 4 areas of specialization of the Department: i) Engineering of the product; ii) Process Systems Engineering, iii) Energy Transition and Sustainability; iv) Catalysis and Polymers. The laboratory and/or computational component related to chemical engineering is included consistently in the various curricular units. A Chemical Engineering project integrating knowledge prior to the Master's Dissertation will allow students to consolidate the knowledge acquired through the resolution of an industrial process case where different aspects will be included and evaluated. The Master's Dissertation may deal with a theme of scientific research or business inspiration in general carried out by students in institutions or companies outside IST. These changes allow this new master's degree to match international standards at European level in the field of Chemical engineering.*