

# ACEF/1314/20482 — Guião para a auto-avaliação

---

## Caracterização do ciclo de estudos.

**A1. Instituição de Ensino Superior / Entidade Instituidora:**

*Instituto Politécnico De Tomar*

**A1.a. Outras Instituições de Ensino Superior / Entidades Instituidoras:**

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

*Escola Superior De Tecnologia De Tomar*

**A3. Ciclo de estudos:**

*Engenharia Química e Bioquímica*

**A3. study programme:**

*Chemical and Biochemical Engineering*

**A4. Grau:**

*Licenciado*

**A5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (nº e data):**

*Diário da República, 2º série - Nº 166 - 30 de agosto de 2011 (Despacho nº 10764/2011)*

**A6. Área científica predominante do ciclo de estudos:**

*Tecnologia dos Processos Químicos*

**A6. Main scientific area of the study programme:**

*Chemical Processes Technology*

**A7.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos (3 algarismos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF):**

*524*

**A7.2. Classificação da área secundária do ciclo de estudos (3 algarismos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:**

*442*

**A7.3. Classificação de outra área secundária do ciclo de estudos (3 algarismos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:**

*543*

**A8. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:**

*180*

**A9. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL-74/2006, de 26 de Março):**

*3 anos*

**A9. Duration of the study programme (art.º 3 DL-74/2006, March 26th):**

*3 years*

**A10. Número de vagas aprovado no último ano lectivo:**

*23*

**A11. Condições de acesso e ingresso:**

*Unidades curriculares de acesso - Matemática (16) e Física e Química (07)  
Preferências regionais (50%)*

Aveiro, Braga, Castelo Branco, Coimbra, Évora, Guarda, Leiria, Lisboa, Portalegre, Porto, Santarém, Setúbal, Viana do Castelo e Viseu.

#### A11. Entry Requirements:

*Specific entry subjects - Mathematics (16) and Physics and Chemistry (07)*

*Regional preferences (50%)*

*Aveiro, Braga, Castelo Branco, Coimbra, Évora, Guarda, Leiria, Lisboa, Portalegre, Porto, Santarém, Setúbal, Viana do Castelo e Viseu.*

## A12. Ramos, opções, perfis...

### Pergunta A12

A12. Percursos alternativos como ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):

*Não*

### A12.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento (se aplicável)

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

Opções/Ramos/... (se aplicável):

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

*<sem resposta>*

## A13. Estrutura curricular

### Mapa I -

#### A13.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia Química e Bioquímica*

#### A13.1. study programme:

*Chemical and Biochemical Engineering*

#### A13.2. Grau:

*Licenciado*

#### A13.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

*<sem resposta>*

#### A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

*<no answer>*

#### A13.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
Matemática/Mathematics	M	26	0
Física/Physics	F	9.5	0
Química Geral e Analítica/General and Analytical Chemistry	QGA	15.5	0
Química Orgânica e Biotecnologia/Organic Chemistry and	QOB	22	11

Biotechnology			
Química Física e Inorgânica/Physics and Inorganic Chemistry	QFI	20	5.5
Processos Industriais/Industrial Processes	PI	29.5	11
Tecnologia Química/Chemical Technology	TQ	18.5	27.5
Tecnologias do Ambiente/Environmental Technologies	TA	9	0
Ambiente e Qualidade/Quality and Environment	AQ	8	5.5
Celulose e Papel/Cellulose and Paper	CP	0	22
*número de ECTS necessários nas UC optativas: 22 / number of credits necessary in optional units: 22	CP/TQ/QOB/PI/QFI/AQ	0	0
<b>(11 Items)</b>		<b>158</b>	<b>82.5</b>

## A14. Plano de estudos

### Mapa II - - 1º Ano/ 1º Semestre

#### A14.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia Química e Bioquímica*

#### A14.1. study programme:

*Chemical and Biochemical Engineering*

#### A14.2. Grau:

*Licenciado*

#### A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

*<sem resposta>*

#### A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

*<no answer>*

#### A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

*1º Ano/ 1º Semestre*

#### A14.4. Curricular year/semester/trimester:

*1st year/ 1 st semester*

#### A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Matemática I/Mathematical Analysis I	M	Semestre/Semester	162	T-30;TP-30	6	Obrigatória
Álgebra Linear/Linear Algebra	M	Semestre/Semester	135	T-30;TP-30	5	Obrigatória
Química Geral/General Chemistry	QGA	Semestre/Semester	148.5	T-30;PL-30	5.5	Obrigatória
Física I/Physics I	F	Semestre/Semester	135	T-30;TP-30	5	Obrigatória
Introdução à Engenharia Química e Bioquímica/ Introduction to Chemical and Biochemical Engineering	TQ	Semestre/Semester	108	T-15;TP-30	4	Obrigatória
Computação Aplicada/Applied Computing	PI	Semestre/Semester	121.5	T-30;PL-30	4.5	Obrigatória
<b>(6 Items)</b>						

### Mapa II - - 1º Ano/ 2º Semestre

#### A14.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia Química e Bioquímica*

#### A14.1. study programme:

*Chemical and Biochemical Engineering*

**A14.2. Grau:**  
*Licenciado*

**A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
<sem resposta>

**A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
<no answer>

**A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*1º Ano/ 2º Semestre*

**A14.4. Curricular year/semester/trimester:**  
*1st year/ 2nd semester*

<b>A14.5. Plano de estudos / Study plan</b>						
<b>Unidades Curriculares / Curricular Units</b>	<b>Área Científica / Scientific Area (1)</b>	<b>Duração / Duration (2)</b>	<b>Horas Trabalho / Working Hours (3)</b>	<b>Horas Contacto / Contact Hours (4)</b>	<b>ECTS</b>	<b>Observações / Observations (5)</b>
Análise Matemática II/ Mathematical Analysis II	M	Semestre/Semester	162	T-30;TP-30	6	Obrigatória
Química Orgânica I/ Organic Chemistry I	QOB	Semestre/semester	148.5	T-30;PL-30	5.5	Obrigatória
Química Inorgânica/Inorganic Chemistry	QFI	Semestre/Semester	148.5	T-30;PL-30	5.5	Obrigatória
Física II / Physics II	F	Semestre/Semester	121.5	T-30;TP-30	4.5	Obrigatória
Mecânica dos Fluidos/ Fluid Mechanics	TA	Semestre/Semester	108	T-15;TP-30	4	Obrigatória
Probabilidades e Estatística/Probability and Statistics	M	Semestral/Semester	121.5	T-30;TP-30	4.5	Obrigatória
<b>(6 Items)</b>						

## **Mapa II - - 2º Ano/ 1º Semestre**

**A14.1. Ciclo de Estudos:**  
*Engenharia Química e Bioquímica*

**A14.1. study programme:**  
*Chemical and Biochemical Engineering*

**A14.2. Grau:**  
*Licenciado*

**A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
<sem resposta>

**A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
<no answer>

**A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*2º Ano/ 1º Semestre*

**A14.4. Curricular year/semester/trimester:**  
*2 nd Year/ 1 st Semester*

<b>A14.5. Plano de estudos / Study plan</b>						
<b>Unidades Curriculares /</b>	<b>Área Científica /</b>	<b>Duração /</b>	<b>Horas Trabalho /</b>	<b>Horas Contacto /</b>	<b>ECTS</b>	<b>Observações</b>

Curricular Units	Scientific Area (1)	Duration (2)	Working Hours (3)	Contact Hours (4)	ECTS	Observations (5)
Química Orgânica II/Organic Chemistry II	QOB	Semestre/Semester	148.5	T-30;PL-30	5.5	Obrigatória
Química das Soluções/ Chemistry of Solutions	QGA	Semestre/Semester	148.5	T-30;PL-30	5.5	Obrigatória
Termodinâmica Química I/Chemical Thermodynamics I	QFI	Semestre/Semester	135	T-30;TP-30	5	Obrigatória
Balanços de Matéria e Energia/Material and Energy Balances	PI	Semestre/Semester	135	T-30;TP-30	5	Obrigatória
Química Física/ Physical Chemistry	QFI	Semestre/Semester	121.5	T-22,5;TP-30	4.5	Obrigatória
Métodos Numéricos Aplicados/ Applied Numerical Methods	M	Semestre/Semester	121.5	T-22,5;TP-30	4.5	Obrigatória
<b>(6 Items)</b>						

## Mapa II - - 2º Ano/ 2º Semestre

### A14.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia Química e Bioquímica*

### A14.1. study programme:

*Chemical and Biochemical Engineering*

### A14.2. Grau:

*Licenciado*

### A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

*<sem resposta>*

### A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

*<no answer>*

### A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

*2º Ano/ 2º Semestre*

### A14.4. Curricular year/semester/trimester:

*2 nd Year/ 2nd Semester*

### A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Química/ Chemical Analysis	QGA	Semestre/Semester	121.5	T-22,5;PL-30	4.5	Obrigatória
Microbiologia/ Microbiology	QOB	Semestre/Semester	148.5	T-30;PL-30	5.5	Obrigatória
Fenómenos de Transferência/Transport Phenomenon	TQ	Semestre/Semester	135	T-30;TP-30	5	Obrigatória
Termodinâmica Química II /Chemical Thermodynamics II	QFI	Semestre/Semester	135	T-30;TP-30	5	Obrigatória
Bioquímica/Biochemistry	QOB	Semestre/Semester	148.5	T-30;PL-30	5.5	Obrigatória
Reactores Químicos I /Chemical Reactors I	TQ	Semestre/Semester	121.5	T-22,5;TP-30	4.5	Obrigatória
<b>(6 Items)</b>						

## Mapa II - - 3º Ano/ 1º Semestre

### A14.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia Química e Bioquímica*

**A14.1. study programme:***Chemical and Biochemical Engineering***A14.2. Grau:***Licenciado***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

&lt;sem resposta&gt;

**A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**

&lt;no answer&gt;

**A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***3º Ano/ 1º Semestre***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***3 rd Year/ 1st Semester***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Processos de Separação I /Separation Processes I	TQ	Semestre/Semester	135	T-30;TP-30	5	Obrigatória
Economia e Gestão/Economy and Business Administration	AQ	Semestre/Semester	108	TP45	4	Obrigatória
Instrumentação e Controlo/Instrumentation and Control	PI	Semestre/Semester	135	T-30;TP-30	5	Obrigatória
Processos Industriais e Ambiente/ Industrial Processes and Environment	TA	Semestre/Semester	135	T-30;PL-30	5	Obrigatória
Reactores Químicos II /Chemical Reactors II	TQ	Semestre/Semester	148.5	T-30;PL-30	5.5	Optativa/Optional
Serviços Industriais/ Industrial Utilities	PI	Semestre/Semester	148.5	T-30;TP-30	5.5	Optativa/Optional
Engenharia Genética/Genetic Engineering	QOB	Semestre/Semester	148.5	T-30;PL-30	5.5	Optativa/Optional
Engenharia Enzimática/Enzyme Engineering	QOB	Semestre/Semester	148.5	T-30;PL-30	5.5	Optativa/Optional
Matérias-Primas/Raw Materials	CP	Semestre/Semester	148.5	T-30;TP-30	5.5	Optativa/Optional
Tecnologia da Celulose/Cellulose Technology	CP	Semestre/Semester	148.5	T-30;TP-30	5.5	Optativa/Optional
Tecnologia Alimentar/Food Technology	TQ	Semestre/Semester	148.5	T30;TP30	5.5	Optativa/Optional
<b>(11 Items)</b>						

**Mapa II - - 3º Ano/ 2º Semestre****A14.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia Química e Bioquímica***A14.1. study programme:***Chemical and Biochemical Engineering***A14.2. Grau:***Licenciado***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

&lt;sem resposta&gt;

**A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**

&lt;no answer&gt;

**A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*3º Ano/ 2º Semestre*

**A14.4. Curricular year/semester/trimester:**  
*3 rd Year/ 2 nd Semester*

#### **A14.5. Plano de estudos / Study plan**

<b>Unidades Curriculares / Curricular Units</b>	<b>Área Científica / Scientific Area (1)</b>	<b>Duração / Duration (2)</b>	<b>Horas Trabalho / Working Hours (3)</b>	<b>Horas Contacto / Contact Hours (4)</b>	<b>ECTS</b>	<b>Observações / Observations (5)</b>
Gestão da Qualidade/ Quality Management	AQ	Semestre/Semester	108	T-30;TP-30	4	Obrigatória
Higiene e Segurança/ Health and Safety	PI	Semestre/Semester	81	TP-30	3	Obrigatória
Projecto/ Project	PI	Semestre/Semester	324	TP-15;OT-30;S-16	12	Obrigatória
Processos de Separação II/ Separation Processes II	TQ	Semestre/Semester	148.5	T-30;PL-30	5.5	Optativa/Optional
Processos Químicos/ Chemical Processes	PI	Semestre/Semester	148.5	T-30;TP-30	5.5	Optativa/Optional
Processos de Separação em Biotecnologia/Separation Processes on Biotechnology	TQ	Semestre/Semester	148.5	T-30;TP-30	5.5	Optativa/Optional
Reactores Biológicos/Biological Reactors	TQ	Semestre/Semester	148.5	T-30;PL-30	5.5	Optativa/Optional
Tecnologia do Papel/Paper Technology	CP	Semestre/Semester	148.5	T-30;PL-30	5.5	Optativa/Optional
Tecnologia da Transformação/Converting Technology	CP	Semestre/Semester	148.5	T-30;PL-30	5.5	Optativa;Optional
Pigmentos e Tintas/Pigments and Paints	QFI	Semestre/Semester	148.5	T-30;PL-30	5.5	Optativa/Optional
Segurança Alimentar/Food Safety	AQ	Semestre/Semester	148.5	T-30;TP-30	5.5	Optativa/Optional
<b>(11 Items)</b>						

## **Perguntas A15 a A16**

**A15. Regime de funcionamento:**  
*Diurno*

**A15.1. Se outro, especifique:**  
*<sem resposta>*

**A15.1. If other, specify:**  
*<no answer>*

**A16. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos (a(s) respectiva(s) Ficha(s) Curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa VIII)**  
*Natércia Santos; José Quelhas Antunes; Paula Portugal; Teresa Silveira; Valentim Nunes.*

## **A17. Estágios e Períodos de Formação em Serviço**

### **A17.1. Indicação dos locais de estágio e/ou formação em serviço**

**Mapa III - Protocolos de Cooperação**

**Mapa IV. Mapas de distribuição de estudantes**

**A17.2. Mapa IV. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio.(PDF, máx. 100kB)**  
Documento com o planeamento da distribuição dos estudantes pelos locais de formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.  
*<sem resposta>*

### A17.3. Recursos próprios da instituição para acompanhamento efectivo dos seus estudantes no período de estágio e/ou formação em serviço.

---

A17.3. Indicação dos recursos próprios da instituição para o acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e períodos de formação em serviço.

*Não se aplica.*

A17.3. Indication of the institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods.

*Not applicable.*

### A17.4. Orientadores cooperantes

---

A17.4.1. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes (PDF, máx. 100kB).

A17.4.1. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes (PDF, máx. 100kB)

Documento com os mecanismos de avaliação e selecção dos monitores de estágio e formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino e as instituições de formação em serviço.

*<sem resposta>*

Mapa V. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (para ciclos de estudos de formação de professores).

A17.4.2. Mapa V. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (para ciclo de estudos de formação de professores) / Map V. External supervisors responsible for following the students' activities (only for teacher training study cycles)

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

*<sem resposta>*

## Pergunta A18 e A19

A18. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

*Instituto Politécnico de Tomar - Escola Superior de Tecnologia de Tomar.*

A19. Regulamento de creditação de formação e experiência profissional (PDF, máx. 500kB):

[A19\\_RegCreditacaoFormacao.pdf](#)

A20. Observações:

*<sem resposta>*

A20. Observations:

*<no answer>*

A21. Participação de um estudante na comissão de avaliação externa

A Instituição põe objecções à participação de um estudante na comissão de avaliação externa?

*Não*

## 1. Objectivos gerais do ciclo de estudos

1.1. Objectivos gerais definidos para o ciclo de estudos.

*Este ciclo de estudos visa contribuir para a maior qualidade, eficiência, flexibilidade, segurança e competitividade dos meios de produção industrial e dos serviços na área da engenharia química e bioquímica. Nesse sentido, constitui-se como uma oferta formativa de natureza profissionalizante, especializada, capaz de dar resposta às solicitações do*

mercado de trabalho, nacional e internacional, relativamente a profissionais com competências para desempenhar funções técnicas e de direção técnica, na implementação, monitorização e otimização de processos industriais e de serviços na área de estudo. Pretende-se que durante toda a formação seja estimulado o espírito crítico e inovador, o intercâmbio com instituições de ensino estrangeiras e o contacto com o mundo empresarial, bem como o cumprimento de regras de ética ambiental e profissional. Foi, ainda, estabelecido como um dos objetivos, criar condições para o prosseguimento dos estudos no 2º ciclo de formação em Tecnologia Química.

### 1.1. Study programme's generic objectives.

*This study cycle aims to contribute to improve quality, efficiency, flexibility, security and competitiveness of the industrial production systems and services in the area of chemical and biochemical engineering. In this sense, it represents a specialized formative offer of professional character, able to meet the demands of the national and international labor market for professionals with skills to perform technical and technical management functions, in the implementation, monitoring and optimization of industrial processes and services in the study area. It is intended, during the whole study cycle, to stimulate the critical and innovative spirit, the exchanges with foreign educational institutions, and the contact with the companies' world, as well as compliance with environmental rules and professional ethics. It was also established as an objective, to create conditions for further studies in the 2nd cycle degree in Chemical Technology.*

### 1.2. Coerência dos objectivos definidos com a missão e a estratégia da instituição.

*O IPT, criado no âmbito da implementação do ensino superior politécnico em Portugal, é uma instituição dotada de valências nas áreas das ciências, tecnologias, artes e humanidades. Este tem como objetivos primordiais: formar alunos com elevado nível cultural, científico, artístico, tecnológico e profissional, através dum ensino prático e adaptado às necessidades da sociedade; realizar atividades de pesquisa e investigação aplicada; prestar serviços à comunidade regional e promover o intercâmbio com instituições congéneres nacionais e estrangeiras. Na formação, tem como missão: realizar cursos conducentes à obtenção dos graus de licenciado e mestre e outros de menor duração, como os Cursos de Especialização Tecnológica e as Pós-graduações; organizar ou cooperar em atividades de extensão educativa, cultural e técnica; realizar trabalhos de investigação aplicada e de desenvolvimento experimental; atualizar ou reconverter técnicos; apoiar o desenvolvimento regional; e a investigação e o desenvolvimento aplicados. Procura ainda incrementar a interligação com o meio empresarial, visando a valorização recíproca, por implementação de projetos de investigação e desenvolvimento aplicados, estabelecimento de parcerias e associação com instituições, nacionais ou estrangeiras que visem atividades de I&D e de desenvolvimento regional, isto por via de protocolos para realização de estágios curriculares e profissionais, ou desenvolvimento de projetos por alunos e docentes.*

*Por seu lado, a ESTT, com larga tradição e créditos firmados no ensino superior, há mais de 30 anos, tem também por missão criar, transmitir e difundir cultura, ciência e tecnologia, ministrando formação superior para o exercício de atividades profissionais no campo da Engenharia e das Artes e promover o desenvolvimento da região e do país, como parceiro privilegiado das organizações empresariais. Pretende ser uma referência de excelência no ensino, com práticas flexíveis, criativas e inovadoras, com orientação eminentemente prática. Os valores por que se rege são a cidadania, a melhoria contínua, a busca constante da valorização, a motivação e atualização pedagógica, científica e tecnológica dos seus recursos, o bom relacionamento e a disponibilidade para com os estudantes e as organizações suas parceiras e a preocupação com o desenvolvimento socioeconómico da região.*

*Assim sendo, e uma vez que as Engenharias são uma das áreas incluídas no plano estratégico do IPT, este ciclo de estudos constitui uma forte aposta na continuidade desta missão, que vem sendo cumprida com êxito e que se considera crucial para o desenvolvimento tecnológico regional e nacional.*

### 1.2. Coherence of the study programme's objectives and the institution's mission and strategy.

*The IPT, created with the implementation of the polytechnic system in Portugal, is an institution endowed with valences in the sciences, technology, arts and humanities. IPT has as its primary objectives: to graduate students with high cultural levels, as well as scientific, artistic, technological and professional, through a teaching methodology with a strong effort on practical work and tailored to the needs of society; performing research and applied research activities; providing services to the regional community and promoting exchanges with national and international counterparts institutions.*

*On formation, IPT has as its mission: conduct courses leading to the bachelor and master degrees and other shorter duration courses, such as technological specialization courses (CET) and postgraduate courses; organize or cooperate in activities related to the educational, technical and cultural fields; performing applied research and experimental development; upgrade or rehabilitate technicians; support regional development, and applied research and development. IPT also seeks to increase the interconnection with the business world, aiming at mutual upsurge, by implementing projects of applied research and development, launching partnerships and association with national and international institutions, aimed at R & D and regional development activities, protocols for conducting curricular and professional training, or development of projects by students and teachers.*

*Concerning the ESTT, with a long tradition in higher education during over 30 years, is also responsible for creating, transmitting and disseminating culture, science and technology, by promoting the graduation on engineering and arts and the development of the region and the country as a privileged partner of the companies. It intended to be a benchmark of excellence in education with flexible, creative and innovative practices, with eminently practical guidance. The sought values are citizenship, continuous improvement, constantly endeavoring for the valorization, motivation and educational, scientific and technological updating of its resources, good relationships and accessibility to students and its partner organizations and the concern with the socio-economic development of the region.*

*Therefore, and since the engineering is one of the areas included in the strategic plan of the IPT, this course is a strong commitment to continuing this mission, which has been successfully accomplished and that is considered crucial for regional and national technological development.*

### **1.3. Meios de divulgação dos objectivos aos docentes e aos estudantes envolvidos no ciclo de estudos.**

*Todos os docentes envolvidos no ciclo de estudos são conhecedores dos objectivos do curso, uma vez que participaram na definição, discussão e elaboração dos documentos necessários à sua criação, que teve lugar em reuniões do, então, Conselho do Departamento de Engenharia Química e do Ambiente, entretanto congregado na Unidade Departamental de Engenharias. Também os membros dos Conselhos Científico e Pedagógico, onde foi apresentada e aprovada a proposta para ser submetida a registo, tiveram oportunidade de conhecer os objetivos. Atualmente, cabe à Comissão de Coordenação do Curso, à qual pertence um representante dos alunos, a responsabilidade de divulgação, junto de todos os envolvidos, da informação relativa ao ciclo de estudos, incluindo os seus objetivos. Adicionalmente, e desde o seu registo, todas as informações relativas ao curso, objetivos abrangidos, estão disponíveis nas páginas do IPT e da ESTT, com acesso permanente e simplificado através do portal web.*

### **1.3. Means by which the students and teachers involved in the study programme are informed of its objectives.**

*All teachers involved in the study cycle are knowledgeable of the course objectives, since they participated in the definition, discussion and drafting of the documents necessary for its creation in the meetings of the Council of the Department of Chemical and Environmental Engineering, which is now inserted on the Engineering Departmental Unit (UDE). The members of the Scientific and Pedagogical Councils also had the opportunity to know the objectives, since they analyzed and approved the proposal of the course creation to be submitted for registration. Presently, it is the Course Coordination Commission, to which belongs a representative of the students that has the responsibility of disseminating the course's information to all involved, including its goals. Anyway, since the course registration, all information related with it, objectives too, are available in the web pages of IPT and ESTT with permanent and simplified access through the web portal.*

## **2. Organização Interna e Mecanismos de Garantia da Qualidade**

### **2.1 Organização Interna**

---

#### **2.1.1. Descrição da estrutura organizacional responsável pelo ciclo de estudo, incluindo a sua aprovação, a revisão e actualização dos conteúdos programáticos e a distribuição do serviço docente.**

*O Diretor da Escola nomeia o Diretor de Curso (DC) que constitui uma Comissão de Coordenação de Curso (CCC). Esta reúne sempre que necessário e analisa o funcionamento do Curso. No final de cada semestre, em reunião com os docentes, avaliam-se os resultados e propõem-se ações de melhoria. Considera-se a evolução da informação, percepção dos docentes, necessidades do mercado e a opinião dos estudantes. Os conteúdos programáticos são elaborados pelos docentes de acordo com o fixado pelo Conselho Técnico-Científico (CTC). A CCC analisa os programas e sugere alterações, quando se justifica, que são enviadas ao CTC para aprovação. O Presidente do IPT decide sobre a aprovação de novos cursos, ou alterações, sob proposta do CTC. Os docentes integram-se em diferentes unidades departamentais (UD) e lecionam em diferentes cursos. Com base na formação académica e área de especialização, o DC solicita docentes indicando a carga horária. O diretor da UD procede à distribuição de serviço.*

#### **2.1.1. Description of the organisational structure responsible for the study programme, including its approval, the syllabus revision and updating, and the allocation of academic service.**

*The School Director appoints the Programme Director (PD) who sets up a Programme Coordinating Committee (PCC). This committee meets as necessary to analyse the functioning of the programme. At the end of each semester, in a meeting with the teaching staff, results are assessed and improvement measures proposed. Course contents are designed by the lecturers as established by the Technical-Scientific Committee (TSC). The PCC examines course contents and proposes alterations, where appropriate, that are submitted to the TSC for approval. The President of the Polytechnic decides on the approval of new programmes or programme reviews on a proposal by the TSC. The teaching staff are attached to different departmental units (DU) and teach different programmes. The Programme Director requests the academic staff and establishes their workload with basis on their academic background and area of expertise. The Head of the DU allocates the academic staff to activities.*

#### **2.1.2. Forma de assegurar a participação activa de docentes e estudantes nos processos de tomada de decisão que afectam o processo de ensino/aprendizagem e a sua qualidade.**

*A participação ativa de docentes e estudantes decorre da participação nos órgãos de gestão, nomeadamente na CCC, nos Conselhos Pedagógico e Académico e, no caso dos docentes, nos Conselhos da UD e CTC. Os estudantes contam ainda com a ação do Provedor do Estudante que se articula com as estruturas representativas dos estudantes e com os órgãos e serviços do IPT e suas Escolas. Vários aspetos da coordenação científica e pedagógica do curso são analisados, discutidos e aprovados em reuniões de docentes do curso. Docentes e estudantes colaboram na elaboração de horários e mapas de avaliação. O DC promove reuniões com os estudantes para conhecer as suas opiniões. O Centro de Avaliação e Qualidade do IPT (CAQ) aplica, em cada semestre, questionários a docentes e estudantes. Estes questionários abordam aspetos gerais relacionados com o curso, com a unidade curricular, com o cumprimento de objetivos, e com o desempenho do docente.*

#### **2.1.2. Means to ensure the active participation of academic staff and students in decision-making processes that have an influence on the teaching/learning process, including its quality.**

*Active involvement of students and academic staff arises from their representation in management bodies, notably in the PCC, in the Pedagogical and Academic Committees and, for the teaching staff, in the general meetings of the*

*Departmental Units and the TSC. The students have the support of the Student Ombudsman who forms a link between the bodies representative of students and the bodies and services from IPT and its attached schools. Varied aspects of the scientific and pedagogical coordination of the programme are analysed, discussed and approved in lecturers meetings. Lecturers and students cooperate in the preparation and execution of timetables and assessment sheets. The PD promotes meetings with the students for collecting feedback. Every semester, the QAC applies questionnaires to teaching staff and students. These questionnaires deal with general aspects related with the programme, the courses, goal attainment and the performance of lecturers.*

## **2.2. Garantia da Qualidade**

---

### **2.2.1. Estruturas e mecanismos de garantia da qualidade para o ciclo de estudos.**

*O IPT tem uma estrutura formal, o CAQ, para gerir os processos internos de avaliação e garantia de qualidade, que são promovidos pelo Conselho Pedagógico (CP). O processo de ensino e de aprendizagem do curso, bem como outros aspetos do funcionamento da Instituição, é avaliado, semestralmente, através de questionários aplicados a alunos e docentes e, ocasionalmente, a empregadores e diplomados. Os resultados são apreciados pelos CP e CTC. Anualmente são também elaborados relatórios sobre o funcionamento das unidades curriculares do curso, preparados pelos respetivos docentes responsáveis, e incluídos no relatório de avaliação do curso preparado pelo DC e pela CCC. O relatório de avaliação do curso é apreciado pelos CP e CTC e enviado ao Diretor da Escola e ao Presidente do IPT, para efeitos de avaliação.*

### **2.2.1. Quality assurance structures and mechanisms for the study programme.**

*IPT has a formal structure - the Quality Assurance Centre - to manage the internal assessment and quality assurance processes promoted by the Pedagogical Committee (PC). The teaching/learning process as well as other aspects related with the institution's operation are assessed on a monthly basis through questionnaires applied to students and lecturers and, occasionally, to employers and former students. The results are examined by the PC and the TSC. On an annual basis, the lecturers in charge of course units prepare reports on their operation to be included in the programme assessment report prepared by the Programme Director and the PCC. The assessment report is examined by the Pedagogical Committee and the TSC and submitted to the School Director and the President of the Polytechnic for consideration.*

### **2.2.2. Indicação do responsável pela implementação dos mecanismos de garantia da qualidade e sua função na instituição.**

*O responsável pela garantia da qualidade do Curso é o respetivo DC. O curso tem uma estrutura de gestão, integrada pelo DC e pela CCC, responsável pela coordenação científica e pedagógica, por assegurar o normal funcionamento do curso e propor medidas que visem ultrapassar as dificuldades encontradas. No CAQ do IPT há um docente que representa a Escola nos processos de avaliação e qualidade. Esse elemento faz a ligação entre o CAQ e o Diretor da Escola, que supervisiona a implementação das ações.*

### **2.2.2. Responsible person for the quality assurance mechanisms and position in the institution.**

*The responsible for quality assurance of programmes is the respective Director. Each programme has a management structure comprised of the Programme Director and a Committee responsible for the scientific and pedagogical coordination, for ensuring the regular operation of the programme and for proposing actions targeted to overcome the difficulties encountered. In the Quality Assurance Centre a lecturer represents the School in the quality assurance processes. This lecturer forms the link between the Quality Assurance Centre and the School Director who supervises the implementation of necessary actions.*

### **2.2.3. Procedimentos para a recolha de informação, acompanhamento e avaliação periódica do ciclo de estudos.**

*O IPT possui os seus próprios regulamentos relativos à obtenção e tratamento dos dados resultantes da aplicação dos questionários aos estudantes e docentes, bem como à elaboração dos relatórios de unidade curricular (UC) e de avaliação anual dos cursos. A aplicação semestral dos questionários faz parte do calendário letivo da Escola. Estes são elaborados pelo CAQ, distribuídos no horário da aula, por uma funcionária que os recolhe e sela num envelope. Os questionários são tratados pelo CAQ que envia os resultados, de todos os docentes e de todas as UC, aos Presidentes do CP, do CTC e ao Diretor da Escola. Os resultados das UC são enviados aos DC e os dos docentes aos Diretores das UD que os distribuem pelos docentes. Os resultados são analisados, a vários níveis, o que permite implementar ações de melhoria. No site do CAQ são colocados os perfis médios.*

### **2.2.3. Procedures for the collection of information, monitoring and periodic assessment of the study programme.**

*IPT has its own internal regulations on the collection and processing of data from questionnaires to students and lecturers as well as the preparation of course reports and annual programme assessment reports. The six-monthly application of questionnaires is part of the School's academic schedule. Questionnaires are designed by the Quality Assurance Centre and distributed during class hours by an employee who collects them in a sealed envelope. The questionnaires are handled by the Quality Assurance Centre who then submit the results to the Presidents of the PC and the TSC as well as to the School Director. The course results are sent to the Programme Director and the teaching staff results to the Directors of the Departmental Units who communicate them to individual lecturers. The results are analysed at different levels thus enabling the implementation of improvement measures. Average profiles are published in the QAC website.*

### **2.2.4. Ligação facultativa para o Manual da Qualidade**

<sem resposta>

### 2.2.5. Discussão e utilização dos resultados das avaliações do ciclo de estudos na definição de ações de melhoria.

*O DC analisa os resultados dos questionários das UC e envia-os a cada docente. Estes resultados poderão determinar uma reunião com o docente para definição de ações de melhoria. Outros indicadores sobre o funcionamento do curso, como os resultados dos questionários aos créditos ECTS e dos relatórios das unidades curriculares, ou outras situações decorrentes do funcionamento do curso, são apreciados pelo DC e, nos casos em que se justifique, são analisados e discutidos pela CCC ou pelos docentes do curso em reuniões convocadas para o efeito. O CP aprecia os relatórios e propõe ações de melhoria.*

### 2.2.5. Discussion and use of study programme's evaluation results to define improvement actions.

*The Programme Director examines the results of course questionnaires and delivers them to individual lecturers. These results may lead to a meeting with the lecturer to define improvement measures. Other indicators on programme performance such as the results of questionnaires on ECTS credits and course reports, or other aspects related with the operation of the programme, are examined by the Programme Director and, where it is justified, analysed and discussed by the Programme Coordinating Committee or the respective lecturers in meetings called for this purpose. The Pedagogical Committee analyses the reports and proposes improvement measures.*

### 2.2.6. Outras vias de avaliação/acreditação nos últimos 5 anos.

*O IPT foi avaliado pela European University Association (EUA) em 2010.*

### 2.2.6. Other forms of assessment/accreditation in the last 5 years.

*The IPT was assessed by the European University Association (EUA) in 2010.*

## 3. Recursos Materiais e Parcerias

### 3.1 Recursos materiais

#### 3.1.1 Instalações físicas afectas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços lectivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.).

Mapa VI - Instalações físicas / Map VI - Spaces	
Tipo de Espaço / Type of space	Área / Area (m2)
Laboratório de Química Geral e Inorgânica / General and Inorganic Chemistry	108
Laboratório de Química Orgânica / Organic Chemistry Laboratory	108
Laboratório de Microscopia / Microscopy Laboratory	72
Laboratório de Microbiologia / Microbiology Laboratory	65
Laboratório de Análise Instrumental / Instrumental Analysis Laboratory	72
Laboratório de Biotecnologia / Biotechnological Laboratory	52
Laboratório Tecnológico / Technological Laboratory	168
Laboratório de Ambiente / Environment Laboratory	106
Laboratório de Ensaios Físicos / Physical Testing Laboratory	18
Laboratório de Ensaios Óticos / Optical Testing Laboratory	130
Sala de Preparação / Preparation Room	18
Salas de Balanças / Scale Rooms	18
Sala de Recolha e Acondicionamento de Amostras / Collecting and Packaging Samples Room	18
2 Salas de Apoio / 2 Support Room	18
Dois Armazéns Reagentes / Two Reagent Warehouses	18
Armazém e Arquivo / Storage and Archive	36
Armazém de Papel / Paper Storage	36
3 Gabinetes Técnicos / 3 Technical Offices	52
3 Salas de Aula / 3 Classrooms	120
Centro de Recursos Audiovisuais (IPT) / Audiovisual Resources Center	35
Sala de Reuniões / Meeting Room	33
Refeitório de Alunos / Students Restaurant	1279
Residências de Estudantes / Students Residences	3400
Biblioteca/Library	1833
Espaços Desportivos / Sports Areas	9844
Salas de aulas de Informática (3 salas de computadores) / 3 Computers classrooms	244
Salas de aula (Ed. Q) - 1 auditório e 2 salas de aula / Classrooms of Building Q - 1 auditorium and 2 classrooms	258
Salas de aula (Ed. B) - 17 anfiteatros e 1 auditório / Classrooms of Building B - 17 amphitheatres and 1 auditorium	3094
Salas de aula (Ed. O) - 1 auditório e 4 salas de aula / Classrooms of Building O - 1 auditorium and 4 classrooms	752

### 3.1.2 Principais equipamentos e materiais afectos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didácticos e científicos, materiais e TICs).

<b>Mapa VII - Equipamentos e materiais / Map VII - Equipments and materials</b>	
<b>Equipamentos e materiais / Equipment and materials</b>	<b>Número / Number</b>
Aagitadores Lab./ Lab. Mixers	8
Autoclaves / Autoclaves	2
Balanças Técnicas e Analíticas / Precision and Analysis Scales	10
Banhos termostatzados / Thermostatic Baths	4
Bombas de Vácuo / Vacuum Pumps	6
Bombas Peristálticas / Peristaltic Pumps	8
Centrifugadoras, ultracentrifugadora / Centrifuges, ultracentrifuge	4
Destiladores e desmineralizadores / Destilator and demineralizator	4
ETAR Piloto (lamas ativas) / Pilot Scale Wastewater Treatment Plant (activated sludge)	1
Equipamento JARTEST / JARTEST Equipment	1
Equipamento para medição de SST, CBO e CQO/ Equipment for Measure TSS, BOD and COD	2
Espectrofotómetro UV e VIS / Spectrophotometer UV and VIS	2
Fotómetro de Chama / Flame Photometer	1
Absorção Atómica/Atomic Absorption	1
Cromatógrafo de Fase Gasosa / Gas Chromatograph	1
Reactor (CSTR, PFR) / Reactor (CSTR,PFR)	1
Classificador de Estilha / Wood Chips Classifier / Digestor para Produção de Pasta de Celulose; Lavador de pasta / Digestor for Pulp Production; Pulp Washer	3
Formador de Folhas de Papel com Sistema de Vácuo e Aquecimento / Hand-Sheet Formers with Vacuum System and Heating	3
Máquina de revestir e Calandra / Coating Equipment and Calender	1
Eq. Determinação Imprimabilidade (IGT) / Printability Equipment (IGT)	4
Medidor de Brancura, Cor e Brilho de Papel/ Whiteness, Color and Glossmeter for paper	2
Dinamómetro / Dynamometer	1
Unidade Piloto de Escoamento Hidraulico / Hydraulic Outflow Pilot Unit	1
Potenciómetros, medidores de ph, condutivímetros / Potentiometers, pHmeters, conductivity meters	17
Evaporador Rotativo / Rotary Evaporator	1
Placas de aquecimento e agitação magnética / Heating plate and magnetic stirrer	20
Sistemas Fechados de Aquecimento (estufas, incubadoras, incubadora orbital, muflas, incinerador, etc) / Lab Thermal Equipment (ovens, incubators,...etc)	12
Leito Percolador / Water Treatment Pilot Percolater Bed	1
Viscosímetros (Brookfield, Ubbelohde, Capilares) / Viscometers	8
Microscópios óticos / Optical microscopes	7
Refractómetro portátil/ Hand-held Refractometer	1
Tituladores e Buretas Automáticas / Automatics Titrators and Burettes	3
Desintegradores; Diluidor / Pulpers	3
Micropipetas Automáticas / Automatics Micropipets	16
Fermentador com Controlo Automático / Pilot Fermentator with Automatic Control	1
Transiluminador de UV / UV Transilluminator	1
Equipamento Azoto Kjeldahl / Kjeldahl Nitrogen Essay Apparatus	1
Câmaras de Neubauer / Neubauer Chambers	10
Câmaras de Esterilização de UV, Lâmpada UV portátil de Esterilização / UV Sterilization Chamber, Portable UV Light Sterilizer	2
Contador de Colónias Microbianas / Microorganisms Colony Counter	1
Equipamento de Electroforese / Electrophoresis Apparatus	1
Unidade Piloto Zona Húmida Artificial / Pilot Scale Constructed Wetlands	6
Computadores (Biblioteca) / Computers (Library)	50
Banho Ultrasons / Ultrasound Bath	1
Abrasímetro Taber / Abrasimeter Taber; Resistência ao Rebentamento Mullen / Burst Equipment Mullen; Medição Permeabilidade e Rugosidade Bendtsen / Bendtsen Equipment; Rigidímetros (Taber e Kodak) / Dynamic Stiffness Equipments Resistência à Dobragem Köhler-Molin / Folding Endurance Eq. Köhler-Molin	6
Eq. Resist. ao Rasgamento Elmendorf / Tearing Resistance Equipment Elmendorf; Porosímetro Gurley / Gurley Porosimeter; Rugosímetro Parker-Print-Surf / Parker-Print-Surf Perfilometer	4
Eq. Medição Grau Schopper Riegler / Schopper Riegler Equipment; Classificador de Fibras Bauer-MacNett / Fiber classifier Bauer-MacNett	3
Eq. para Ensaio Cartão Canelado (Caneladora, Compressómetro, Guilhotinas)	5
Esmaltadeiras / Hand-sheet Dryer; Prensa pneumática / Pneumatic Press	3
Refinadores laboratoriais (Lampen, Valley, PFI) / Laboratory Beaters (Lampen, Valley, PFI)	4

## 3.2 Parcerias

### 3.2.1 Eventuais parcerias internacionais estabelecidas no âmbito do ciclo de estudos.

*O ciclo de estudos (LEQB) conta com as parcerias internacionais estabelecidas pelo Gab. de Relações Internacionais (GRI) do IPT. Na área do ciclo de estudos estão estabelecidas parcerias bilaterais Erasmus específicas com a Università Degli Studi di Basilicata (Itália), com a Osmaniye Korkut Ata University (Turquia), Beykent University (Turquia) e o Institut National Polytechnique de Toulouse (França). O IPT participa ainda no programa Erasmus Mundus - Parcerias através do projeto "Trans-European Mobility Project On Education for Sustainable Development" (TEMPO) financiado pela UE e coordenado pela Univ. Técnica de Lisboa e pela Universidade de Donetsk (Ucrânia). Este projeto visa promover a mobilidade de estudantes e docentes/staff entre países da UE (Portugal, Espanha e Itália) e países terceiros (Arménia, Azerbaijão, Bielorrússia, Geórgia, Moldávia e Ucrânia). Neste ano letivo, estão 3 alunos Ucrainianos (Univ. Donetsk) a frequentar o 3º ano da licenciatura no âmbito deste projeto.*

### 3.2.1 International partnerships within the study programme.

*The study programme (LEQB) has international partnerships established by the International Rel. Office (GRI) of IPT. In the area of the study cycle there are established specific bilateral partnerships Erasmus with the Univ. Degli Studi di Basilicata (Italy), the Osmaniye Ata Korkut Univ. (Turkey), the Beykent Univ. (Turkey) and the Institut National Polytechnique de Toulouse (France). The IPT also participates in the program Erasmus Mundus - Partnerships through the project "Trans-European Mobility Project On Education for Sustainable Development" (TEMPO). This project is financed by the EU and coordinated by the Technical Univ. of Lisbon and the Univ. of Donetsk (Ukraine). This project aims to promote the mobility of students and teachers/staff between EU countries (Portugal, Spain and Italy) and third countries (Armenia, Azerbaijan, Belarus, Georgia, Moldova and Ukraine). This year, 3 Ukrainian students (Univ. Donetsk) are attending the 3rd year of the degree within this project.*

### 3.2.2 Colaborações com outros ciclos de estudos, bem como com outras instituições de ensino superior nacionais.

*A LEQB está articulada com o Mestrado em Tecnologia Química e os CETs em Energia e Biocombustíveis e Qualidade Ambiental todos ministrados no IPT, quer em termos de funcionamento, quer nos conteúdos programáticos das unidades curriculares. Este ciclo de estudos integra ainda um docente de outra área do IPT - Conservação e Restauro com o intuito de lecionar uma opção na área dos pigmentos. Os 4 ciclos de estudo referidos partilham as mesmas instalações e o mesmo corpo docente. No âmbito da colaboração com outras formações quase todos os docentes da LEQB lecionam unidades curriculares na licenciatura de Engenharia do Ambiente e Biológica e ainda UCs nos cursos de licenciatura em Eng. Civil, Fotografia, Design e Artes Gráficas, de mestrado em Controlo e Electrónica Industrial entre outros.*

### 3.2.2 Collaboration with other study programmes of the same or other institutions of the national higher education system.

*The LEQB is articulated with the Master in Chemical Technology and CETs in Energy and Biofuels and Environmental Quality, all held at IPT, both in terms of operation or in the syllabus of courses. This degree also includes a teacher from another area of IPT - Conservation and restoration in order to teach an option in the field of pigments. The 4 cycles of studies listed share the same facilities and faculty. In the framework of collaboration with other formations almost all academic staff of LEQB teaches courses at the bachelor of Environmental and Biological Engineering and some units in the courses of Civil Engineering, Photography, Graphic Arts and Design, Master in Control and Industrial Electronics among others.*

### 3.2.3 Procedimentos definidos para promover a cooperação interinstitucional no ciclo de estudos.

*O IPT tem procurado, sempre, manter relações de cooperação com entidades nacionais e estrangeiras, nos domínios da investigação, formação e prestação de serviços. Os protocolos de cooperação assinados pelo IPT com diversas entidades, evidenciam e promovem a cooperação e manifestam-se nas candidaturas conjuntas a projetos, trabalhos de investigação, organização de eventos de natureza científica, prestação de serviços e participação em júris.*

*O facto dos docentes do IPT se encontrarem integrados em Centros de Investigação de diversas Instituições promove essa cooperação interinstitucional. Destaca-se ainda a participação de docentes da LEQB na "Red Iberoamericana de Docencia e Investigación en Celulose y Papel" (RIADICY) e a colaboração de docentes da LEQB com outras instituições, como a Universidade de Aveiro na supervisão de trabalhos científicos conjuntos.*

### 3.2.3 Procedures to promote inter-institutional cooperation within the study programme.

*The IPT has sought always maintain cooperative relations with national and foreign entities in the fields of research, training and service delivery. Cooperation protocols signed by IPT with various entities demonstrate and promote cooperation which is demonstrated in joint application for science projects, research, organization of scientific events, services and participation in theses' juries.*

*The fact that the IPT's teachers are integrated into Research Centres of several institutions promotes the interagency cooperation. It must be also noted the participation of several LEQB teachers in the "Red Iberoamericana de Docencia e Investigación en Celulose y Papel" (RIADICY) and the collaboration of LEQB teachers with other institutions such as the University of Aveiro, in overseeing of joint scientific works.*

### 3.2.4 Práticas de relacionamento do ciclo de estudos com o tecido empresarial e o sector público.

*Um dos objetivos estratégicos do IPT é reforçar a sua integração na envolvente regional e nacional. A Oficina de Transferência, de Tecnologia e de Conhecimento do IPT (OTIC) constitui a interface entre o IPT e o tecido empresarial. A LEQB tem desenvolvido aulas abertas a alunos do ensino secundário de escolas da região nas áreas da química e da biologia assim como ações de formação creditadas pelo CCPFC da Univ. do Minho para professores dos ensinamentos básico e secundário. Tem respondido a solicitações da Nersant (Assoc. Emp. Reg. Santarém) no sentido de*

estabelecer ligações entre o ensino e o mundo empresarial (destaca-se a colaboração no levantamento de tecnologias disponíveis para o setor agroalimentar) e do IEFP, no sentido de desenvolver e colaborar no programa "Vida Ativa - Emprego Qualificado" através da formulação de cursos de curta duração destinados à qualificação de licenciados, designadamente nas áreas de Produção de Biodiesel e de Biotecnologia Ambiental.

### 3.2.4 Relationship of the study programme with business network and the public sector.

One of the strategic goals of IPT is to enhance its integration into the regional and national environment. The Oficina de Transferência de Tecnologia e de Conhecimento (OTIC) is the interface between the IPT and the business sector. The LEQB has developed open classes to students from secondary level schools in the region in the areas of chemistry and biology as well as training activities credited by the CCPFC Univ. of Minho for teachers of lower education levels, for instance high school. It also gave answer to requests of Nersant (Assoc. Emp. Reg. Santarém) in order to establish links between education and the business world (it is noteworthy the collaboration in available technologies mapping for the agricultural and food sectors) and also a request from IEFP to develop and collaborate on "Active Life - Qualified Employment Program" through the formulation of short courses aimed to the graduates qualification, in the areas of Biodiesel Production and Environmental Biotechnology.

## 4. Pessoal Docente e Não Docente

### 4.1. Pessoal Docente

---

#### 4.1.1. Fichas curriculares

##### Mapa VIII - Natércia Maria Ferreira dos Santos

#### 4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Natércia Maria Ferreira dos Santos*

#### 4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

#### 4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

*<sem resposta>*

#### 4.1.1.4. Categoria:

*Professor Adjunto ou equivalente*

#### 4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

*100*

#### 4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

##### Mapa VIII - Valentim Maria Brunheta Nunes

#### 4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Valentim Maria Brunheta Nunes*

#### 4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

#### 4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

*<sem resposta>*

#### 4.1.1.4. Categoria:

*Professor Adjunto ou equivalente*

#### 4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

*100*

#### 4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Dina Maria Ribeiro Mateus**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Dina Maria Ribeiro Mateus*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Adjunto ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Cecília de Melo Correia Baptista**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Cecília de Melo Correia Baptista*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Adjunto ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Henrique Joaquim de Oliveira Pinho**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Henrique Joaquim de Oliveira Pinho*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Adjunto ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Isabel Maria Duarte Pinheiro Nogueira**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Coordenador ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**  
*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

#### **Mapa VIII - João Manuel Mourão Patrício**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*João Manuel Mourão Patrício*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Adjunto ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**  
*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

#### **Mapa VIII - José Manuel Quelhas Antunes**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*José Manuel Quelhas Antunes*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Adjunto ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**  
*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

#### **Mapa VIII - Luís Miguel Lindinho da Cunha Mendes Grilo**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Luís Miguel Lindinho da Cunha Mendes Grilo*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):  
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Adjunto ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):  
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

#### Mapa VIII - Luís Miguel Merca Fernandes

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Luís Miguel Merca Fernandes*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):  
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Coordenador ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):  
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

#### Mapa VIII - Marco António Mourão Cartaxo

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Marco António Mourão Cartaxo*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):  
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Adjunto ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):  
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

#### Mapa VIII - Maria Teresa da Luz Silveira

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Maria Teresa da Luz Silveira*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):  
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Adjunto ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Nuno José Valente Lopes Madeira**

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Nuno José Valente Lopes Madeira*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Coordenador ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Paula Alexandra Geraldês Portugal**

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Paula Alexandra Geraldês Portugal*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Adjunto ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Carlos Filipe Perquilhas Baptista**

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Carlos Filipe Perquilhas Baptista*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Equiparado a Assistente ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - António João de Carvalho da Cruz**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*António João de Carvalho da Cruz*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Adjunto ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Rosa Brígida Almeida de Quadros Fernandes**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Rosa Brígida Almeida de Quadros Fernandes*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Adjunto ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Rui da Costa Marques SantOvaia**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Rui da Costa Marques SantOvaia*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:***Professor Adjunto ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Maria Manuela Morgado Fernandes Oliveira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Maria Manuela Morgado Fernandes Oliveira***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

&lt;sem resposta&gt;

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

&lt;sem resposta&gt;

**4.1.1.4. Categoria:***Equiparado a Assistente ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático após submissão do guião)****4.1.2. Equipa docente do ciclo de estudos / Study cycle's academic staff**

Nome / Name	Grau / Degree	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Natércia Maria Ferreira dos Santos	Doutor	Materiais	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Valentim Maria Brunheta Nunes	Doutor	Química/Química Tecnológica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Dina Maria Ribeiro Mateus	Doutor	Biotecnologia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Cecília de Melo Correia Baptista	Doutor	Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Henrique Joaquim de Oliveira Pinho	Doutor	Engenharia Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Isabel Maria Duarte Pinheiro Nogueira	Doutor	Engenharia Mecânica e Materiais	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Manuel Mourão Patrício	Doutor	Matemática Aplicada	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Manuel Quelhas Antunes	Mestre	Processos Químicos / Engenharia Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Miguel Lindinho da Cunha Mendes Grilo	Doutor	Matemática e Estatística	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Miguel Merca Fernandes	Doutor	Matemática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Marco António Mourão Cartaxo	Doutor	Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Teresa da Luz Silveira	Mestre	Engenharia Industrial	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Nuno José Valente Lopes Madeira	Mestre	Ciências da Computação	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paula Alexandra Geraudes Portugal	Mestre	Engenharia Mecânica - Termodinâmica e Fluidos	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Filipe Perquilhas Baptista	Mestre	Investigação Operacional	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António João de Carvalho da Cruz	Doutor	Química	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rosa Brígida Almeida de Quadros Fernandes	Mestre	Física Teórica Nuclear	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rui da Costa Marques SantOvaia	Mestre	347	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Manuela Morgado Fernandes Oliveira	Mestre	Matemática - Ramo de Investigação Operacional	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
			<b>1900</b>	

&lt;sem resposta&gt;

#### 4.1.3. Dados da equipa docente do ciclo de estudos

##### 4.1.3.1.a Número de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição

19

##### 4.1.3.1.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição (campo de preenchimento automático, calculado após a submissão do formulário)

100

##### 4.1.3.2.a Número de docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos

19

##### 4.1.3.2.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos (campo de preenchimento automático, calculado após a submissão do formulário)

100

##### 4.1.3.3.a Número de docentes do ciclo de estudos em tempo integral com grau de doutor

11

##### 4.1.3.3.b Percentagem de docentes do ciclo de estudos em tempo integral com grau de doutor (campo de preenchimento automático, calculado após a submissão do formulário)

57,9

##### 4.1.3.4.a Número de docentes em tempo integral com o título de especialista

1

##### 4.1.3.4.b Percentagem de docentes em tempo integral com o título de especialista (campo de preenchimento automático, calculado após a submissão do formulário)

5,3

##### 4.1.3.5.a Número (ETI) de docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano

4

##### 4.1.3.5.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário)

21,1

##### 4.1.3.6.a Número (ETI) de docentes do ciclo de estudos não doutorados com grau de mestre (pré-Bolonha)

8

##### 4.1.3.6.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos não doutorados com grau de mestre (pré-Bolonha) (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário)

42,1

#### Perguntas 4.1.4. e 4.1.5

##### 4.1.4. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente actualização

*No IPT existe um Conselho de Coordenação de Avaliação do Pessoal Docente (CCAPD) assim como um regulamento para o processo de avaliação de desempenho do pessoal docente que tem por objetivo valorizar o desempenho, premiar o mérito dos docentes e levar à melhoria da qualidade da atividade docente no sentido de alcançar as metas de qualidade estabelecidas pelo IPT.*

*Este procedimento de avaliação realiza-se através do preenchimento, pelos docentes, de uma plataforma dedicada onde figuram alguns dados organizacionais introduzidos pelos serviços centrais (Recursos Humanos) do IPT. Com base nos elementos disponibilizados e considerando 3 vertentes: técnico-científica, pedagógica e organizacional o CCAPD, atribui uma classificação aos docentes. Este notifica, individualmente, os docentes e concede um período de tempo para eventuais reclamações. A classificação final da avaliação de desempenho tem por base a pontuação global estabelecida através da grelha de critérios que faz parte integrante do regulamento.*

*O CCAPD é o órgão competente para elaborar propostas de atualização/melhoria do procedimento de avaliação de desempenho do pessoal docente. Estas propostas são objeto de audição e parecer dos Conselhos Técnico-Científico e Pedagógico sendo o Presidente do IPT o responsável pelo despacho final.*

*A par deste procedimento, os docentes são ainda submetidos a uma avaliação por parte dos alunos, todos os semestres, através da realização de inquéritos anónimos (ver 2.2.3 e 2.2.5). Os resultados desses inquéritos são enviados aos docentes, aos diretores de curso e aos Conselhos Técnico-Científico e Pedagógico. Estes resultados*

são ainda objeto de análise em sede de comissão de curso, o diretor de curso poderá recomendar aos docentes medidas de melhoria de modo a otimizar a qualidade da leccionação.

#### **4.1.4. Assessment of academic staff performance and measures for its permanent updating**

*The IPT as a Coordination Council of Evaluation of the teaching staff (CCAPD) as well as regulations for the staff performance appraisal process, aiming to enhance the performance, reward the merits of teachers and lead to improvement of the quality of teaching.*

*This assessment procedure is carried out by filling, by teachers, a purpose-built platform where some organizational data are introduced by central services (human resources) of the IPT. On the basis of the available elements and considering three aspects: scientific, organizational and pedagogical, the CCAPD, assigns a given rating to teachers. The individual teachers are notified of CCAPD decision and they have a period of time for any complaints. The final ranking of the performance assessment is based on the overall score established by the grid of criteria which is part of the regulation.*

*The CCAPD has the competence to elaborate proposals for the improvement of the performance of the teaching staff. These proposals are subject to hearing and opinion of the scientific and technical and pedagogical counsel's being the President of the IPT responsible for the final decision.*

*Aware of this procedure, the teachers are still subjected to an evaluation by the students every semester, by conducting anonymous surveys (see 2.2.3 and 2.2.5). The results of these inquiries are sent to teachers, the course directors and the technical-scientific and pedagogical counsel's. These results are still object of analysis in Committee of course, and the program Director may recommend to faculty improvement measures so as to optimize the quality of their performance.*

#### **4.1.5. Ligação para o Regulamento de Avaliação de Desempenho do Pessoal Docente**

<http://webmanager.ipt.pt/mgallery/default.asp?obj=3498>

## **4.2. Pessoal Não Docente**

---

#### **4.2.1. Número e regime de dedicação do pessoal não docente afecto à leccionação do ciclo de estudos.**

*Não existe pessoal não docente afecto à leccionação do ciclo de estudos.*

#### **4.2.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.**

*There is no non-academic staff allocated to the study cycle with teaching functions.*

#### **4.2.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à leccionação do ciclo de estudos.**

*O pessoal não docente, do IPT, apoia diferentes cursos, listam-se de seguida, apenas, os que estão mais diretamente envolvidos neste ciclo de estudos.*

*São técnicos de laboratório, de secretariado e pessoal auxiliar com contrato a tempo integral:*

*Técnico Superior: 1 - Licenciatura em Engenharia Química Industrial - Ramo Tecnologia e Licenciatura em Engenharia do Ambiente*

*Assistente Técnico: 1 - Licenciatura em Engenharia Química Industrial - Ramo Tecnologia e Licenciatura em Engenharia do Ambiente*

*Assistente Técnico, Secretariado: 1 - 12º ano*

*Assistente Operacional: 1 - Ensino Básico (6º ano)*

#### **4.2.2. Qualification of the non academic staff supporting the study programme.**

*The non-teaching staff of IPT supports different courses, the list is then only those who are most directly involved in this course.*

*Laboratory technicians, secretarial and support staff with full-time contract:*

*Superior Technician: 1 - Degree in Chemical Engineering - Branch Technology and Degree in Environmental Engineering*

*Technical Assistant: 1 - Degree in Chemical Engineering - Branch Technology and Degree in Environmental Engineering*

*Technical Assistant, Secretariat: 1 - 12th year*

*Operational Assistant: 1 - Basic Education (6th year)*

#### **4.2.3. Procedimentos de avaliação do desempenho do pessoal não docente.**

*Existe um regulamento interno (nº1/IPT/2013) que visa regular a aplicação do Sistema Integrado de Gestão e Avaliação de Desempenho da Administração Pública em cumprimento da Lei nº 66-B/2007, de 28 de dezembro, na sua atual redação. Este regulamento aplica-se a todo o pessoal não-docente do IPT que é anualmente sujeito a um processo de avaliação de desempenho onde são avaliadas as competências e o cumprimento dos objetivos previamente fixados. Em cada serviço são nomeados avaliadores e esta avaliação conduz à determinação de uma classificação de serviço.*

#### **4.2.3. Procedures for assessing the non academic staff performance.**

*There is an internal regulation (nº 1/IPT/2013) which aims to regulate the implementation of the Integrated Management System and Performance Evaluation of Public Administration in compliance with the Law of nº 66-B/2007, December 28th, in its current wording. This regulation applies to all non-teaching staff of IPT that is subject to an annual performance review process which assesses the skills and achieving the objectives set in advance. In each service evaluators are appointed and this assessment leads to the determination of a rating service.*

#### 4.2.4. Cursos de formação avançada ou contínua para melhorar as qualificações do pessoal não docente.

*O pessoal não docente, da vertente laboratorial, afeto ao ciclo de estudos tem participado, embora sem um plano de formação definido, em cursos e eventos de natureza técnica que permitem a atualização de conhecimentos em diferentes domínios: Gestão Integrada de Resíduos nos Laboratórios; Inglês Básico; Análise de Dados com SPSS; Princípios e Aplicações de Metrologia Química; Microbiologia Prática para Técnicos de Laboratório; Jornadas de Engenharia Química e do Ambiente (IPT); Seminários de Engenharia Química (IPT).*

*Os cursos frequentados pela assistente técnica de secretariado foram: Curso de Formação Profissional de "Atendimento"; Curso de Formação Profissional de "CSH - Gestão de Horários"; Curso de Formação Profissional de "Inteligência Emocional na Administração Pública"; Ação Formação "GESCOR – Gestão Documental/Gestão Correspondência"; Curso de Formação Profissional "Fazer bem as coisas certas. Melhoria ou reengenharia de Processos?"; Ação Formação "TIC no Secretariado".*

#### 4.2.4. Advanced or continuing training courses to improve the qualifications of the non academic staff.

*The non-teaching staff of laboratory of the course have participated, without a training plan set, in courses and events of a technical nature that allow updating of knowledge in different domains : Integrated Waste Management in Labs, English Basic; Data Analysis with SPSS; Principles and Applications of Chemical Metrology; Microbiology Practice for Laboratory Technicians; Conference on Chemical and Environmental Engineering (IPT); Seminars of Chemical Engineering (IPT) .*

*The courses taken by the technical assistant secretary were: Professional Training Course in "Care"; Professional Training Course of "CSH - Management Zones"; Professional Training Course of "Emotional Intelligence in the Public Administration"; Action Training "GESCOR - Document Management / Correspondence Management"; Professional Training Course " Doing well. Improvement or re-engineering in processes?"; Action Training "ICT in the Secretariat . "*

## 5. Estudantes e Ambientes de Ensino/Aprendizagem

### 5.1. Caracterização dos estudantes

5.1.1. Caracterização dos estudantes inscritos no ciclo de estudos, incluindo o seu género, idade, região de proveniência e origem socioeconómica (escolaridade e situação profissional dos pais).

#### 5.1.1.1. Por Género

##### 5.1.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

Género / Gender	%
Feminino / Female	41
Masculino / Male	59

#### 5.1.1.2. Por Idade

##### 5.1.1.2. Caracterização por idade / Characterisation by age

Idade / Age	%
Até 20 anos / Under 20 years	13
20-23 anos / 20-23 years	46
24-27 anos / 24-27 years	16
28 e mais anos / 28 years and more	25

#### 5.1.1.3. Por Região de Proveniência

##### 5.1.1.3. Caracterização por região de proveniência / Characterisation by region of origin

Região de proveniência / Region of origin	%
Norte / North	4
Centro / Centre	91
Lisboa / Lisbon	3
Alentejo / Alentejo	1
Algarve / Algarve	0
Ilhas / Islands	0
Estrangeiro / Foreign	0

#### 5.1.1.4. Por Origem Socioeconómica - Escolaridade dos pais

##### 5.1.1.4. Caracterização por origem socioeconómica - Escolaridade dos pais / By Socio-economic origin – parents' education

Escolaridade dos pais / Parents	%
Superior / Higher	11
Secundário / Secondary	20
Básico 3 / Basic 3	19
Básico 2 / Basic 2	12
Básico 1 / Basic 1	38

#### 5.1.1.5. Por Origem Socioeconómica - Situação profissional dos pais

##### 5.1.1.5. Caracterização por origem socioeconómica - Situação profissional dos pais / By socio-economic origin – parents' professional situation

Situação profissional dos pais / Parents	%
Empregados / Employed	48
Desempregados / Unemployed	5
Reformados / Retired	21
Outros / Others	26

#### 5.1.2. Número de estudantes por ano curricular

##### 5.1.2. Número de estudantes por ano curricular / Number of students per curricular year

Ano Curricular / Curricular Year	Número / Number
1º ano curricular	35
2º ano curricular	16
3º ano curricular	17
	<b>68</b>

#### 5.1.3. Procura do ciclo de estudos por parte dos potenciais estudantes nos últimos 3 anos.

##### 5.1.3. Procura do ciclo de estudos / Study cycle demand

	2011/12	2012/13	2013/14
N.º de vagas / No. of vacancies	25	25	23
N.º candidatos 1.ª opção / No. 1st option candidates	5	2	0
N.º colocados / No. enrolled students	5	2	0
N.º colocados 1.ª opção / No. 1st option enrolments	5	2	0
Nota mínima de entrada / Minimum entrance mark	118	152	0
Nota média de entrada / Average entrance mark	129	158	0

## 5.2. Ambiente de Ensino/Aprendizagem

### 5.2.1. Estruturas e medidas de apoio pedagógico e de aconselhamento sobre o percurso académico dos estudantes.

*O Instituto Politécnico de Tomar disponibiliza aos estudantes atendimento especializado que os ajuda a salvaguardar a saúde (SAS) e a resolver os problemas do quotidiano académico até à sua inserção no mercado de trabalho através do Gabinete de Inserção na Vida Ativa (GIVA). O Gabinete de Apoio ao Estudante (GAE) tem por objetivo desenvolver estratégias que visam a promoção do sucesso escolar e o combate ao abandono dos Cursos. Existe ainda o Provedor do Estudante que tem como função zelar pelos interesses dos estudantes.*

*No âmbito da LEQB compete ao diretor e à comissão de coordenação acompanhar o funcionamento do curso e fazer propostas sobre a orientação pedagógica, os métodos de ensino e a avaliação. É de salientar a grande proximidade que existe entre os alunos e os docentes, possibilitando um diálogo sem constrangimentos sobre o percurso académico mais adequado. O Gabinete de Relações Internacionais realiza ainda sessões de esclarecimento sobre a mobilidade dos estudantes.*

### **5.2.1. Structures and measures of pedagogic support and counseling on the students' academic path.**

*The Polytechnic Institute of Tomar offers students specialized care that helps them to safeguard health (SAS) and to solve their everyday academic problems even their inclusion in the labor market through the Insertion in Active Life Office (GIVA). The Student Aid Office (GAE) aims to develop strategies to promote academic success and combat courses's abandonment. There is also the Student Ombudsman whose job is to look after the interests of the students. Within LEQB, the course director and the coordinating committee are responsible for monitoring course operation and for making proposals on pedagogical mentoring, teaching methods and evaluation. Noteworthy the close proximity that exists between students and teachers, which enables a dialogue without constraints about the most appropriate academic path. The International Office also conducts educational sessions on the mobility of students.*

### **5.2.2. Medidas para promover a integração dos estudantes na comunidade académica.**

*O IPT, através dos Serviços Académicos e do Gabinete de Apoio ao Estudante, proporciona aos novos alunos apoio desde o ato de matrícula, fornecendo informações sobre bolsas de estudo, alojamento, transporte, entre outras. A Associação de Estudantes e o Gabinete de Apoio ao Estudante têm como missão o apoio ao estudante e a sua integração na comunidade académica, estes preparam a receção aos novos estudantes, prestam esclarecimentos relativos à vida académica, organizam eventos e atividades culturais e desportivas.*

*No início do ano letivo, o Diretor da Escola e as comissões de coordenação dos cursos, promovem sessões de boas vindas aos estudantes, informando-os sobre os ciclos de estudo existentes na escola, o seu corpo docente, bem como as infraestruturas de apoio aos estudantes existentes.*

### **5.2.2. Measures to promote the students' integration into the academic community.**

*IPT, through the Academic Services and Student Support Office gives support to new students since the registration act , providing information about scholarships, accommodation, transportation, among others. The Student Association and the Student Support Office, whose mission is to support the student and their integration in the academic community, prepare the reception to new students, provide clarifications about academic life, organize events and cultural and sports activities.*

*In the beggining of the school year, the School Director and the coordinating committees of the courses, promote welcome sessions for students, informing them about the existing study's cycles in school, its academic staff and the existing support infrastructure.*

### **5.2.3. Estruturas e medidas de aconselhamento sobre as possibilidades de financiamento e emprego.**

*Os Serviços de Ação Social (SAS) apoiam financeiramente, através de bolsas de estudo, os estudantes mais carenciados, prestando ainda serviços nos domínios de alimentação e alojamento. O Gabinete de Apoio ao Estudante (GAE) oferece apoio em todas as situações do quotidiano académico. O Gabinete de Inserção na Vida Ativa (GIVA) funciona como uma ligação para os alunos e diplomados da ESTT-IPT ao mundo profissional.*

*Este último gabinete divulga permanentemente aos diplomados da ESTT as ofertas de emprego, estágios, concursos, programas de apoio à criação de autoemprego e bolsas de estudo. Promove, anualmente, uma sessão de formação sobre a elaboração de curriculum vitae, preparação de candidaturas espontâneas, respostas a anúncios de emprego/estágio e aspetos comportamentais durante a entrevista.O IPT, através dos seus diversos gabinetes e dos diretores de curso, divulga pela comunidade estudantil as diversas ofertas de trabalho e de estágio que surgem.*

### **5.2.3. Structures and measures for providing advice on financing and employment possibilities.**

*The Social Action Services ( SAS ) support financially the most needy students through scholarship, and they also provide services in the areas of food and accommodation . The Student Support Office ( GAE ) offers support in all everyday academic situations. The Office Insertion in Active Life ( GIVA ) works as a liaison of students and graduates of ESTT -IPT to the professional world.*

*The latter Office discloses, permanently, job vacancies, internships, contests, self-employment creation supporting programs and scholarship programs to ESTT-IPT graduates. Each year a training session is promoted on the preparation of curriculum vitae, unsolicited applications, responses to job postings / internship and behavioral aspects during interviews. The Institute, through its various Offices and directors of course, discloses to student community the various job and internship offers that arise.*

### **5.2.4. Utilização dos resultados de inquéritos de satisfação dos estudantes na melhoria do processo ensino/aprendizagem.**

*Os resultados dos inquéritos de satisfação dos estudantes, relativos a todos os docentes do curso e a todas as unidades curriculares, são enviados aos respetivos docentes, ao Diretor da Escola e aos presidentes dos Conselhos Técnico-Científico e Pedagógico. Ao diretor do curso é enviado um relatório com a análise relativa ao curso. Em função dos resultados cada órgão toma as medidas adequadas de acordo com as suas competências.*

*Quando os resultados de uma unidade curricular não são satisfatórios, o diretor do curso, após reunião com a Comissão de Coordenação do Curso, reúne com o docente com o objetivo de definir e implementar ações de melhoria para o seu desempenho. Cabe a cada docente analisando a sua avaliação corrigir ou melhorar os itens que apresentam resultados menos satisfatórios. Anualmente o director do curso elabora um relatório de curso que inclui uma análise swot e propostas de ações de melhoria a implementar que podem ter origem nos resultados dos inquéritos.*

### **5.2.4. Use of the students' satisfaction inquiries on the improvement of the teaching/learning process.**

*The surveys' results about student satisfaction, relative to all teachers and all curricular units are sent to the respective teachers, to the School Director and to the Chairmen of the Scientific-Technical and Educational Councils. To the course director is sent a report with the analysis on the course. Depending on the results each part shall take*

*the appropriate measures in accordance with their own skills .*

*When the results of some curricular unit are not satisfactory, the course director, after a meeting with the Course Coordination Committee, meets with the teacher in order to define and implement improvement actions to improve his/her performance. It is up to each teacher analyzing their evaluation in order to correct or improve items in which results are less satisfactory. Each year the course director shall prepare a report that includes a course swot analysis and proposals for implementing improvement actions that may have been originated by the survey results.*

#### **5.2.5. Estruturas e medidas para promover a mobilidade, incluindo o reconhecimento mútuo de créditos.**

*O Gabinete de Relações Internacionais (GRI) tem técnicos superiores qualificados e experientes que são responsáveis por todos os programas de mobilidade e alguns projetos internacionais. Cada curso tem um coordenador Erasmus que orienta os estudantes ao longo de todo o processo, na seleção da Instituição onde pretendem realizar o período de mobilidade, na análise da oferta formativa e dos planos de estudos, na elaboração do acordo de estudos e no reconhecimento mútuo de créditos. Todos os anos realiza-se uma sessão para informar e esclarecer os alunos, com a presença de técnicos do GRI e coordenadores Erasmus. Para esta sessão são convidados estudantes que participaram em programas de mobilidade para prestarem testemunho da sua experiência. O IPT foi distinguido com os Selos de Qualidade ECTS e DS, o que constitui um reconhecimento da qualidade dos procedimentos relativos à Internacionalização e à aplicação do Sistema de ECTS e Suplemento ao Diploma (DS).*

#### **5.2.5. Structures and measures for promoting mobility, including the mutual recognition of credits.**

*The International Relations Office (GRI) has qualified and experienced senior technicians who are responsible for all mobility programs and some international projects . Each course has an Erasmus coordinator who guides students along the entire process, the selection of the institution where they intend to undertake a mobility period, the analysis of the training offer and study plans, the preparation of the studies agreement and on mutual recognition credits. Every year a session is held to inform and enlighten students, with the presence of technicians from GRI and Erasmus coordinators. For this session, students that had participate in mobility programs are invited to provide testimony of your experience are invited . IPT was awarded with the ECTS and DS Quality Labels, which is a recognition of the quality of procedures for Internationalization and implementation of the ECTS and Diploma Supplement ( DS ) Systems.*

## **6. Processos**

### **6.1. Objectivos de ensino, estrutura curricular e plano de estudos**

---

#### **6.1.1. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes, operacionalização dos objectivos e medição do seu grau de cumprimento.**

*Com o diploma em LEQB pretende-se que os alunos venham a ser capazes de desempenhar funções de engenharia em empresas, sobretudo industriais, mas também em empresas de serviços, como a consultadoria e, ainda, na administração pública, nomeadamente em laboratórios, na investigação e formação, na certificação e auditoria e em entidades reguladoras. Pretende-se que os setores industriais nos quais estes engenheiros fiquem mais aptos a intervir sejam a Indústria Química, Petroquímica, Celulose e Papel, Gráfica, Agro-alimentar, Curtumes, Farmacêutica, Biotecnológica, Polímeros, Cimenteira e Cerâmica.*

*A LEQB tem como um dos seus objetivos conferir competências que permitam ao engenheiro químico e bioquímico a execução de tarefas relacionadas com a direção técnica em fábricas, tais como, a elaboração do planeamento global da produção, a gestão dos documentos relacionados com o sistema da qualidade, a coordenação de equipas da direção da qualidade, a coordenação entre as equipas de direção de produção e de direcção do laboratório, a aprovação dos protocolos das validações dos processos de fabrico, dos métodos de análise, a gestão de stocks, a coordenação de equipas de manutenção e segurança, a avaliação de fornecedores, a análise do mercado, para escolha de novos produtos, as análises de risco, a responsabilidade sobre reclamações de clientes (sobre defeitos nos produtos) e decisões sobre as ações corretivas a tomar e coordenação de planos de segurança e saúde. Em laboratórios de análises químicas e bioquímicas, num contexto não estritamente industrial, pretende-se que os licenciados em EQB do IPT tenham competência para desempenhar funções de direcção e técnicas.*

*Terminados os estudos, os alunos deverão ainda ser capazes de projetar os equipamentos mais comuns nos processos da indústria química, bem como alguns dos equipamentos relativos aos serviços industriais. Independentemente das funções que cada engenheiro venha a desempenhar, pretende-se que o faça observando aspetos de otimização ambiental e energética, de sustentabilidade e uso racional de recursos materiais e numa interação eficaz no seio de equipas multidisciplinares.*

*Para a concretização destes objetivos, seleccionou-se um conjunto de unidades curriculares que fornecem uma formação de base clássica em Engenharia Química e Bioquímica, cujos objetivos são estabelecidos de modo a permitir cobrir, em apenas 3 anos de formação, a grande maioria dos temas indispensáveis às atividades para as quais se pretende que estes engenheiros fiquem aptos. Algumas das competências são adquiridas através de UC opcionais, diversificando a oferta de profissionais para o mercado de trabalho. A formação na LEQB culmina num trabalho de projeto onde o grau de especialização é aprofundado. Nos trabalhos e nos testes de avaliação procede-se à medição do grau de cumprimentos destes objetivos.*

#### **6.1.1. Learning outcomes to be developed by the students, their translation into the study programme, and measurement of its degree of fulfillment.**

*The graduated students in LEQB shall be able to perform engineering functions in companies, mainly industrial, but also in service companies, such as consulting and in public administration, such as in laboratories , in research and training , in certification and audit and in regulators.*

*It is intended that the industrial sectors in which these engineers will become more able to intervene are the Chemical, Petrochemical, Pulp and Paper, Graphic, Agro -food, Tanneries, Pharmaceutical , Biotechnology, Polymers, Ceramics and Cement.*

*The LEQB has as one of its objectives instill skills enabling the chemical and biochemical engineer performing tasks related to the technical direction in factories, such as the development of the production global planning, the management of documents relating to the quality system, the coordination of the quality direction teams, the coordination between the production's management teams and the laboratory's management teams, the approval of the protocols of the manufacturing processes validation, of the analysis methods, the stock management, the coordination of the maintenance and safety teams, the suppliers evaluation, the market analysis to select new products, the risk analysis, the responsibility for customer complaints (on product defects) and decisions about the corrective actions to be taken and coordination of health and safety plans.*

*In nonindustrial biochemical and chemical laboratories, it is intended that the EQB graduate be competent to perform management and technique functions.*

*After their studies, students shall be able to design the most common equipment in the chemical industry processes, as well as some of the utilities equipment.*

*Regardless the functions that each engineer will perform, it is intended that he observe aspects related to the environmental and energy optimization , sustainability and rational use of material resources and in an effective interaction within multidisciplinary teams.*

*To achieve these goals , we selected a set of curricular units that provide training in classical background in Chemical Engineering and Biochemistry. The UC's objectives are established in order to allow cover, in just 3 years of training, the vast majority of subjects essential to the engineers activities. Some of the skills are acquired through optional UC, diversifying the offer of professionals for the job market . The LEQB culminates on a specialization project work. The evaluation of the objectives accomplishment is measured in the works and examination tests performed by students.*

#### **6.1.2. Demonstração de que a estrutura curricular corresponde aos princípios do Processo de Bolonha.**

*No quadro do Processo de Bolonha deve verificar-se uma mudança de metodologias de ensino, estas devem ser mais orientadas para o desenvolvimento pessoal de competências, para a pesquisa e compilação de matérias e a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos. Esta mudança está patente no plano de estudos onde se pretende, para além de um ensino baseado na transmissão de conhecimentos, criar um modelo baseado no desenvolvimento e na aquisição de competências. Incentivando e valorizando a pesquisa e a compilação de matérias e a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos, quer de natureza genérica, quer de natureza específica, associadas aos domínios da engenharia química e bioquímica. Esta estratégia pretende aumentar a competitividade, melhorar a adaptação às necessidades do mercado de trabalho e favorecer a mobilidade dos estudantes. No que diz respeito ao docente, estas metodologias, uma vez que promovem a proximidade aluno/docente, permitem-lhe orientar e promover o desenvolvimento de competências do estudante de acordo com o seu perfil e as suas capacidades.*

*A aquisição das competências estabelecidas para o curso, de acordo com o Processo de Bolonha, fica ainda assegurada porque, para além de aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais os alunos devem realizar um projeto que integra os conhecimentos adquiridos ao longo do curso.*

*A quantificação das diferentes formas de trabalho realizado pelo estudante e a atribuição de ECTS foi devidamente acautelada e regularmente avaliada através de inquéritos (vide 6.3.2).*

#### **6.1.2. Demonstration that the curricular structure corresponds to the principles of the Bologna process.**

*In the framework of the Bologna Process a change in teaching methods must occur, which should be more focused on the personal skills development, on the research and subjects compilation and also on practical application of acquired knowledge. This change is reflected in the study plan which goal, in addition to a teaching model based on the transmission of knowledge, to create a model based on the personal development and acquisition of skills.*

*Encouraging and enhancing the research and subject compilation and the practical application of acquired knowledge, either generalist or specific in nature, related to the fields of chemical engineering and biochemistry. This strategy aims to increase competitiveness, to improve the adaptation to the labour market's needs and to promote the students mobility. With regard to the teacher, these methodologies, since they promote the relation between pupil/teacher allow the guidance and the development's promotion of student skills in accordance with their profile and capabilities.*

*The acquisition of competences established for the degree, according to the Bologna Process, is still assured because, besides theoretical classes, theoretical-practical classes and laboratory practices, the students will undertake a project that integrates the knowledge acquired throughout the course.*

*The quantification of different types of work carried out by the student and the allocation of ECTS was properly addressed and regularly assessed through surveys (see 6.3.2).*

#### **6.1.3. Periodicidade da revisão curricular e forma de assegurar a actualização científica e de métodos de trabalho.**

*Anualmente, a Comissão de Coordenação do Curso, em conjunto com os outros docentes, avalia a adequação dos conteúdos programáticos, as metodologias de ensino e a correspondência entre a carga de trabalho e os ECTS. Destas análises resultou por duas vezes, introduzir UC opcionais novas, duas na área da tecnologia agro-alimentar (Tecnologia Alimentar e Segurança Alimentar) e uma na área dos pigmentos (Pigmentos e Tintas).*

#### **6.1.3. Frequency of curricular review and measures to ensure both scientific and work methodologies updating.**

*Each year, the coordination committee of the degree, together with the other teachers, evaluates the adequacy of syllabus, teaching methodologies and the correlation between workload and ECTS.*

*From these analyzes it resulted twice the introduction of new optional curricular units, two in the area of agricultural and food technology (Food Safety and Food Technology) and one in the field of the pigments (Pigments and Paints).*

#### **6.1.4. Modo como o plano de estudos garante a integração dos estudantes na investigação científica.**

*O curso visa uma formação profissionalizante de acordo com o Decreto-Lei n.º 115/2013 (7 agosto) cap II – Artigo 8º “No ensino politécnico, o ciclo de estudos conducente ao grau de licenciado deve valorizar especialmente a formação que visa o exercício de uma atividade de carácter profissional, assegurando aos estudantes uma componente de aplicação dos conhecimentos e saberes adquiridos às atividades concretas do respetivo perfil profissional.”. Contudo, no âmbito de cada unidade curricular, os docentes transmitem aos estudantes a informação científica relacionada com as diferentes temáticas e procuram que os trabalhos apresentem uma componente de investigação, este facto é mais evidente nos trabalhos de projeto. Os alunos têm à sua disposição para trabalhos de projeto ou no âmbito de outras UCs um conjunto de laboratórios, munidos de equipamentos que também são usados para a realização de trabalhos de mestrado e de investigação aplicada de alguns docentes.*

#### **6.1.4. Description of how the study plan ensures the integration of students in scientific research.**

*The course aims a vocational training in accordance with Dec.-Lei No. 115/2013 (7th August) cap II -. 8th Article "In polytechnic education, the cycle leading to bachelor's degree studies must especially valorize the training that enables the exercise of a professional activity, ensuring to the students the application of acquired knowledge to the specific activities of the respective professional profile. "*

*However, within each course, teachers convey to students the scientific knowledge related to the different themes and seek that the developed work presents a research component, mostly in the final project work. The students have at their disposal for the project work or for the different UCs a set of laboratories, fitted with equipment that is also used for the realization of MSc research and applied research carried out for some teachers.*

## **6.2. Organização das Unidades Curriculares**

---

### **6.2.1. Ficha das unidades curriculares**

#### **Mapa IX - Análise Matemática I**

##### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Análise Matemática I*

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

*Luís Miguel Merca Fernandes - 30 horas*

##### **6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Maria Manuela Fernandes Oliveira - 30 horas*

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

*a) Proporcionar aos alunos os fundamentos básicos dos métodos matemáticos normalmente utilizados pelas diversas unidades curriculares do curso de Licenciatura em Engenharia Química e Bioquímica.*

*b) Conferir aos alunos capacidade para utilizar os conceitos e os métodos próprios do cálculo diferencial e integral de funções reais de uma variável real.*

##### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*a) To give the basic concepts and mathematical methods usually used in this engineering bachelor.*

*b) To provide students, skills to work with differential and integral calculus in functions of one real variable.*

##### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1.Revisões;*

*2.Funções reais de variável real;*

*3.Limites e continuidade;*

*4.Cálculo diferencial.*

*5.Cálculo integral.*

##### **6.2.1.5. Syllabus:**

*1.Preliminaries.*

*2.Real functions of a real variable.*

*3.Limits and continuity.*

*4.Differential calculus*

*5.Integral calculus.*

##### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O programa cobre os diferentes objetivos e competências específicas que se pretendem proporcionar na unidade curricular, de acordo com a correspondência seguinte:*

*Conteúdos 1, 2, 3 - Objectivo (a)*

*Conteúdos 1, 2, 3, 4, 5 - Objectivo (b)*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The syllabus covers the different learning outcomes and promotes the specific competencies associated with the course in the following way:*

*Contents 1, 2, 3 - Objective (a)*

*Contents 1, 2, 3, 4, 5 - Objective (b)*

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

*Aulas teóricas em que se descrevem e exemplificam os conceitos inerentes aos conteúdos lecionados, e aulas teórico-práticas em que são propostos exercícios de aplicação dos conceitos ministrados.*

*Teste escrito, sem consulta, em frequência, ou nas épocas de exame.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Theoretical lectures, with presentation and exemplification of the proposed subjects. Theoretical-practical lectures to propose and solve exercises.*

*Continuous assessment: two written tests. Exam assessment: one written test.*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Os objetivos da unidade curricular são atingidos através de um leque diversificado de atividades educativas e de avaliação, que preparam e enquadram o trabalho autónomo do estudante pela transmissão de saberes teóricos, práticos e metodológicos em contexto de aula e de orientação tutorial, mas também através de atividades de discussão dirigidas à aquisição de competências transversais de reflexividade, de análise crítica, de raciocínio e de exposição clara de conhecimentos.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The objectives are attained through a wide range of educational and assessment activities, which prepare students for and link to their autonomous work, through transferring theoretical, practical and methodological knowledge within classroom context and tutorial mentoring, as well through discussion activities aimed at the acquisition of related competencies concerning reflection, critique analysis, reasoning and the clear presentation of contents.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Silva; J.C., Princípios de Análise Matemática Aplicada. Mc Graw-Hill, 1999*

*Swokowski, E. W., Cálculo com Geometria Analítica". Mc Graw-Hill, 1998*

*Piskounov, N., Cálculo Diferencial e Integral, Edições Lopes da Silva, Porto, 1993*

*Simmons, G. F., Cálculo com Geometria Analítica". Mc Graw-Hill, 1987*

*Anton, H., Cálculo um novo horizonte, Volume I, Bookman, 2000*

*Stewart, J., Cálculo. Volume I, Pioneira, 2006*

*Larson, R., Cálculo. Volume I". 8ª Edição. McGraw Hill, 2006*

**Mapa IX - Álgebra Linear**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Álgebra Linear*

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

*Carlos Filipe Perquilhas Baptista - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*Pretende-se dotar os alunos de conhecimentos e competências em:*

*(a) Noções gerais de Matrizes e Álgebra Matricial;*

*(b) Álgebra Matricial com aplicação à discussão e resolução (exacta ou aproximada) de sistemas de equações lineares;*

*(c) Noções sobre Espaços Vectoriais;*

*(d) Determinantes;*

*(e) Valores e Vectores Próprios.*

*Os estudantes devem ser capazes de aplicar estes conhecimentos no âmbito do interesse e da aprendizagem da Engenharia Química e Bioquímica.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*To provide insight on:*

*(a) Matrices and Matrix Linear Algebra;*

*(b) Matrix Linear Algebra making special emphasis on the discussion and the (exact or approximate) computation of the solution of linear systems of equations;*

(c) Vector Spaces;

(d) Determinants;

(e) Matrix Eigenvectors and Eigenvectors;

Students should be able to apply these concepts in the scope of interest and learning of Chemical and Biochemical Engineering.

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. Matrizes e álgebra matricial.

2. Sistemas de equações lineares.

3. Espaços vectoriais: subespaços; expansão linear; independência linear, bases e dimensão; aplicações.

4. Determinantes e sua aplicação à determinação da solução de sistemas lineares e da inversa de uma matriz quadrada.

5. Valores e vectores próprios; aplicação à diagonalização de matrizes.

#### 6.2.1.5. Syllabus:

1. Matrices and matricial algebra.

2. Systems of linear equations.

3. Vector spaces: subspaces, linear spanning; linear independence; basis and dimension; applications.

4. Determinants and their application to the solution of linear systems and computation of the inverse of a square matrix.

5. Eigenvalues and eigenvectors of square matrices: application to matrix diagonalization.

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O programa cobre os diferentes objectivos e competências específicas que se pretendem proporcionar na unidade curricular, de acordo com a correspondência seguinte:

Conteúdo 1 - Objectivo (a)

Conteúdos 1,2,3,4,5 - Objectivo (b)

Conteúdos 1,3 - Objectivo (c)

Conteúdo 4 - Objectivos (a), (b),(c),(d)

Conteúdo 5 - Objectivos (b),(c),(e)

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

The syllabus covers the different learning outcomes and promotes the specific competencies associated with the course in the following way:

Content 1 - Objective (a)

Contents 1,2,3,4,5 - Objective (b)

Contents 1,3 - Objective (c)

Content 4 - Objectives (a), (b),(c),(d)

Content 5 - Objectives (b),(c),(e)

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

Aulas teóricas com exposição oral e escrita, auxiliadas por novas tecnologias e aulas teórico-práticas, com exposição oral e escrita em que se expõem e exemplificam as matérias respeitantes a cada um dos conteúdos programáticos.

Avaliação por frequência: realização de duas provas escritas. Avaliação por exame: realização de uma prova escrita, sobre toda a matéria leccionada.

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical lectures assisted by new technologies and Theoretical-practical lectures with presentation and exemplification of the proposed subjects. Continuous assessment: two written tests. Exam assessment: one written test.

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

Os objectivos da unidade curricular são atingidos através de um leque diversificado de actividades educativas e de avaliação, que preparam e enquadram o trabalho autónomo do estudante pela transmissão de saberes teóricos, práticos e metodológicos em contexto de aula e de orientação tutorial, mas também através de actividades de discussão dirigidas à aquisição de competências transversais de reflexividade, de análise crítica, de raciocínio e de exposição clara de conhecimentos.

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The objectives are attained through a wide range of educational and assessment activities, which prepare students for and link to their autonomous work, through transferring theoretical, practical and methodological knowledge within classroom context and tutorial mentoring, as well through discussion activities aimed at the acquisition of related competencies concerning reflection, critique analysis, reasoning and the clear presentation of contents.

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

Agudo, F. D. *Introdução à Álgebra Linear e Geometria Analítica*, Escolar Editora, Lisboa, 1978.  
Giraldes, E., Smith, P., *Curso de Álgebra Linear e Geometria Analítica*, McGraw-Hill, Lisboa, 1995.  
Magalhães, L.T., *Álgebra Linear como Introdução à Matemática Aplicada*, Texto Editora, 1989.  
Nicholson, W., *Linear Algebra with Applications*, PWS Publishing Company, Boston, 1995.  
Meyer, C.D., *Matrix Analysis and Applied Linear Algebra*, SIAM, Philadelphia, 2000.  
Heath, M., *Scientific Computing: an Introductory Survey*, McGraw-Hill, 2007.  
Burden, R., Faires, J., *Numerical Analysis*, John Wiley & Sons, 1993.  
Noble, M., Daniel, J., *Applied Linear Algebra*, Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1998.

## Mapa IX - Química Geral

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Química Geral*

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

*Valentim Maria Brunheta Nunes - 30 horas*

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

*Marco António Mourão Cartaxo - 30 horas*

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

*Apreender e aprofundar conhecimentos básicos de Química, relevantes para as restantes disciplinas do curso. Estimular o gosto pela Química e mostrar a sua importância na Indústria e Sociedade. Os alunos devem ser capazes de resolver problemas básicos de Química e executar tarefas laboratoriais simples.*

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Learn and develop chemistry foundations that are relevant to other course units. Stimulate the study of chemistry and raise awareness to its significance in industry and society. The students should be able to solve basic problems of chemistry and perform simple laboratory tasks.*

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1.Ferramentas da Química. Átomos, moléculas e iões. Reacções químicas e estequiometria. Princípios gerais de reactividade química; 2.Estrutura de átomos e moléculas. Configuração electrónica e propriedades periódicas dos elementos. Ligação química; 3. Estados de agregação da matéria. Gases. Forças intermoleculares, líquidos e sólidos. Propriedades físicas das soluções; 4.Equilíbrio químico. Equilíbrio ácido-base e equilíbrio de solubilidade.*

### 6.2.1.5. Syllabus:

*1. Chemistry tools. Atoms, molecules and ions. Chemical reactions and stoichiometry. General principles of chemical reactivity; 2.The structure of atoms and molecules. Electron configuration and periodic relationships among the elements. Chemical bonding; 3. Physical states of matter. Gases. Intermolecular forces, liquids and solids. Physical properties of solutions; 4. Chemical equilibrium. Acid-base equilibria and solubility equilibria.*

### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objectivos gerais da unidade curricular dado que o programa foi concebido para abordar as vertentes teóricas e práticas associadas a um curso introdutório de Química. Os assuntos abordados nos conteúdos programáticos são aplicados nas aulas práticas de laboratório, o que contribui para a aprendizagem dos conteúdos teóricos e para aumentar a capacidade de executar tarefas laboratoriais simples.*

### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The syllabus is consistent with the overall goals of the curricular unit since the program was designed to address the theoretical and practical aspects with an introductory Chemistry course. The themes of the syllabus are used in several lab assignments, which contribute to a better understanding of the theoretical contents and to increase the capabilities of executing simple laboratorial tasks.*

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

*Aulas Teóricas de exposição da matéria. Aulas Práticas com resolução de exercícios de aplicação e realização de vários trabalhos práticos laboratoriais. Métodos e critérios de Avaliação: Prova escrita em frequência ou exame. Relatórios das actividades práticas laboratoriais.*

### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Theoretical lectures and laboratorial classes, with resolution of practical problems and execution of several laboratorial tasks. Assessment Methods and criteria: Final written test or exam and laboratory reports.*

### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade

## curricular.

*As metodologias de ensino estão em coerência com os objectivos da unidade curricular uma vez que a exposição de conteúdos teóricos abrange os fundamentos necessários para permitir a resolução de exercícios e possibilita aos alunos a aquisição de conhecimentos em termos de manuseamento dos equipamentos existentes nos laboratórios. A realização de trabalhos laboratoriais permite aos alunos consolidar os conhecimentos teóricos e desenvolver competências práticas laboratoriais. O método de avaliação foi concebido para medir as competências teóricas e práticas que foram adquiridas.*

### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The teaching methodologies are consistent with the learning outcomes because since the presentation of theoretical contents covers the fundamentals required to allow the resolution of practical problems and enables students to acquire knowledge in terms of the utilization of laboratory equipments. The execution of laboratory assignments allows students to strengthen the theoretical knowledge and to develop skills regarding the laboratory practice. The assessment method is designed to measure the extent to which theoretical and practical skills were developed.*

### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Chang, R., Goldsby, K., Química, 11ª ed., McGraw-Hill, Lisboa, 2013*

*Atkins & Jones, Chemistry: Molecules, Matter and Change, 4th ed., Freeman&Co., 1997*

*Kotz & Treichel, Chemistry & Chemical Reactivity, 5th ed., Thomson Books, 2003.*

## Mapa IX - Física I

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Física I*

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

*Rosa Brígida Almeida de Quadros Fernandes - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*Relativamente aos conceitos e leis da Mecânica do ponto material, pretende-se que o estudante: os opere de modo a conseguir extrair outras informações relevantes acerca do movimento (rapidez, energia cinética, distâncias, deslocamentos, sentido de movimento, velocidades média e instantânea, acelerações média e instantânea, momento linear, impulso de força e trabalho de força) usando dados em diferentes formatos; utilize o conhecimento das relações entre os conceitos e leis e o conhecimento das condições iniciais para previsão: a. como a posição irá variar com base na velocidade ou aceleração ou com base nas forças aplicadas; b. como a velocidade irá variar com base na aceleração ou com base nas forças aplicadas ou ainda com base no conhecimento da posição em função do tempo; c. das restrições ao movimento incluindo a intensidade e direcção de algumas forças aplicadas numa partícula em contacto ou nas proximidades de outros corpos.*

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*With regard to the concepts and laws of material point mechanics, it is intended that the student: operate them so that he is able to extract other important information about the movement (speed, kinetic energy, distance, displacement, direction of motion, average and instantaneous velocities, average and instantaneous acceleration, linear momentum, impulse force and work of a force) using data in different formats; use the knowledge of the relationships between concepts and laws and the initial conditions for the foresight: a. of the position time variation, based on the velocity or acceleration or forces applied; b. of the velocity time variation, based on the acceleration or applied force or on knowledge of the position versus time; c. the restrictions on the movement including the intensity and direction of forces applied of a certain particle in contact or near other bodies.*

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*Nesta unidade curricular são introduzidos os conceitos e princípios básicos da mecânica do ponto material:*

*1.conceitos vectoriais de posição, velocidade e aceleração, momento linear, força, impulso transmitido por uma força;*

*2.conceitos escalares de rapidez, energia cinética e trabalho realizado por uma força;*

*3.as três leis de Newton;*

*4.a lei da gravitação universal;*

*5.a lei de Hooke.*

### 6.2.1.5. Syllabus:

*In this curricular unit the basic concepts and principles of material point mechanics are introduced:*

*1.Vector concepts of position, velocity, acceleration, linear momentum, force, force impulse;*

*2.scalar concepts of speed, kinetic energy and work done by a force;*

*3.the three laws of Newton;*

- 4.the law of universal gravitation;
- 5.Hooke's law.

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Relativamente ao primeiro objectivo de aprendizagem, a compreensão do conteúdo programático da disciplina é testada quer através da capacidade de operar conceitos e leis no cálculo de grandezas físicas directamente relacionadas como é o caso, por exemplo, do cálculo de deslocamentos, distâncias, velocidades médias e instantâneas a partir do conhecimento do vetor posição quer na manipulação de dados em diferentes formatos sejam eles funções, gráficos, tabelas ou fotogramas. Quanto ao segundo objectivo de aprendizagem, a aplicação/utilização do conteúdo programático da disciplina para análise de um qualquer movimento, requer, além da compreensão do conteúdo, que também sejam apreendidas as relações abstractas entre conceitos e leis. A demonstração da aplicação dos conceitos, leis e suas relações para estudo de três movimentos de grande importância na física serve de modo para o incentivo à análise crítica de movimentos uniformemente variados ou variados do dia-a-dia.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*For the first learning purpose, the comprehension of the program content is tested via the ability to operate concepts and laws to calculate directly related physical quantities such as, for example, calculating the displacement, distance, average and instant velocity from vector position knowledge and also in handling data in different formats such as functions, graphs, tables, or frames. In the second learning objective, the application / use of the course syllabus for motion analysis requires, beyond the comprehension of the content, also seized the abstract relationships between concepts and laws. A demonstration of the application of this relationship to the study of three important motions in physics serves to encourage the critical analysis of uniformly varied or varied general motions from every day.*

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

*Metodologia de ensino centrada no estudante acompanhado por um feedback continuado ao trabalho regular desenvolvido pelo estudante. Aulas teóricas: os conceitos e leis são apresentadas e operacionalizados. Aulas teórico-práticas: os conceitos e leis e suas relações são aplicados à análise de variados movimentos. Nas aulas teóricas e teórico-práticas:*

- Os conceitos e as leis são clarificados através da implementação de arranjos experimentais adequados, visualização de alguns vídeos, utilização de algumas simulações online.
- São incentivadas discussões entre estudantes com a moderação do professor.
- Os estudantes constroem ou alteram programas Modellus para visualização e análise de alguns movimentos reais.

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Student centred teaching with continuous feedback of regular work done by the student. Lectures: concepts and laws are introduced and operated. Theoretical-practical: the concepts and laws and their relations are applied to the analysis of various movements. In the lectures, theoretical and practical:*

- The concepts and laws are clarified through the implementation of appropriate experimental arrangements, viewing some short videos and using online simulations.
- Discussions among students are encouraged with the teacher as moderator.
- Students construct or modify Modellus programs for visualization and analysis of some real movements.

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Para objectivos de compreensão e aplicação do conteúdo programático a problemas reais, contrastantes com a memorização da informação transmitida e aquisição de algoritmos mecânicos de resolução de exercícios típicos, a metodologia de ensino centrado no aluno é importante na medida em que transfere para o aluno a responsabilidade para aprender, mantendo no professor o papel de orientador e moderador das interações entre o conteúdo e os estudantes e entre os estudantes entre si. O feedback contínuo, ao longo do semestre, tem também um papel importante no incentivo à melhoria do trabalho autónomo do aluno. O uso das TIC no ensino da Física é considerado importante não só porque motiva o estudante para a aprendizagem como também porque desenvolve competências de aprendizagem autónoma e mate-cognitiva.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*For purposes of understanding and application of the concepts and laws in syllabus to real problems, contrasting with the memorization of the information transmitted and acquisition of mechanical algorithms for solving typical exercises, the student-centred learning methodology is important because it transfers the responsibility of learning to the student while maintaining the teacher role as advisor and moderator of the interactions between the content and students and among students with each other. The continuous feedback throughout the semester also has an important role in encouraging the improvement of independent work of the student. The use of ICT in physics teaching is considered important not only because it motivates the student to learn but also because it develop metacognitive and independent learning skills.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

- Alonso & Finn, Física um curso universitário, vol I, Addison Wesley, 1972.  
Margarida Costa M., Almeida, M.J., Fundamentos de Física, 2ª Ed, Almedina, Coimbra, 2004.  
Halliday & Resnick, Física, vols. 1 e 2, Livros Técnicos e Científicos, 4ª Ed, 1978.*

## Mapa IX - Introdução à Engenharia Química e Bioquímica

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Introdução à Engenharia Química e Bioquímica*

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

*Rui Marques da Costa Sant'Óvaia - 15 horas*

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

*Dina Maria Ribeiro Mateus - 30 horas*

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

*A disciplina tem por objetivos:*

- (a) dar uma visão integrada e estratégica da engenharia de processos químicos/biológicos e da sua integração com a sociedade atual;*
- (b) proporcionar uma introdução aos cálculos em engenharia química;*
- (c) apresentar as principais variáveis que caracterizam um processo, exemplificar as respetivas técnicas de medição e métodos de cálculo.*

*Após conclusão da unidade curricular com sucesso, os alunos deverão:*

- (a) compreender a importância das indústrias de processos químicos/biológicos, para um desenvolvimento sustentável;*
- (b) dominar os vários sistemas de unidades e sua conversão; identificar o número de algarismos significativos; efetuar interpolações e regressões lineares; usar calculadoras científicas e folhas de cálculo para representação e análise de dados;*
- (c) identificar as variáveis de processo e classificar os diversos tipos de processos; interpretar diagramas de fabrico e a sua tradução em diagramas de blocos.*

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The course unit's purpose is to provide:*

- (a) an integrated and strategic overview of the chemical/biological process engineering applied to the major industrial sectors and their integration on the modern society;*
- (b) an introduction to the chemical engineering calculations;*
- (c) definitions, illustrative measurement techniques and methods of calculating variables that characterize the operation of processes.*

*After completing this course the students should be able to:*

- (a) understand the significance of chemical/biological industries to a sustainable development;*
- (b) convert units using; identify the number of significant figures; explain the concept of dimensional homogeneity of equations; use linear interpolation; fitting linear and nonlinear data; use scientific calculators and spreadsheets for the representation and analysis of data;*
- (c) identify variables and classify different types of processes; interpret manufacturing diagrams and their corresponding flow sheets.*

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução: A indústria de processos químicos e biológicos; Principais sectores da indústria química e seus produtos; Aplicações da biotecnologia; Noções de higiene e segurança Industrial; Segurança e regulamentação em biotecnologia; Relação indústria - ambiente e tecnologias de proteção ambiental.*
- 2. Introdução aos cálculos de engenharia química e bioquímica: Unidades e dimensões; Conversão de unidades; Sistemas de unidades; Análise dimensional; Notação científica; Representação e análise de dados.*
- 3. Processos químicos e bioprocessos: Variáveis de processo, massa, volume e densidade, caudais, composição química, pressão, temperatura; Classificação dos tipos de processos, operações unitárias e reatores; Interligação de processos: diagrama de fabrico e diagrama de blocos; Fases de desenvolvimento de um projeto industrial; Exemplos de aplicação industrial.*

### 6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Introduction to chemical and biological engineering; The main chemical industry sectors and products; Applications of biotechnology; Safety regulations for industry; The relationship between industry and environment.*
- 2. Introduction to chemical and biochemical engineering calculations: Units and dimensions; Conversion of units; systems of units; dimensional homogeneity; Scientific notation; significant figures; Process data representation and analysis.*
- 3. Chemical and biochemical processes: Process variables, mass, volume and density, flow rates; chemical compositions, pressure, temperature; Process, reactors and unit operations classification; Implementation stages of an industrial project; Manufacturing charts and block charts; Industrial applications.*

### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*O programa cobre os diferentes objetivos e competências específicas que se pretendem proporcionar na unidade curricular, de acordo com a correspondência seguinte:*

- Conteúdos 1 - Objetivo e competências (a)*
- Conteúdos 2 - Objetivo e competências (b)*
- Conteúdo 3 - Objetivo e competências (c).*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The syllabus covers the different learning outcomes and promotes the specific competencies associated with the course in the following way:*

*Contents 1 - Objective and competencies (a)*

*Contents 2 - Objective and competencies (b)*

*Content 3 - Objective and competencies (c).*

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

*Aulas teóricas e expositivas, onde se descrevem e exemplificam os principais conceitos.*

*Aulas teórico práticas onde se propõe, de forma coordenada com a evolução das aulas teóricas, a resolução pelos alunos de exercícios e casos práticos com recurso a calculadora científica e folha de cálculo, procedendo-se à discussão dos métodos usados e à análise crítica dos resultados obtidos. Além de se fornecer enunciados de exercícios para resolução fora das aulas, sugere-se a consulta da bibliografia e a resolução de problemas existentes nessas obras, estimulando-se o estudo autónomo. É efetuada uma visita de estudo a uma unidade industrial onde é mostrado o processo de fabrico, e posteriormente os alunos procedem à elaboração do respetivo diagrama de blocos. A avaliação é efetuada através da apresentação e discussão de um trabalho de pesquisa bibliográfica e de um teste final escrito.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*During the theoretical lectures the main concepts are explained and exemplified.*

*In coordination with the evolution of the lectures, the resolution of exercises by the students, using scientific calculator and worksheet, is proposed in the practical classes. The methods used by the students are then discussed and the results obtained are critically analyzed. Moreover, it is suggested the resolution of the exercises included in the recommended bibliography, stimulating the development of student's autonomous work routines. A field trip to an industrial is organized and its manufacturing process is shown. Afterwards the students make the corresponding flow sheet. Preparation and presentation of a practical assignment and a final written test.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*A metodologia de ensino, baseada em exposição oral permite a aquisição de conhecimentos de base e a sensibilização para a importância e papel da engenharia de processos químicos e biológicos na sociedade atual. A realização de exercícios práticos facilita a consolidação dos conhecimentos e competências ao nível da interpretação dos problemas e estruturação do raciocínio. A realização de trabalhos de pesquisa bibliográfica, sobre processos químicos, enzimáticos ou fermentativos de fabrico, permite ao aluno não só a consolidação dos conhecimentos, mas também o desenvolvimento de capacidades de trabalho em novas situações. A apresentação do trabalho permite a comunicação e discussão de conhecimentos e raciocínios científicos. A realização de uma visita de estudo a uma unidade industrial, representativa de um dos principais setores da indústria química, permite o contacto com a realidade industrial e a aplicação dos conhecimentos adquiridos na elaboração de um diagrama de blocos.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The teaching methodology, based on oral exposure, allows, on a first stage, the acquisition of base knowledge and to raise the student's awareness to the important role the chemical and biological process engineering has on our society. The practical exercises solved help consolidating the knowledge acquired and practicing problem interpretation and structuring. The bibliographic research work about chemical manufacturing processes done by the students allows not only to consolidate acquired knowledge but also to develop work skills. The presentation of this work allows the communication and discussion of the knowledge and reasoning behind them. The field visit to an industrial unit, illustrative of the main chemical industry sectors, allows the student the contact with the industrial reality and the application of the acquired knowledge in the elaboration of a flow sheet.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Felder R., Rousseau, R., Elementary Principles of Chemical Processes, 3th ed., John Wiley Sons, 2000.*

*Himmelblau, D.M., Basic Principles and calculations in Chemical Engineering, 8th ed., Prentice Hall, 2003.*

*Heaton, C.A., An Introduction to Industrial Chemistry, Blackie, 3rd ed, 1996.*

*Lima, N., Mota, M., Biotecnologia – Fundamentos e Aplicações, Lidel-Edições Técnicas, 2003.*

*Shuler, M.L., Kargi, F., Bioprocess Engineering – Basic Concepts, Pearson Education, 2002.*

*Perry's Chemical Engineers's Handbook, R.H. Perry and D. Green, Eds, 8th ed. McGraw-Hill, N.Y, 2008.*

### Mapa IX - Computação Aplicada

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Computação Aplicada*

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

*Nuno José Valente Lopes Madeira - 60 horas*

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

Não aplicável.

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

*Os estudantes devem aprender os conceitos básicos de Tecnologias de Informação – Perceber o computador e a forma de processamento; Conhecer o modo de desenvolver um projecto em Tecnologias de Informação (Fase e fase); Desenvolver aplicações em Código C; Usar as principais funcionalidades do MS-Excel. Usar o ambiente Octave para cálculos numéricos específicos.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The students should learn basic IT concepts, understand the computer and inside transactions; Know how to develop an IT Project; Develop, use and apply C code; Use MS-Excel as a tool exploring main functionalities; Develop, use and apply Octave environment to perform numerical computations.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Conceitos Básicos de Informática; Fases de Desenvolvimento de um Projecto: 1. Pensar/Perceber o enunciado. 2. Planeamento (Estratégia/Algoritmo). 3. Desenvolvimento (C, ou MS-Excel ou Octave). 4. Usar e Testar a aplicação desenvolvida. 5. Manutenção e melhoria contínua.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Basic IT concepts; Algorithms: How to develop a project 1. Thinking/understanding the problem; 2. Strategy and Planning, 3. Development (C, or MS-Excel or Octave); 4. Running and use; 5. Maintenance and continuous improvement; Develop Small programs using C Code; Solve problems using MS-Excel: Use Octave environment to perform numerical computations.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O conceito do ciclo de melhoria contínua no desenvolvimento da solução para um problema está sempre presente; É sempre necessário pensar e planear o desenvolvimento, escolher a ferramenta apropriada e depois fazer vários testes para validar a aplicação desenvolvida. Melhorar e manter a aplicação desenvolvida também é um foco sempre presente.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The concept of continuous improvement in the development of the solution to a problem is always present; during the classes is always necessary to think and plan the development, choosing the appropriate tool and then do various tests to validate the developed application. Improve and maintain the developed application is also a focus always present.*

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

*Todos os apontamentos e exercícios estão na plataforma do e-learning do IPT. Aulas teóricas expositivas, mas sempre que necessário usam-se os computadores das salas. Existe sempre um computador para cada aluno. Toda a matéria teórica tem exercícios práticos associados. Avaliação contínua (40%) e um frequência, exame ou exame de recurso (60%).*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*All teaching notes and exercises are in the e-learning's IPT platform. When necessary we use the computers in the rooms. There is always a computer for each student. All theoretical matter has practical exercises associated. Continuous assessment (40%) and frequency, examination or appeal exam (60%).*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Todos os computadores das salas têm os três ambientes de trabalho usados. O método expositivo é sempre usado vincando a importância de pensar primeiro no problema. As aplicações são criadas nos ambientes computacionais depois de se ter a certeza de que é aquele ambiente o ideal para desenvolver a aplicação.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*All rooms have computers of the three desktop environments used. The lecture method is used always stressing the importance of thinking first about the problem. The applications are created in computing environments after being sure that he is the ideal environment to develop the application.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Damas, L., Linguagem C, FCA – Editora de Informática, Lisboa, 2010  
Kernigan, B., Ritchie, D., The C Programming Language, Prentice Hall Software Series, New Jersey, 1998  
Eaton, J. W., Gnu Octave Manual, Network Theory Ltd, Bristol, 2005  
Hanselman, D., B. Littlefield, B., Mastering Matlab 6 – A Comprehensive Tutorial and Reference, Prentice Hall, New Jersey, 2001.*

## Mapa IX - Análise Matemática II

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Análise Matemática II*

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

*Luís Miguel Merca Fernandes - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*a) Proporcionar aos alunos os fundamentos básicos dos métodos matemáticos normalmente utilizados pelas diversas unidades curriculares do curso de Licenciatura em Engenharia Química e Bioquímica.*

*b) Conferir aos alunos capacidade para utilizar os conceitos e os métodos próprios do cálculo diferencial e integral de funções reais de uma ou mais variáveis reais.*

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*a) To give the basic concepts and mathematical methods usually used in this engineering course.*

*b) To provide students, skills to work with differential and integral calculus in functions of several real variables.*

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Séries Numéricas e de Funções;*

*2. Funções reais de várias variáveis reais;*

*3. Integrais Múltiplos.*

### 6.2.1.5. Syllabus:

*1. Numerical and Functions Series;*

*2. Real functions of several real variables;*

*3. Multiple Integrals.*

### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*O programa cobre os diferentes objetivos e competências específicas que se pretendem proporcionar na unidade curricular, de acordo com a correspondência seguinte:*

*Conteúdos 1, 2, 3 - Objectivo (a)*

*Conteúdos 1, 2, 3 - Objectivo (b).*

### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The syllabus covers the different learning outcomes and promotes the specific competencies associated with the course in the following way:*

*Contents 1, 2, 3 - Objective (a)*

*Contents 1, 2, 3 - Objective (b).*

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

*Aulas teóricas em que se descrevem e exemplificam os conceitos inerentes aos conteúdos lecionados, e aulas teórico-práticas em que são propostos exercícios de aplicação dos conceitos ministrados.*

*Teste escrito, sem consulta, em frequência, ou nas épocas de exame.*

### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Theoretical lectures, with presentation and exemplification of the proposed subjects. Theoretical-practical lectures to propose and solve exercises.*

*Continuous assessment: two written tests. Exam assessment: one written test.*

### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os objetivos da unidade curricular são atingidos através de um leque diversificado de atividades educativas e de avaliação, que preparam e enquadram o trabalho autónomo do estudante pela transmissão de saberes teóricos, práticos e metodológicos em contexto de aula e de orientação tutorial, mas também através de atividades de discussão dirigidas à aquisição de competências transversais de reflexividade, de análise crítica, de raciocínio e de exposição clara de conhecimentos.*

### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The objectives are attained through a wide range of educational and assessment activities, which prepare students for and link to their autonomous work, through transferring theoretical, practical and methodological knowledge within classroom context and tutorial mentoring, as well through discussion activities aimed at the acquisition of related competencies concerning reflection, critique analysis, reasoning and the clear presentation of contents.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

Silva, J.C., *Princípios de Análise Matemática Aplicada*, Mc Graw-Hill, 1999  
Swokowski, E. W., *Cálculo com Geometria Analítica*, Mc Graw-Hill, 1998  
Piskounov, N., *Cálculo Diferencial e Integral*, Edições Lopes da Silva, Porto, 1993  
Simmons, G. F., *Cálculo com Geometria Analítica*, Mc Graw-Hill, 1987  
Anton, H., *Cálculo um novo horizonte, Volume II*. Bookman, 2000  
Stewart, J., *Cálculo, Volume II*, Pioneira, 2006  
Larson, R., *Cálculo, Volume II. 8ª Ed.*, McGraw Hill, 2006  
Zill D., Cullen M., *Advanced Engineering Mathematics, 4th ed.*, PWS, 2011  
Azenha A., Jerónimo M., *Cálculo Diferencial e Integral em R e R<sup>n</sup>*, Mac Graw-Hill, 2000

### Mapa IX - Química Orgânica I

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Química Orgânica I*

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

*Cecília de Melo Correia Baptista - 30 horas*

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

*Marco António Mourão Cartaxo - 30 horas*

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

*Os alunos adquirem competências no âmbito dos conceitos fundamentais sobre estrutura e ligação nas moléculas orgânicas, sobre os mecanismos reaccionais e sua representação, sobre as propriedades das diferentes famílias de compostos orgânicos monofuncionais e reactividade específica de cada um daqueles grupos de compostos. Ficam habilitados a prever as reacções que cada família de compostos pode sofrer ou desencadear. Os alunos devem ainda ficar aptos a utilizar métodos simples para distinguir qualitativamente os diferentes compostos orgânicos, bem como a utilizar métodos de síntese, separação, purificação e identificação destes compostos.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The students acquire skills in the fundamental concepts of structure and bonding in organic molecules, on the reaction mechanisms and their representation, on the properties of different families of organic monofunctional compounds and on specific reactivity of each of these groups of compounds. The students are able to predict the reactions that each family of compounds can undergo or trigger. Students must also be able to use simple methods for distinguishing qualitatively different organic compounds, and the use methods of synthesis, separation, purification and identification of these compounds.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Estrutura e ligação nas moléculas orgânicas. Características do átomo de carbono. Estrutura molecular. Isomeria. Ligação em química orgânica. Efeito indutivo. Mesomeria.  
2. Reagentes e reacções em química orgânica. Representação do mecanismo reaccional. Aspecto electrónico das reacções e intermediários. Reacções homolíticas. Radicais livres. Reacções heterolíticas. Carbocatiões e carbaníons.  
3. Hidrocarbonetos: estrutura, propriedades físicas, nomenclatura e reactividade. Alcanos. Substituição homolítica. Cicloalcanos. Alcenos e alcinos Adição electrófila. Hidrocarbonetos aromáticos. Substituição electrófila.  
4. Estrutura, nomenclatura, propriedades e reactividade dos principais grupos de compostos orgânicos. Álcoois, fenóis, éteres e tióis. Reacções de substituição e eliminação. Aminas. Eliminação de Hofmann. Aldeídos e cetonas. Reacções de adição e substituição. Equilíbrio ceto-enólico. Ácidos carboxílicos e funções derivadas. Substituição nucleofílica por adição-eliminação.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*1. Structure and bonding in organic molecules. Characteristics of the carbon atom. Molecular structure and bonding. Isomerism. Tautomerism. Inductive effect. Resonance.  
2. Reagents and reactions in organic chemistry. Reaction mechanism and representation. Electronic aspect of reactions and intermediates. Homolytic reactions. Free radicals. Heterolytic reactions. Carbocations and carbanions.  
3. Hydrocarbons: structure, physical properties, nomenclature and reactivity. Alkanes. Homolytic substitution. Cycloalkanes. Alkenes and alkynes. Electrophilic addition. Aromatic hydrocarbons. Electrophilic substitution.  
4. Structure, nomenclature, properties and reactivity of the major groups of organic compounds  
Alcohols, phenols, ethers and thiols. Substitution and elimination reactions. Amines. Hofmann elimination. Aldehydes and ketones. Addition and substitution reactions. Keto - enol tautomerism. Carboxylic acids and derivative functions. Nucleophilic substitution by addition-elimination.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*O programa leccionado detalha aspectos da estrutura molecular, tipos de ligação química, reagentes e intermediários envolvidos nas reacções de adição, eliminação, substituição e transposição e representação dos respectivos mecanismos reaccionais. Deste modo os alunos desenvolvem competências no âmbito da estrutura, representação*

das moléculas e escrita de mecanismos de reacção. São estudados os vários tipos de hidrocarbonetos e outras catorze famílias de compostos, nomeadamente álcoois, fenóis, éteres, tióis, sulfuretos, aminas, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, cloretos de ácido, anidridos, ésteres, amidas e nitrilos. Deste modo os alunos ficam com um conhecimento alargado acerca das propriedades físicas, interacções moleculares, reactividade e das reacções principais de cada um destes grupos funcionais. Este conhecimento permite reconhecer as particularidades de cada função química e aplicá-las na previsão de propriedades e reacções de qualquer membro daquelas famílias.

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The program discusses in detail aspects of molecular structure, chemical bonding, reactants and intermediates involved in the reactions of addition, elimination, substitution and rearrangement as also as the representation of such reaction mechanisms. Thus, the students develop skills within the structure, molecules representation and reaction's mechanisms writing. In addition there are studied the various types of hydrocarbons and beyond, fourteen other compounds families including alcohols, phenols, ethers, thiols, sulfides, amines, aldehydes, ketones, carboxylic acids, acid chlorides, acid anhydrides, esters, amides and nitriles. Thus, the students develop a broad knowledge about the physical properties, molecular interactions, determining aspects of reactivity and the main reactions of these different functional groups. This knowledge allows them to recognize the particularities of each chemical function and to predict the properties and reactions of any member of those families.*

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

*Aulas teóricas expositivas acerca da estrutura e demais conceitos teóricos que estão na base das propriedades químicas, comportamento e reactividade das diferentes famílias de compostos orgânicos.*

*Aulas laboratoriais para síntese, separação, purificação e análise de compostos orgânicos.*

*Aulas de resolução de exercícios.*

*Os alunos são avaliados continuamente através de mini-testes sobre a matéria teórica e através da preparação que fazem para as aulas práticas, do caderno de laboratório individual e do desempenho laboratorial. No caso dos alunos não terem aproveitamento em frequência serão projectados para exame final.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures on the structure and other theoretical concepts that underlie the chemical properties, behavior and reactivity of the different families of organic compounds.*

*Laboratory classes for synthesis, separation, purification and analysis of organic substances.*

*Classes for exercises solving.*

*Students are assessed continuously through mini-tests of the theory and through the individual preparation for laboratorial classes, individual laboratory notebook and performance. If the students do not succeed in the first evaluation, they can carry out a final examination.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*As aulas teóricas permitem a explicação e o desenvolvimento dos conceitos teóricos acerca das propriedades dos compostos orgânicos e respectiva reactividade, indispensáveis para perceber e prever as reacções químicas que cada família de compostos pode sofrer.*

*As aulas práticas laboratoriais permitem o manuseamento de compostos, material laboratorial e equipamentos utilizados nas operações vulgares de identificação, separação, purificação e análise dos compostos sintetizados, prática indispensável para desenvolver a autonomia do aluno e criação do conhecimento e confiança necessárias a um futuro trabalho laboratorial na área da química. São realizados para isso vários trabalhos práticos, nomeadamente: TP1. Separação de pigmentos vegetais por cromatografia. TP2. Estudo de reacções dos principais grupos funcionais.*

*TP3. Síntese do ácido acetilsalicílico.*

*TP4. Síntese do tribromofenol.*

*TP5. Técnicas de purificação: recristalização do ácido acetilsalicílico e do tribromofenol.*

*A resolução de exercícios é realizada nas aulas teóricas após a exposição da teoria ou nas aulas laboratoriais dedicadas a este fim ou como complemento dos tempos de espera inerentes a alguns trabalhos práticos. Esta resolução é imprescindível para testar os conhecimentos ministrados e apreendidos pelos alunos, concorrendo para a sedimentação dos conceitos.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The lectures allow the explanation and the development of theoretical concepts on the properties of organic compounds and their reactivity, which are essential to understand and predict chemical reactions that each family of compounds may suffer.*

*The laboratory classes allow the handling of compounds, laboratory materials and equipment used in unit operations for identification, synthesis, separation, purification and analysis of the synthesized compounds, which is a necessary practice to develop student autonomy and creation of knowledge and confidence for a future laboratory work in the field of chemistry. There are performed for that several laboratorial experiments, namely:*

*TP1. Separation of plant pigments by chromatography.*

*TP2. Study of the main reactions of organic functional groups.*

*TP3. Synthesis of the acetylsalicylic acid.*

*TP4. Synthesis of the tribromophenol.*

*TP5. Techniques of purification: recrystallization of acetylsalicylic acid and tribromophenol.*

*The problem solving is done in lectures after the exposition of the theory in the classroom, in laboratory classes dedicated to this purpose or as a complement to the wait times inherent of some practical work. This exercises resolution is essential to test the knowledge taught and learned by students, contributing to the consolidation of the concepts.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

Solomons, T.W.G., Fryhle, C.B., *Organic Chemistry*, 9ª ed. John Wiley & Sons, Inc. USA, 2007.  
Tomé, A. *Introdução à nomenclatura dos compostos orgânicos*. Escolar Editora, Lisboa, 2010.  
Carey, F., *Organic Chemistry*. McGraw-Hill International, New York, 2007.  
Vollhardt, P., Schore, N., *Organic Chemistry: Structure and Function*, 5th ed. W.H. Freeman & Co. Ltd. New York, 2005.

### Mapa IX - Química Inorgânica

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Química Inorgânica*

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

*Valentim Maria Brunheta Nunes - 30 horas*

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

*Marco António Mourão Cartaxo - 30 horas*

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

*Apreender e aprofundar conhecimentos básicos de Química, relevantes para as restantes disciplinas do curso. Estimular o gosto pela Química e mostrar a sua importância na Indústria e Sociedade. Os alunos devem ser capazes de resolver problemas de Química Inorgânica e executar tarefas laboratoriais simples.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Learn and develop chemistry foundations that are relevant to other course units. Stimulate the study of chemistry and raise awareness to its significance in industry and society. The students should be able to solve problems of inorganic chemistry and perform simple laboratory tasks.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Teorias da ligação química. Teoria da Ligação de Valência e Teoria das Orbitais Moleculares; 2. Electroquímica. Reacções redox. Corrosão e electrólise. 3. Metalurgia e química dos metais. Elementos não-metálicos. Química dos metais de transição e compostos de coordenação. Teoria do campo cristalino; 4. Química Nuclear. Estabilidade nuclear e radioactividade.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*1. Theories of chemical bonding. Valence Bond Theory and Molecular Orbital Theory; 2. Electrochemistry. Redox reactions. Corrosion and electrolysis; 3. Metallurgy and the chemistry of metals. Non-metallic elements. Transition metal chemistry and coordination compounds. Crystal field theory; 4. Nuclear chemistry. Nuclear stability and radioactivity.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objectivos gerais da unidade curricular dado que o programa foi concebido para abordar as vertentes teóricas e práticas associadas a um curso introdutório de Química. Os assuntos abordados nos conteúdos programáticos são aplicados nas aulas práticas de laboratório, o que contribui para a aprendizagem dos conteúdos teóricos e para aumentar a capacidade de executar tarefas laboratoriais simples.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The syllabus is consistent with the overall goals of the curricular unit since the program was designed to address the theoretical and practical aspects with an introductory Chemistry course. The themes of the syllabus are used in several lab assignments, which contribute to a better understanding of the theoretical contents and to increase the capabilities of executing simple laboratorial tasks.*

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

*Aulas Teóricas de exposição da matéria. Aulas Práticas com resolução de exercícios de aplicação e realização de vários trabalhos práticos laboratoriais. Métodos e critérios de Avaliação: Prova escrita em frequência ou exame. Relatórios das actividades práticas laboratoriais.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Theoretical lectures and laboratorial classes, with resolution of practical problems and execution of several laboratorial tasks. Assessment Methods and criteria: Final written test or exam and laboratory reports.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As metodologias de ensino estão em coerência com os objectivos da unidade curricular uma vez que a exposição de conteúdos teóricos abrange os fundamentos necessários para permitir a resolução de exercícios e possibilita aos alunos a aquisição de conhecimentos em termos de manuseamento dos equipamentos existentes nos laboratórios. A realização de trabalhos laboratoriais permite aos alunos consolidar os conhecimentos teóricos e desenvolver competências práticas laboratoriais. O método de avaliação foi concebido para medir as competências teóricas e práticas que foram adquiridas.

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The teaching methodologies are consistent with the learning outcomes because since the presentation of theoretical contents covers the fundamentals required to allow the resolution of practical problems and enables students to acquire knowledge in terms of the utilization of laboratory equipments. The execution of laboratory assignments allows students to strengthen the theoretical knowledge and to develop skills regarding the laboratory practice. The assessment method is designed to measure the extent to which theoretical and practical skills were developed.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Chang, R., Goldsby, K., Química, 11ª ed., McGraw-Hill, Lisboa, 2013  
Atkins & Jones, Chemistry: Molecules, Matter and Change, 4th ed., Freeman&Co., 1997  
Kotz & Treichel, Chemistry & Chemical Reactivity, 5th ed., Thomson Books, 2003.*

### Mapa IX - Física II

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Física II*

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

*Rosa Brígida Almeida de Quadros Fernandes - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*Relativamente ao conceito de trabalho de uma força e ao teorema de energia cinética, pretende-se que o estudante analise e interprete movimentos que incluam a ação de campos eletrostáticos e magnetostáticos atendendo ao tipo de movimento efetuado, à segunda lei de Newton e ao teorema da energia cinética.*

*Relativamente aos conceitos de vibrações e ondas, pretende-se que o estudante:*

- 1. determine e relacione os valores de período, frequência, velocidade angular, amplitude, comprimento de onda e velocidade de propagação utilizando as respetivas definições e a análise de dados em vários formatos, incluindo gráficos da elongação em função do tempo, fotografias de ondas, tabelas e expressões da elongação;*
- 2. distinga as principais diferenças entre a onda de luz e de som e calcule energias e intensidades associadas a estes dois tipos de ondas.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Related to the concept of work done by a force and on the kinetic energy theorem, it is intended that the student analyses and interprets movements under the influence of electrostatic fields and magnetostatic fields given the type of movement performed, the second law of dynamics and the kinetic energy theorem.*

*On the topic of vibrations and waves, it is intended that the student:*

- 1. determines and relates the values of time, frequency, angular velocity, amplitude, wavelength and propagation velocity using definitions and the analyses of data in various formats including charts of elongation as a function of time, photographs of waves, tables and elongation expressions;*
- 2. distinguishes the main differences between the light wave and sound wave and calculates energies and intensities associated with these two types of waves.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Conceito escalar de trabalho realizado por uma força; teorema da energia cinética e o movimento sob a ação de campos eletrostáticos e magnetostáticos;*
- 2. Movimentos vibratórios e ondulatórios; conceitos gerais das vibrações e ondas: conceitos de período, frequência, velocidade angular, amplitude, comprimento de onda, velocidade de propagação, natureza das ondas, modos de propagação; espectros eletromagnético e sonoro, energias e intensidades.*

*São especialmente abordados, na aplicação prática dos conceitos introduzidos os movimentos sob a acção de campos eléctricos e magnéticos, o movimento harmónico simples e as vários tipos de ondas de som e luz.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Concept of work done by a force, the kinetic energy theorem and motion in electrostatic and magnetostatic fields;*
- 2. Vibration and wave motion: general concepts of vibrations and waves: period, frequency, angular velocity, amplitude, wavelength, propagation velocity, nature of the waves, propagating modes; the electromagnetic and acoustic spectra, energies and intensities.*

*Are specifically addressed in the practical application of the concepts introduced movements under the action of electric and magnetic fields, simple harmonic motion and various types of sound waves and light.*

#### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Quanto ao primeiro objetivo de aprendizagem, a análise das trocas de energia num movimento sob a ação de campos elétricos e magnéticos, requer, a compreensão conceptual e operacionalização do conceito de trabalho de uma força e do teorema da energia cinética. A demonstração da aplicação deste tópico ao estudo de movimentos de grande importância na física/química como é o caso de uma carga num acelerador circular ou num tubo de raios X serve de mote para o incentivo à análise crítica.*

*Relativamente ao segundo objetivo de aprendizagem, a compreensão dos conceitos introdutórios de vibrações e ondas é testada quer através da capacidade de operar e relacionar conceitos no cálculo de grandezas físicas directamente relacionadas como é o caso, por exemplo, do cálculo de medidas de rapidez de oscilação, de amplitude, de velocidade de onda, de energia e intensidade de onda, quer através da análise de dados em diferentes formatos sejam eles funções, gráficos, tabelas ou fotografias.*

#### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The first learning objective, analysis of energy transfers in a movement under the action of electric and magnetic fields, requires conceptual understanding and operationalization of the concept of work of a force and the theorem of kinetic energy. The demonstration of the application of this topic to the study of movements of great importance in physics / chemistry as is the case of a charge in a circular accelerator or an x-ray tube serves as a motto for the encouragement of critical analysis.*

*For the second goal of learning, comprehension of the introductory concepts of vibration and waves they are tested by either the ability to operate and relate the concepts such as, for example, calculating measures of oscillation speeds, amplitude, wave speed, power and intensity of waves, or by the analyses of data in different formats such as functions, graphs, tables, or frames.*

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Metodologia de ensino centrada no estudante acompanhado por um feedback continuado ao trabalho regular desenvolvido pelo estudante. Aulas teóricas: os conceitos e leis são apresentadas e operacionalizados. Aulas teórico-práticas: os conceitos e leis e suas relações são aplicados à análise de variados movimentos. Nas aulas teóricas e teórico-práticas:*

- Os conceitos e as leis são clarificados através da implementação de arranjos experimentais adequados, visualização de alguns vídeos, utilização de algumas simulações online.*
- São incentivadas discussões entre estudantes com a moderação do professor.*
- Os estudantes constroem ou alteram programas Modellus para visualização e análise de alguns movimentos reais.*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Student centred teaching with continuous feedback to regular work done by the student.*

*Lectures: concepts and laws are introduced and operated. Theoretical-practical: the concepts and laws and their relations are applied to the analysis of various movements. In the lectures, theoretical and practical:*

- The concepts and laws are clarified through the implementation of appropriate experimental arrangements, viewing some short videos and using online simulations.*
- Discussions among students are encouraged with the teacher as moderator.*
- Students construct or modify Modellus programs for visualization and analysis of some real movements.*

#### **6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Para objectivos de compreensão e aplicação do conteúdo programático a problemas reais, contrastantes com a memorização da informação transmitida e aquisição de algoritmos mecânicos de resolução de exercícios típicos, a metodologia de ensino centrado no aluno é importante na medida em que transfere para o aluno a responsabilidade para aprender, mantendo no professor o papel de orientador e moderador das interacções entre o conteúdo e os estudantes e entre os estudantes entre si.*

*O feedback contínuo, ao longo do semestre, tem também um papel importante no incentivo à melhoria do trabalho autónomo do aluno.*

*O uso das TIC no ensino da Física é considerado importante não só porque motiva o estudante para a aprendizagem como também porque desenvolve competências de aprendizagem autónoma e meta-cognitiva.*

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*For purposes of understanding and application of the concepts and laws in syllabus to real problems, contrasting with the memorization of the information transmitted and acquisition of mechanical algorithms for solving typical exercises, the student-centred learning methodology is important because it transfers the responsibility of learning to the student while maintaining the teacher role as advisor and moderator of the interactions between the content and students and among students with each other.*

*The continuous feedback throughout the semester, also has an important role in encouraging the improvement of independent work of the student.*

*The use of ICT in physics teaching is considered important not only because it motivates the student to learn but also because it develop metacognitive and independent learning skills.*

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal:**

Alonso & Finn, *Física um curso universitário, vol I e vol II*, Addison Wesley, 1972.  
Margarida Costa, M., Almeida, M.J., *Fundamentos de Física, 2ªed.*, Almedina Coimbra, 2004.  
Halliday & Resnick, *Física, vols. 1 e 2, 4ª Ed.*, Livros Técnicos e Científicos, 1978.

## Mapa IX - Mecânica dos Fluidos

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Mecânica dos Fluidos*

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

*Paula Alexandra Geraudes Portugal - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*O aluno deverá ser capaz de: 1) Realizar cálculos relativos a propriedades básicas dos fluidos, como o cálculo das forças/tensões tangenciais ou da viscosidade, utilizando a lei de Newton, e, ainda, de volumes/pressões ou do fator de compressibilidade.*

*2) Determinar os valores de pressão em diversos pontos de sistemas simples e complexos, com fluidos estáticos, utilizando a lei fundamental da hidrostática, o Princípio de Pascal e a "teoria dos vasos comunicantes".*

*3) Identificar os diversos regimes de escoamento em condutas sob pressão e associá-los a perfis de velocidade.*

*4) Realizar cálculos relativos à hidrodinâmica, utilizando a "lei da continuidade" e o Princípio de Bernoulli, nomeadamente, de traçar as linhas piezométrica e de energia, bem como determinar a potência hidráulica e a potência de bombas e turbinas.*

*5) Determinar as perdas de carga em escoamentos sob pressão, em função das características hidrodinâmicas do escoamento e das características das condutas.*

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The student should be able to:*

*1) Perform calculations about the basic properties of fluids, such as the calculation of shear forces/stresses or viscosity, using Newton's law, and also volumes/pressures or the compressibility factor (or elasticity modulus) .*

*2) Determine the pressure values at various points of simple and complex systems, with static fluids, by using the fundamental law of hydrostatics, the Pascal 's principle and the "principle of the communicating vessels".*

*3) Identify the different flow regimes in pipes under pressure and associate them with characteristic velocity profiles.*

*4) Perform hydrodynamics calculations using the mass conservation law and the Bernoulli's equation. Should be able, in particular, to draw the piezometric and energy lines, as well as to determine the hydraulic power, and the power of pumps and turbines .*

*5) Determine the pressure loss in a fluid flow from hydrodynamic data and pipe's/duct's data.*

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1- Propriedades dos Fluidos*

*1.1- Forças exteriores*

*1.2- Massa volúmica, peso volúmico e densidade*

*1.3- Compressibilidade*

*1.4- Viscosidade*

*1.5- Tensão superficial e capilaridade*

*1.6- Tensão de vapor*

*1.7- Pressão*

*2 - Hidrostática*

*2.1- Lei hidrostática de pressões*

*2.2- Pressões absolutas e relativas*

*2.3- Manómetros*

*3 – Hidrocinemática*

*3.1- Trajetória e linha de corrente*

*3.2- Tipos de escoamentos*

*3.3- Caudal e velocidade média*

*3.4- Escoamentos laminares e turbulentos*

*4- Hidrodinâmica - Princípios*

*4.1- Equação de Bernoulli*

*4.2- Linhas piezométrica e de energia. Piezómetro e tubo de Pitot*

*4.3- Potência hidráulica. Bombas e turbinas*

*5- Hidrodinâmica – Leis da Resistência*

*5.1- Tensão tangencial na fronteira sólida*

*5.2- Experiência de Reynolds*

*5.3- Equação de Darcy para o fator de atrito*

*5.4- Fórmulas de Colebrook-White e diagrama de equilíbrio.*

#### **6.2.1.5. Syllabus:**

- 1 - Properties of fluids*
  - 1.1-Exterior forces*
  - 1.2-Density, volumetric mass and volumetric weight*
  - 1,3-Compressibility*
  - 1.4-Viscosity*
  - 1.5-Surface tension and capillarity*
  - 1.6-Vapor tension*
  - 1.7-Pressure*
- 2 - Hydrostatics*
  - 2.1 Hydrostatic law of pressures*
  - 2. 2 – Absolute and relative pressure*
  - 2.3- Manometers*
- 3 - Hydrocinematics*
  - 3.1 Trajectory and current-line*
  - 3.2 Flow types*
  - 3.3-Flow rate and average velocity*
  - 3.4 Laminar and turbulent flow*
- 4 - Hydrodynamics - Principles*
  - 4.1-Bernoulli's equation*
  - 4.2-Piezometric and energy lines. Piezometer and Pitot tube*
  - 4.3- Hydraulic power. Pumps and turbines*
- 5 - Hydrodynamics - Laws of Resistance*
  - 5.1 Shear stresses in the solid border*
  - 5.2-Reynolds experiments*
  - 5.3 Darcy's equation to friction factor*
  - 5.4 Colebrook--White formulas and the equilibrium diagram.*

#### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O programa contempla a apresentação de conteúdos que permitem alcançar os objectivos definidos, existindo uma clara correspondência entre o número do objectivo proposto e do capítulo desenhado para o atingir.*

#### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The course contents are designed to allow students to reach the set objectives. In fact, there is a clear correlation between the number of each objective and the correspondent chapter's number.*

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Todos os capítulos são apresentados nas aulas teóricas através da projeção de diapositivos, e através de deduções matemáticas no quadro.*  
*Nas aulas teórico-práticas são resolvidos exercícios de aplicação de todos os capítulos e realizadas análises críticas dos resultados e da metodologia seguida.*  
*A avaliação é realizada através de provas escritas, com uma componente de avaliação de conceitos teóricos e outra de resolução de exercícios teórico-práticos e de análise crítica.*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*All chapters are presented in theoretical lessons by slideshow, and through mathematical deductions in the blackboard.*  
*Exercises are solved for all chapters in theoretical-practical lessons and the results and methodology are analyzed and criticized.*  
*The student assessment is carried out through written tests, with an assessment component of theoretical concepts and another of solving practical exercises and performing critical analysis.*

#### **6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Os objetivos traçados são, essencialmente, de natureza teórico-prática, pelo que a realização dos exercícios nas aulas teórico-práticas, que correspondem a 2/3 da carga lectiva, permitem claramente atingi-los. Uma vez que a avaliação recai, sobretudo, na resposta a questões teórico-práticas, fica garantido que os alunos aprovados serão capazes de realizar a maioria dos cálculos que constituem os objetivos desta UC.*

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The set goals are essentially theoretical-practical. So, the exercises in practical classes, corresponding to two thirds of the teaching time, allow clearly reach them. Once the student assessment is centered into theoretical-practical questions, it is guaranteed that successful students will be able to perform most of the calculations set as goals of this course.*

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*White, F., Mecânica dos Fluidos, McGraw-Hill; 4ª ed, Rio de Janeiro, 2002*  
*Darby, R., Chemical Engineering Fluid Mechanics, Marcel Dekker; 2nd edition, 2001*

## Mapa IX - Probabilidades e Estatística

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Probabilidades e Estatística*

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

*Luís Miguel Grilo - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*Proporcionar aos alunos os fundamentos básicos de algumas das principais técnicas e metodologias da Estatística, essencialmente quantitativas, para que estes possam conceber e implementar soluções para diferentes problemas sobre condições de incerteza.*

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Provide the students with the basics of some key techniques and methodologies of Statistics, mainly quantitative, that will allow them to design and implement solutions to different problems under uncertainty conditions.*

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1 Probabilidade (axiomas e teoremas); 2 Variáveis aleatórias discretas e contínuas; 3 Algumas distribuições teóricas de probabilidade (discretas e contínuas); 4 Amostragem e distribuições amostrais (média, variância e prop. amostral); 5 Estimação pontual e intervalar de parâmetros; 6 Testes de hipóteses paramétricos (média, variância e proporção populacional); 7 Correlação e regressão linear simples.*

### 6.2.1.5. Syllabus:

*1. Probability (axioms and theorems), 2. Discrete and continuous random variables; 3. Theoretical probability distributions (discrete and continuous); 4. Sampling(mean, variance and sample proportion) 5. Point and interval estimation parameters, 6. Parametric hypothesis tests (mean, variance and population proportion); 7. Correlation and simple linear regression.*

### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*O programa cobre os diferentes objetivos e competências específicas que se pretendem proporcionar na unidade curricular, de acordo com uma correspondência facilmente identificável no início de cada tema, o que permite que o estudante possa aferir o seu nível de aprendizagem no final do mesmo. Desta forma, é possível oferecer uma base de conteúdos estabilizada e coerente sobre as Probabilidades e Estatística.*

### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The program covers the different goals and the specific skills that are intended to provide for the course, according to a match easily identifiable at the beginning of each topic, which allows the student to assess the level of learning at the end of it. Thus, it is possible to provide a stable and consistent base of contents on Probability and Statistics.*

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

*Aulas teóricas e teórico-práticas, com exposição oral e escrita, auxiliadas por vezes com novas tecnologias (recorrendo, nomeadamente, ao Excel e ao package estatístico SPSS), onde se descrevem e exemplificam os conceitos e métodos estudados e se resolvem exercícios de aplicação, quando possível com dados reais. Estas metodologias de ensino permitem uma abordagem acessível e interactiva com as diferentes matérias, sendo mais fácil atingir os objetivos propostos.*

### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures and theoretical-practical classes, with oral and written presentations, sometimes aided with new technologies (using for example, Excel and SPSS statistical package), where the concepts and methods studied are described and exemplified and applied exercises are solved with real data, when possible. These teaching methodologies allow interactive and accessible approach to the different materials, making the achievement of the proposed objectives easier.*

### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Os objetivos da unidade curricular são atingidos através de um leque diversificado de actividades educativas e de avaliação, que preparam e enquadram o trabalho autónomo do estudante pela transmissão de conhecimentos*

teóricos, práticos e metodológicos em contexto de aula, mas também através de atividades de discussão dirigidas à aquisição de competências transversais de reflexividade, de análise crítica, de raciocínio e de exposição clara de conhecimentos.

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The main purposes of the course are achieved through a wide range of educational activities and evaluation, which prepare and fit the student's independent work by transmitting theoretical, methodological and practical contents in the classroom, but also through discussion activities for acquisition of soft skills of reflexivity, critical analysis, reasoning and clear exposition of knowledge.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Cabral, J., Guimarães, R., Estatística, McGraw-Hill, Lisboa, 2007.  
Gama, S, Pedrosa, A. Introdução Computacional à Probabilidade e Estatística. Porto Editora, Porto, 2004.  
Maroco, J.. Análise Estatística com utilização do SPSS. 3.ª Edição, Edições Sílabo, Lisboa, 2007  
Murteira, B., Ribeiro, C., Andrade e Silva, J., Pimenta, C. Introdução à Estatística. McGraw-Hill, 2002.  
Reis, E., Melo, P., Andrade, R., Calapez, T. Estatística Aplicada. Vol. I e II, Edições Sílabo, 1996.*

### Mapa IX - Química Orgânica II

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Química Orgânica II*

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

*Cecília de Melo Correia Baptista – 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*Os alunos devem adquirir competências ao nível das características geométricas das moléculas e dos respectivos efeitos sobre o comportamento químico. Devem desenvolver capacidades na utilização de regras de linguagem e nomenclatura usadas para designar sem ambiguidade diferentes configurações moleculares. Devem progredir no estudo das reacções dos compostos orgânicos e respectivos mecanismos e ampliar os conhecimentos de estrutura e propriedades no tocante aos compostos polifuncionais e heterocíclicos.  
Adquirem competências sobre a estrutura e propriedades dos principais grupos de poluentes orgânicos e desenvolvem capacidades ao nível dos métodos laboratoriais de análise ambiental.  
Os alunos devem ficar habilitados a interpretar os resultados dos métodos espectroscópicos na análise estrutural das moléculas orgânicas.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The students should acquire skills in the geometric characteristics of the molecules and their effects on the chemical behavior and develop skills in the use of language rules and nomenclature used to designate unambiguously different molecular configurations. They must progress in the study of the reactions of organic compounds and their mechanisms and expand the knowledge of structure and properties in relation to polyfunctional and heterocyclic compounds.  
They acquire skills on the structure and properties of the major groups of organic pollutants and develop capabilities in the environmental laboratory methods.  
The students should be able to interpret the results of spectroscopic methods in structural analysis of organic molecules.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1.Estereoquímica. Noções de quiralidade e actividade óptica. Relações de enantiomeria e diastereomeria. Reacções assimétricas. Configurações absolutas.  
2.Estrutura, propriedades, nomenclatura e reacções dos compostos orgânicos polifuncionais e heterocíclicos Compostos heterocíclicos. Compostos com funções múltiplas. Dienos e polienos. Dióis e polióis. Compostos dicarbonílicos. Diácidos. Compostos com funções mistas. Compostos etilénicos diversos. Aldóis e cetóis. Ácidos-lactóis, lactidas e lactonas. Ácidos e ésteres cetónicos. Aminoácidos.  
3.Poluentes orgânicos. Hidrocarbonetos e derivados. Grupo BTEX. Solventes orgânicos voláteis (VOC's). Hidrocarbonetos aromáticos polinucleados (PAH's). Clorofluorcarbonetos (CFC's). Bifenilos policlorados (PCB's). Pesticidas. Dioxinas. Detergentes.  
4.Análise estrutural de compostos orgânicos. Espectroscopia de ultravioleta/visível. Espectroscopia de infravermelho. Espectrometria de massas. Espectroscopia de ressonância magnética nuclear.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*1.Stereochemistry. Notions of chirality and optical activity. Relationships of enantiomerism and diastereomerism. Asymmetric reactions. Absolute configurations.*

2. Structure, properties, nomenclature and reactions of polyfunctional and heterocyclic organic compounds  
Heterocyclic compounds. Compounds with multiple functions. Dienes and polyenes. Diols and polyols. Dicarbonyl compounds. Diacids. Compounds with mixed functions. Various ethylenic compounds. Aldols and ketols. Hydroxyacids, lactones and lactides. Acid and ketonic esters. Amino acids.

3. Organic Pollutants. Hydrocarbons and derivatives. BTEX group. Volatile organic solvents (VOC 's). Polynucleated aromatic hydrocarbons (PAHs) . Chlorofluorocarbons (CFCs). Polychlorinated biphenyls (PCBs). Pesticides. Dioxins. Detergents.

4. Structural analysis of organic compounds. Ultraviolet/visible spectroscopy. Infrared spectroscopy. Mass spectrometry. Nuclear magnetic resonance spectroscopy.

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O programa leccionado detalha aspectos da estereoquímica e das regras de nomenclatura das configurações absolutas. Assim os alunos desenvolvem competências no âmbito da estrutura e representação espacial das moléculas e ficam habilitados a escrever os diferentes enantiómeros e diastereómeros.

São estudados os principais heterociclos e também vários compostos com funções múltiplas e mistas no que diz respeito à sua estrutura e reactividade específicas, para que os alunos ampliem os conhecimentos dos compostos heterocíclicos e polifuncionais.

Faz-se uma descrição dos principais compostos orgânicos poluentes, permitindo que os alunos tenham um contacto com as respectivas fontes de emissão, limites admissíveis e problemas inerentes ao seu uso e descarte no meio ambiente.

São estudados métodos de análise usados na caracterização dos compostos orgânicos, o que permite aos alunos diferenciar vários tipos de espectros e perceber a atribuição de uma série de sinais químicos típicos.

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

The program taught details aspects of stereochemistry and nomenclature rules of absolute configurations. Thus students develop skills within the structure and spatial representation of the molecules and are able to write unambiguously the different enantiomers and diastereomers.

The main heterocycles and also several compounds with multiple and mixed functions are studied with regard to its specific structure and reactivity, so that students expand their knowledge of heterocyclic and polyfunctional compounds.

The principal organic pollutant compounds are described, allowing students to have a contact with their sources of emissions, admissible limits and problems inherent in their use and disposal in the environment.

Analysis methods used in the characterization of organic compounds are studied, which allows students to differentiate various types of spectra and realize the attribution of a number of typical chemical signs.

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

Aulas teóricas expositivas acerca da estrutura e demais conceitos teóricos que estão na base das propriedades químicas, comportamento e reactividade dos compostos orgânicos heterocíclicos e polifuncionais, bem como dos aspectos relacionados com a estereoquímica e com a caracterização espectroscópica.

Aulas laboratoriais para síntese, purificação e análise de compostos orgânicos.

Aulas de resolução de exercícios e análise de espectros.

Os alunos são avaliados continuamente através de mini-testes sobre a matéria teórica e através da preparação das aulas práticas, caderno de laboratório individual e desempenho laboratorial. No caso dos alunos não terem aproveitamento em frequência serão projectados para exame final.

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures on the structure and other theoretical concepts that form the basis of chemical properties, behavior and reactivity of heterocyclic and polyfunctional organic compounds, as well as aspects related to stereochemistry and spectroscopic characterization.

Laboratory classes for synthesis, purification and analysis of organic compounds.

Lessons for problems solving and analysis of spectra.

Students are assessed continuously through mini-tests of the theory and through the individual preparation for laboratorial classes, individual laboratory notebook and performance. If the students do not succeed in the first evaluation, they can carry out a final examination.

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As aulas teóricas permitem a explicação e o desenvolvimento dos conceitos teóricos acerca das propriedades e reactividade específica dos compostos heterocíclicos e polifuncionais, indispensáveis para perceber e prever as reacções químicas destes compostos. Permitem ainda entender as especificidades dos grupos funcionais responsáveis pelo seu comportamento espectroscópico.

As aulas práticas laboratoriais permitem o manuseamento de modelos moleculares, reagentes, material laboratorial e equipamentos utilizados nas operações vulgares de síntese, purificação e análise de compostos orgânicos, prática indispensável para desenvolver a autonomia do aluno e criação da conhecimento e confiança necessárias a um futuro trabalho laboratorial na área da química. São realizados para isso vários trabalhos práticos, nomeadamente:

TP1. Construção de modelos moleculares - estereoisomeria.

TP2. Síntese do 3,5-dimetilpirazolo.

TP3. Síntese do ácido benzílico (3 sínteses sucessivas, em que o composto sintetizado é usado como reagente na síntese seguinte).

TP4. Determinação de óleos e gorduras flutuáveis em efluentes líquidos.

TP5. Identificação de espectros.

A resolução de exercícios é realizada nas aulas teóricas após a exposição da teoria ou nas aulas laboratoriais dedicadas a este fim ou como complemento dos tempos de espera inerentes a alguns trabalhos práticos. Esta resolução é imprescindível para testar os conhecimentos ministrados e apreendidos pelos alunos, concorrendo para a sedimentação dos conceitos.

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The lectures allow the explanation and the development of theoretical concepts about specific properties and reactivity of heterocyclic and polyfunctional compounds, essential to understand and predict chemical reactions of these compounds. They allow further the understanding of the functional groups specificities which are responsible for their spectroscopic behavior.*

*The laboratory classes allow the handling of molecular models, reagents, laboratory supplies and equipment used in the ordinary operations of synthesis, purification and analysis of organic compounds, essential to develop student autonomy and creation of practical knowledge and confidence necessary for future laboratorial work in chemistry. With this purpose they are performed many practical work, including:*

*TP1. Construction of molecular models - stereoisomery.*

*TP2. Synthesis of 3,5-dimethylpyrazole.*

*TP3. Synthesis of benzylic acid (three successive synthesis, where the synthesized compound is used as a reactant in the following synthesis).*

*TP4. Determination of floatable oils and fats in wastewater.*

*TP5. Identification of spectra.*

*The problem solving is done in lectures after exposure of the theory or in the laboratory classes dedicated to this purpose or as a complement of waiting times inherent to some practical work. This resolution is essential to test the students learning process, contributing to the concepts consolidation.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Solomons, T.W.G., Fryhle, C.B. Organic Chemistry, 9ª ed. John Wiley & Sons, Inc. USA, 2007.*

*Tomé, A. Introdução à nomenclatura dos compostos orgânicos. Escolar Editora, Lisboa, 2010.*

*Carey, F., Organic Chemistry, McGraw-Hill International, New York, 2007.*

*Vollhardt, P., Schore, N., Organic Chemistry: Structure and Function, 5th ed. W.H. Freeman & Co Ltd., New York, 2005.*

*Baird, C., Cann, M., Environmental Chemistry, 5th ed., W.H. Freeman and Company, New York, 2012.*

### Mapa IX - Química das Soluções

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Química das Soluções*

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

*Maria Teresa da Luz Silveira - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*O aluno deve adquirir competências na área da condutimetria, distinguindo o comportamento de um eletrólito forte de um fraco.*

*O aluno deve, também, ser capaz de identificar e distinguir reações de oxidação-redução, reações de precipitação, e reações de complexação, bem como as utilizar quer em análise qualitativa como em análise quantitativa.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The student must acquire competencies in conductimetry, distinguishing the behavior of a strong electrolyte a weak. The student must also be able to identify and distinguish oxidation-reduction reactions, precipitation reactions, and complex reactions, as well as use both in qualitative analysis and in quantitative analysis.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Condutimetria: condutividade e condutividade molar; medição de condutividade; variação de condutividade com a concentração, condutividades molares a diluição infinita e lei das condutividades iónicas independentes (Kolhrausch);  
2. Reações redox: a equação de Nernst; aplicações da equação de Nernst; titulações Redox; principais oxidantes e redutores.*

*3. Reações de precipitação: mecanismo de formação de precipitados e tipos de precipitados; contaminação dos precipitados; fatores que afetam a solubilidade dos precipitados; análise qualitativa e análise quantitativa- gravimetria e volumetria por precipitação;*

*4. Complexos e reações de complexação: química dos compostos de coordenação; curvas de titulação e sua determinação experimental; cálculo teórico das curvas de titulação; métodos de deteção do ponto de equivalência; titulações de misturas: simultânea e consecutiva; interferências e sequestração.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

1. *Conductimetry: conductivity and molar conductivity; conductivity measuring; variation of conductivity with concentration, molar conductivities at infinite dilution and independent ionic conductivities law (Kolhrausch);*
2. *Redox reactions: the Nernst equation; applications of the Nernst equation; Redox titrations; main oxidizers and reducers.*
3. *Precipitation Reactions: mechanism of formation of precipitates and types of precipitates; contamination of precipitates; factors affecting the solubility of precipitates; qualitative analysis and quantitative analysis-gravimetry and volumetry;*
4. *Complexometry and complexes reactions: chemistry of coordination compounds; titration curves and its experimental determination; theoretical calculation of titration curves; detection methods of the equivalence point; Titrations of mixtures: simultaneous and consecutive; interference and sequestration.*

#### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*A metodologia de ensino, baseada na exposição oral com suporte na apresentação de diapositivos, na realização de exercícios e de trabalhos práticos laboratoriais permite ao aluno adquirir competências, de modo a ser capaz de aplicar os conceitos teóricos de forma a saber escolher o método de análise que deverá aplicar na identificação e no doseamento de determinada espécie química.*

#### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The teaching methodology, based on oral exposure with support in slideshow, in carrying out exercises and laboratory practices allows students to acquire skills in order to be able to apply the theoretical concepts in order to know to choose the method of analysis that should be applied in the identification and the determination of certain chemical species.*

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas onde são lecionados os conteúdos programáticos propostos, através de apresentação oral acompanhada de diapositivos. As aulas teórico-práticas e aulas práticas laboratoriais onde são resolvidos exercícios e executados trabalhos práticos laboratoriais com a aplicação dos conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas. A avaliação é constituída por testes escritos e elaboração de relatórios dos trabalhos laboratoriais.*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Theoretical classes where they are taught the syllabus proposed, through oral presentation accompanied by slides. Theoretical-practical and laboratory-practices lessons where exercises are solved and where laboratory experiments are implemented with the application of the knowledge acquired in theoretical lessons. The evaluation consists of written tests and reporting of laboratory work.*

#### **6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*A exposição teórica seguida de resolução de exercícios e de execução de trabalhos práticos laboratoriais permite ao aluno uma gradual apreensão dos conhecimentos. Deste modo o aluno, com base nos conceitos teóricos, e aplicando-os nas atividades teórico-práticas e práticas laboratoriais, ser capaz de realizar as análises de identificação e doseamento de espécies químicas. A realização de relatórios ao longo do semestre implica ainda a obrigatoriedade de raciocínio e estudo continuado, sendo mais facilmente obtidos os objetivos de aprendizagem na unidade curricular.*

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*Theoretical exposure followed by solving exercises and laboratory practical work execution allows students a gradual apprehension of knowledge. In this way the student, based on theoretical concepts, and applying them in theoretical-practical activities and laboratory practices, is able to carry out the analyses for the identification and determination of inorganic chemical species. The completion of reports throughout the semester involves the obligatory of thinking and continued study which also facilitates the achievement of learning objectives of the curricular unit.*

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Christian, D.G., Analytical Chemistry, 7ª ed., John Wiley & Sons, New York, 2013.  
Skoog, D.A., West D.M., Holler, F. J.,rouch, S.R., Fundamentals of Analytical Chemistry, 9ª ed., Thomson Brooks/Cole, 2013.  
Harris, D.C., Quantitative Chemical Analysis, 8ª ed., W. H. Freeman and Company, New York, 2010.  
Gonçalves, M.L.S.S., Métodos Instrumentais para Análise de Soluções, Fundação Calouste Gulbenkian, 4ª Ed., Lisboa, 2001.*

### **Mapa IX - Termodinâmica Química I**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Termodinâmica Química I*

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

*Valentim Maria Brunheta Nunes - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*Estudo dos princípios da Termodinâmica Química. Os alunos devem aplicar esses princípios a sistemas, sejam sólidos líquidos ou gasosos, com interesse em Engenharia Química. Devem desenvolver técnicas de cálculo importantes em engenharia.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The students should be familiar with the principles of Chemical Thermodynamics and be able to apply them to (solid, liquid or gaseous) systems with interest to Chemical Engineering. They should develop important calculus techniques in engineering.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Gases ideais e reais; 2. Energia interna e Primeira lei da termodinâmica. Termoquímica; 3. Entropia e segunda lei da termodinâmica. Entropia absoluta e terceira lei; 4. Energia de Gibbs e de Helmholtz. Combinações da 1ª e 2ª lei da termodinâmica; 5. Equilíbrio em reacções químicas; 6. Equilíbrio de fases em substâncias puras; 7. Soluções ideais. Lei de Raoult e Lei de Henry. Diagramas de fases.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*1. Ideal and real gases; 2. Internal energy and the first law of thermodynamics. Thermochemistry; 3. Entropy and the second law of thermodynamics. Third law of thermodynamics; 4. The Helmholtz and Gibbs functions. Combining the first and second laws; 5. Chemical equilibrium; 6. Physical transformations in pure substances. 7. Ideal solutions. Raoult's and Henry's Law. Phase diagrams.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O conteúdo programático da UC abrange as matérias e conceitos fundamentais da Termodinâmica Química que permitem ao aluno aplicar esses conceitos noutras áreas da Engenharia Química. Para tal os alunos, através das aulas TP, utilizam, entre outras, técnicas de cálculo diferencial e cálculo integral.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The syllabus of this UC covers the fundamental concepts of Chemical Thermodynamics that allow the students to apply them in other areas of Chemical Engineering. For this, through the TP classes, they utilize, among others, the differential and integral calculus.*

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

*Explicação e demonstração dos conceitos fundamentais da Termodinâmica Química. Resolução de exercícios e problemas em aula prática com o objectivo de aplicar as ferramentas do cálculo. A resolução individual por parte dos alunos, das fichas de problemas é um modo de averiguar a correcta apreensão da matéria leccionada. No final do semestre o aluno realiza uma prova escrita onde são avaliadas as competências teóricas e de cálculo adquiridas.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Explanation and demonstration of the fundamental concepts of Chemical Thermodynamics. Resolution of exercises and problems in practical class with the objective of applying the tools of calculus. The individual student problems resolution is a way to verify the correctness of they understood about the subject taught. At the end of the semester the student makes a written exam where there are evaluated the acquired knowledge and skills.*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*A metodologia praticada permite aos alunos a resolução de inúmeros problemas que acompanham a matéria leccionada, e simultaneamente exercitam técnicas importantes de cálculo.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The practiced methodology allows the students to solve several problems that follows the theoretical concepts, and simultaneously to exercise important techniques of calculus.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Atkins, P., De Paula, J.; Physical Chemistry, Volume 1: Thermodynamics and Kinetics, 9th ed, Oxford University Press, Oxford, 2010*

*Azevedo, Termodinâmica Aplicada, 3ª ed., Escolar Editora, Lisboa, 2011.*

*Smith, Van Ness e Abbott, Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, McGraw-Hill, New York, 1995.*

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Balanços de Matéria e Energia*

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

*Henrique Joaquim de Oliveira Pinho - 60 h*

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

*Não aplicável.*

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

*A disciplina tem como objetivo desenvolver as competências necessárias à elaboração de balanços de massa e de energia, passo fundamental no âmbito de projeto de unidades industriais e determinante nos procedimentos de dimensionamento e projeto de equipamentos, na otimização e na avaliação económica de processos químicos. Após conclusão da unidade curricular com sucesso, os alunos deverão ser capazes de interpretar as descrições de processos químicos e representar os correspondentes diagramas de blocos e de fluxo, de identificar e obter os dados e propriedades relevantes desses processos, e de efetuar e validar os balanços de massa e de energia.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The course aims to develop the necessary skills to solve mass and energy balances, an essential step for the design of chemical industries, for equipment sizing and selection, and for optimization and economic assessment of chemical processes. After completing the course successfully, students should be able to interpret the descriptions of chemical processes and represent the corresponding block diagrams and process flow diagrams, identify and obtain the data and relevant properties of these processes, and to solve and validate the mass and energy balances.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Balanços de massa: Equações de conservação de massa; Estado estacionário e estado transiente; Base de cálculo; Metodologia de resolução dos balanços; Resolução por via sistemática e por via não sistemática; Processos que envolvem reciclagem, purga ou by-pass; Utilização de substâncias de ligação; Definição, cálculo e estimativa de variáveis de processo. 2. Balanços de massa com reação química: Equação de reação e estequiometria; Método de recurso ao balanço aos átomos; Reagente limitante e reagentes em excesso; Grau de conversão e extensão das reações; Rendimento e seletividade. 3. Balanços de energia: Formas de energia e equação de conservação de energia; Processos com mudança de estado; Metodologia de resolução de balanços de energia. 4. Balanços de energia em processos com reação química: Entalpia de reação; Lei de Hess; Reações de combustão e reações de formação. 5. Tópicos avançados.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*1. Mass balances: Mass conservation equation; Steady-state and transient processes; Calculation basis; Material balances solving procedures; Systematic and non-systematic methodologies; Processes with recycle, purge or by-pass; Use of relationships between streams; Definition, estimation and use of process variables. 2. Mass balances on reactive processes: Chemical equation and stoichiometry; Atoms balance strategy; Limiting and excess reagents; Reaction conversion and extension; Yield and selectivity. 3. Energy balances: Energy forms and energy conservation equation; Processes with physical changes; Energy balances solving procedures. 4. Energy balances on reactive processes: Enthalpy of reaction; Hess' Law; Combustion and formation reactions. 5. Advanced topics.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Os conteúdos programáticos incluem os principais conceitos e ferramentas necessários à resolução de balanços de massa e energia, que representa as principais competências definidas nos objetivos da unidade curricular. São primeiro contemplados nos capítulos 1 e 2 os conhecimentos necessários à resolução de balanços de massa em processos químicos, com ou sem etapas reativas, e posteriormente são desenvolvidas nos capítulos 3 e 4 as capacidades necessárias à resolução de balanços de energia. No último capítulo são explorados de forma introdutória os princípios de integração de massa e de energia, os métodos de resolução de balanços em processos por andares, e os recursos de resolução de balanços por meios computacionais, o que permite dotar os alunos de conhecimentos que poderão mais tarde aplicar no âmbito do projeto curricular, ou ampliar num segundo ciclo de estudos.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The syllabus includes the main concepts and tools needed to solve mass and energy balances, which represents the core competencies defined in the objectives of the course. Chapters 1 and 2 covers the knowledge needed to solve mass balances in chemical processes, with or without reactive units, and subsequently are developed in Chapters 3 and 4 the skills necessary to solve the energy balances. In the last chapter are explored in an introductory way the principles of mass and energy integration, the resolution methods applicable to staggered processes, and the basics mass and energy solving by software, which provide the students with knowledge that may later applied in the "project" course unit, or be improved in a master's second cycle.*

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

*Durante as aulas teóricas são explicitados os principais conceitos, demonstrando-se a aplicação destes e das principais metodologias de resolução dos balanços através da resolução pormenorizada de exemplos representativos, que fazem parte dos enunciados propostos. Nas aulas teórico-práticas propõem-se, de forma coordenada com a evolução das aulas teóricas, a resolução pelos alunos de exercícios incluídos nos enunciados já referidos,*

procedendo à discussão em grupo dos métodos usados e à análise crítica dos resultados obtidos. Além de se sugerir a consulta da bibliografia e a resolução de problemas existentes nessas obras, são fornecidos enunciados suficientes para permitir a resolução pelos alunos fora das aulas, estimulando-se o desenvolvimento de rotinas de trabalho autónomo. A avaliação é efetuada através de testes escritos, nas diferentes épocas oficiais de avaliação, que incluem dois a quatro problemas de resolução de balanços de massa e ou energia em processos químicos.

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*During the theoretical lectures the main concepts are explained and exemplified, the mass and energy balance resolution methodologies were explicated through detailed resolution of representative examples, which are part of the proposed exercises. In coordination with the evolution of the lectures, the resolution of exercises by the students is proposed in the practical classes. The methods used by the students are then proceeding to group discussion and performed a critical analysis of the results obtained. In addition to suggest exercises included in the proposed bibliography extra exercises are provided to allow complementary work, stimulating the development of student's autonomous work routines. The evaluation is done through written tests at different official opportunities, which include two to four exercises concerning the resolution of mass or energy balances in chemical processes.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*As capacidades de os alunos resolverem balanços de massa e de energia em processos químicos, ou de os interpretar quando procedem à análise e auditoria de processos já implementados, requerem o domínio de conceitos fundamentais de conservação de massa e de energia, mas requerem principalmente o desenvolvimento de competências ao nível da interpretação dos problemas e da estruturação de um raciocínio que permita obter a solução desses problemas. Estas capacidades são desenvolvidas a par com o domínio das metodologias de cálculo e de estruturação lógica e matemática dos problemas, conseguido através da insistência na resolução de exemplos práticos. Os exercícios resolvidos detalhadamente nas aulas teóricas e os exercícios propostos para resolução pelos alunos, quer nas aulas teórico-práticas quer em trabalho autónomo, foram concebidos de forma a incluir todos os capítulos do programa, e a estimular o desenvolvimento das competências definidas nos objetivos da unidade curricular, representando o principal vetor que relaciona esses objetivos com a metodologia de ensino. Os exercícios exigem aos alunos que: interpretem as descrições dos processos químicos, como usualmente constam de textos técnico-científicos e de patentes, de forma a desenharem os diagramas de blocos representativos desses processos; identifiquem as relações entre as variáveis de processo, como é o caso de composições, de eficiências ou rendimentos, e de relações estequiométricas; obtenham ou estimem relações ou propriedades físicas e termoquímicas; definam a estratégia de resolução dos balanços; procedem à resolução dos balanços por via sistemática ou não sistemática; analisem e validem os resultados obtidos.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The capabilities of the students to solve mass and energy balances in new chemical processes, or to interpret the solved balances for analysis and audit of already implemented processes, require the mastery of fundamental concepts of conservation of mass and energy, but mainly require the development of skills in the interpretation and structuring of the problems to achieve the solutions. These skills are developed along with the domain of the calculation methodologies and structuring logic and math problems, achieved by insisting on solving practical examples. Several exercises were solved in detail in lectures and several more exercises were proposed for resolution by the students, both in practical classes either in autonomous work. The exercises were designed to include all topics of the program, and to encourage the development of skills defined in the objectives of the course, representing the main vector that connects these objectives with the teaching methodology. The exercises potentiate the students to develop skills to: interpret the descriptions of chemical processes as usually consist of technical and scientific texts and patents, in order to drawn block diagrams representing these processes; identify the relationships between process variables such as case of compositions, efficiencies and stoichiometric ratios; obtain or estimate relationships or physical and thermochemical properties; define the strategy for resolution of the calculations; proceed to the resolution of the balances by systematic or unsystematic methodology; analyze and validate the results obtained.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Himmelblau, D., Riggs J., Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering, Prentice-Hall, 8th ed, 2012.  
Felder R.M., Rousseau R.W., Elementary Principles of Chemical Processes, 3rd ed., Wiley, 2005.  
Coulson J.M., Richardson J.F., Tecnologia Química, Vols. I, II e VI, Edição Portuguesa do Prof. Dr. C.C. Ramalho, 2ª Ed., Gulbenkian, 1991.  
Perry R.H., Green D., Perry's Chemical Engineers' Handbook, McGraw-Hill, 8th ed., 2007.*

### Mapa IX - Química Física

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Química Física*

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

*Marco António Mourão Cartaxo – 52,5 horas*

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

Não aplicável.

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

*Os alunos devem ser capazes de resolver problemas fundamentais de Química-Física, numa perspectiva microscópica, que serão úteis em disciplinas mais avançadas, e ficar aptos a utilizar os conceitos fundamentais da mecânica quântica e a aplicar a equação de Schrödinger aos modos principais do movimento atómico e molecular, nomeadamente translação, vibração e rotação. Os alunos devem ficar ainda aptos a prever propriedades de átomos hidrogenóides, bem como a prever e interpretar espectros atómicos e moleculares (espectro rotacional e vibracional). Os alunos devem aplicar os conceitos básicos de cinética química, prever e interpretar o comportamento cinético das reacções químicas, bem como correlacionar e prever propriedades cinéticas e termodinâmicas de gases. Os alunos devem ser capazes de compreender e aplicar os conceitos fundamentais dos processos de troca electrónica à superfície dos eléctrodos, bem como prever e interpretar o comportamento de diversos sistemas electroquímicos.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Students should be able to solve problems with some fundamental concepts of physical chemistry, on a microscopic perspective, which will be useful in more advanced courses: students must be able to use the fundamental concepts of quantum mechanics and apply the Schrödinger equation to the main atomic and molecular motion modes, including translation, vibration and rotation. Students should also be able to predict properties of hydrogenic atoms, and to anticipate and interpret atomic and molecular spectra (rotational and vibrational spectrum). Students will be able to apply the basic concepts of chemical kinetics, to predict and interpret the kinetic behavior of chemical reactions as well as to correlate and predict kinetic and thermodynamic properties of gases. Students should be able to understand and apply the fundamental concepts of electronic exchange processes at the surface of electrodes, as well as predict and interpret the behavior of various electrochemical systems.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Mecânica Quântica. Introdução. A equação de Schrödinger. Interpretação de Born. Princípio da Incerteza de Heisenberg. Movimento translacional (a partícula na caixa), vibracional (o oscilador harmónico) e rotacional (a partícula no anel e na esfera). Estrutura atómica e espectros atómicos (átomos hidrogenóides e polieletrónicos; símbolos, termos e regras de selecção). Espectroscopia rotacional e vibracional. 2. Cinética Química. Velocidade de uma reacção química. Variação da velocidade da reacção com a temperatura: a Equação de Arrhenius. Tratamento teórico das velocidades de reacção. Teoria das Colisões e Teoria do Complexo Activado. Teoria Cinética dos Gases. Dinâmica Molecular. 3. Electroquímica. Revisão de conceitos fundamentais. Transferência electrónica em sistemas homogéneos e heterogéneos. Voltametria. Electrólise. Células galvânicas. Corrosão.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*1. Quantum Mechanics. Introduction. The Schrödinger equation. The Born interpretation. Heisenberg's Uncertainty Principle. Translational (the particle in the box), vibrational (harmonic oscillator) and rotational (the particle on the ring and ball) motion. Atomic structure and atomic spectra (hydrogenic and polyelectronic atoms, symbols, terms and selection rules). Rotational and vibrational spectroscopy. 2. Chemical kinetics. The rate of a chemical reaction. Variation of the reaction rate with temperature: the Arrhenius equation. Theoretical treatment of reaction rates. Collision theory and the Activated Complex Theory. Kinetic Theory of Gases. Molecular Dynamics. 3. Electrochemistry. Review of fundamental concepts. Electron transfer in homogeneous and heterogeneous systems. Voltammetry. Electrolysis. Galvanic cells. Corrosion.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*O programa leccionado detalha aspectos da mecânica quântica, estrutura atómica e espectros atómicos e moleculares. Deste modo os alunos desenvolvem competências no âmbito da estrutura atómica e molecular e dos espectros que estes originam. São estudados os efeitos da temperatura e da concentração na velocidade das reacções químicas, bem como os modelos teóricos que explicam estes fenómenos, incluindo os aspectos termodinâmicos. Deste modo os alunos ficam com um conhecimento alargado acerca da cinética química. Este conhecimento permite reconhecer, aplicar ou prever a velocidade e as propriedades termodinâmicas envolvidas nas reacções químicas. São ainda analisados os processos de troca electrónica à superfície de eléctrodos, bem como a sua aplicação na voltametria, na electrólise, nas células galvânicas e na corrosão. Deste modo os alunos ficam aptos a prever e interpretar o comportamento de diversos sistemas electroquímicos.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The program details aspects of quantum mechanics, atomic structure and atomic and molecular spectra. Thus students develop skills in atomic and molecular structure and the spectra that these originate. The effects of temperature and concentration on the rate of chemical reactions are studied as well as the theoretical models that explain this phenomenon, including thermodynamic aspects. Thus the students are left with a wide knowledge about chemical kinetics. This knowledge allows them to recognize, apply or predict the rate and the thermodynamic properties involved in chemical reactions. The processes of electronic exchange at the surface of electrodes are also analyzed, as well as their application in voltammetry, electrolysis, galvanic cells and corrosion. Thus students are able to predict and interpret the behavior of various electrochemical systems.*

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

*Aulas teóricas expositivas, onde se descrevem os princípios fundamentais e os conceitos teóricos sobre mecânica quântica, cinética química e electroquímica.*

*Aulas teóricas-práticas onde se propõem a resolução de exercícios de aplicação dos conceitos abordados nas aulas teóricas.*

*Teste escrito, com consulta de formulário, em frequência, ou nas épocas de exame.*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures where the fundamental principles and theoretical concepts of quantum mechanics, chemical and electrochemical kinetics are described.*

*Practical classes where the resolution of applied exercises of the concepts covered in the lectures is proposed.*

*Written test, with consultation of form, in frequency or exam periods.*

#### **6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*As aulas teóricas permitem a explicação e o desenvolvimento dos conceitos teóricos acerca dos sistemas quânticos e sua aplicação aos átomos e moléculas, da cinética química e da electroquímica, indispensáveis para perceber e prever propriedades atómicas e moleculares e o comportamento de reacções químicas e electroquímicas.*

*A resolução de exercícios é realizada nas aulas teórico-práticas. Esta resolução é imprescindível para testar os conhecimentos ministrados e apreendidos pelos alunos, promovendo a assimilação dos conceitos.*

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The lectures allow the explanation and the development of theoretical concepts about quantum systems and its application to atoms and molecules, chemical kinetics and electrochemistry, which are essential to understand and predict atomic and molecular properties and the behavior of chemical and electrochemical reactions.*

*The resolution of exercises is done in practical classes. This resolution is essential to test the skills learned by the students and to promote the assimilation of the concepts.*

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Atkins, P., Physical Chemistry, Oxford: Oxford University Press, 1998.*

*Formosinho, S., Fundamentos de Cinética Química, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1983.*

*Levine, I., Physical Chemistry, McGraw-Hill, New York, 1995.*

### **Mapa IX - Métodos Numéricos Aplicados**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Métodos Numéricos Aplicados*

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

*João Manuel Mourão Patrício - 52,5 horas*

#### **6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Não aplicável.*

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

*O objectivo principal desta Unidade Curricular consiste em fornecer aos alunos alguns conceitos básicos de Análise Numérica, nomeadamente nos Métodos Numéricos para a Resolução de Sistemas de Equações Lineares e Não Lineares, Cálculo de Raízes de Equações Não Lineares, Interpolação Polinomial, Integração Numérica e Equações Diferenciais Ordinárias. Como complemento, pretende-se dotar os alunos de capacidade e sensibilidade de aplicação dos processos algorítmicos ministrados nesta Unidade Curricular e que serão utilizados em contextos variados na actividade tecnológica em Engenharia Química e Bioquímica.*

#### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The main goal of this Curricular Unit consists of providing the students with basic knowledge in Numerical Analysis, namely in what concerns with Numerical Methods for Systems of Linear and Nonlinear Equations, Roots of Nonlinear Equations, Polynomial Interpolation, Numerical Integration and Methods for Ordinary Differential Equations.*

*Furthermore, another important goal is to provide the students with skills and sensitivity for the application of algorithmic processes that may be of use in the Curricular Unit as well as in different contexts of the technological activity of a Chemical and Biochemical Engineer.*

#### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Temas introdutórios: Representação de Números, definição e fontes de Erro; propagação do Erro; estabilidade em Análise Numérica.*

*2. Álgebra Matricial e Sistemas de Equações Lineares: matrizes e normas; métodos directos – método de eliminação de Gauss e decomposição LU; métodos iterativos – métodos de Jacobi e de Gauss-Seidel.*

*3. Equações Não Lineares: localização de raízes; Métodos iterativos – bissecção, ponto fixo, Newton e Secante. Aplicação do método de Newton a sistemas não lineares.*

4. *Interpolação Polinomial: polinómio interpolador de Lagrange; Polinómio interpolador de Newton das diferenças divididas e das diferenças ascendentes; polinómio interpolador de Hermite.*

5. *Integração Numérica: introdução; fórmulas de Newton-Cotes; Regras trapezoidal e de Simpson simples; Regras trapezoidal e de Simpson compostas.*

6. *Métodos Numéricos para Equações Diferenciais Ordinárias: Introdução às equações diferenciais ordinárias; métodos de Taylor; método de Euler; métodos de Runge-Kutta.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

1. *Introductory aspects: Number representation, definition and sources of Error; Error propagation; Stability in Numerical Analysis.*

2. *Matrix Algebra and Systems of Linear Equations: matrices and norms; direct methods – Gaussian elimination and LU decomposition; iterative methods – Jacobi method and Gauss-Seidel method.*

3. *Nonlinear equations: root location; Iterative methods – bisection, fixed point, Newton and Secant; Application of the Newton Method to Systems of Nonlinear Equations.*

4. *Polynomial Interpolation: introduction; Lagrange interpolation polynomial; divided and ascendent difference Newton interpolation polynomial; Hermite interpolation polynomial.*

5. *Numerical Integration: introduction; Newton-Cotes formulae; Trapezoidal and Simpson simple rules; Trapezoidal and Simpson composed rules.*

6. *Numerical Methods for Ordinary Differential Equations: introduction to ordinary differential equations; Taylor methods; Euler method; Runge-Kutta methods.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos apresentados vão de encontro às necessidades de ordem numérica das situações mais comuns no âmbito da Tecnologia em Engenharia Química e Bioquímica. Por outro lado, trata-se de assuntos que permitem desenvolver a sensibilidade computacional e algorítmica dos alunos, indispensável para o tratamento computacional nas situações acima referidas.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The syllabus meets the most common numerical needs that rise in the context of Technology in Chemical and Biochemical Engineering. Furthermore, the subjects covered allow the development of the computational and algorithmic skills of the students, which are crucial for the computational treatment of the above mentioned contexts.*

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

*Aulas teóricas: apresentação dos conteúdos programáticos, sempre que possível recorrendo a novas tecnologias da informação e comunicação; Aulas teórico-práticas: resolução de problemas práticos, com frequência em ambiente computacional; Avaliação contínua: realização de dois testes escritos e de um trabalho computacional, individual ou em grupo; Avaliação final: realização de provas escritas, nas épocas previstas para o efeito.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Theoretical classes: exposition of the subjects covered by the syllabus, using new information and communication technologies whenever possible; Practical classes: solution of practical problems, rather frequently in a computational environment; Continuous evaluation is performed by means of two written tests and a computational assessment, that can be carried out individually or in group; Final evaluation corresponds to a written exam test, carried out in the various examination periods.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Nesta unidade curricular procura-se privilegiar a interligação entre os problemas da vida real e os métodos matemáticos e algorítmicos para a sua resolução. Num curso moderno de Métodos Numéricos, para além dos aspectos matemáticos de base, é impossível ignorar a vertente computacional, indispensável à resolução de problemas em ambiente industrial e laboratorial. É por esta razão que não só a leccionação como também a avaliação desta unidade curricular têm uma assinalável componente computacional, procurando tirar partido das mais atuais metodologias de resolução dos problemas referidos.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*In this curricular unit we seek to emphasize the connection between real-life problems and the mathematical and algorithmic issues of their solution. In a modern Numerical Methods course, it is simply impossible to neglect the computational point of view, that, along with the basic mathematical aspects, are essential for the solution of problems in laboratory and industry. Therefore, the lecturing and the student evaluation in this curricular unit has a remarkable connection with the computational front, by taking advantage of the most modern methodologies to address such problems.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Pina, H., Métodos Numéricos, McGraw-Hill, 1995.*

*Heath, M., Scientific Computing: an Introductory Survey, McGraw-Hill, 2001.*

*Burden, R., Faires, J., Numerical Analysis, PWS Publishing Company, 2010.*

## Mapa IX - Análise Química

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Análise Química*

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

*Maria Teresa da Luz Silveira - 52,5 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*O aluno deve ser capaz de identificar os métodos instrumentais que envolvem absorção, dispersão e emissão de energia, bem como os utilizar em análise quantitativa. O aluno deve, ainda, ser capaz de aplicar as técnicas separativas de extração por solventes e de cromatografia.*

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The student should be able to identify the instrumental methods involving absorption, dispersion and emission of energy, as well as using them in quantitative analysis. The student should be able to apply the separation techniques of solvent extraction and chromatography.*

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Espectrofotometria do Vis e UV: Lei de Lambert-Beer e desvios à lei de Beer; espectrofotómetros; análise qualitativa; análise quantitativa.*
- 2. Dispersão de energia radiante (turbidimetria e nefelometria).*
- 3. Fotometria de chama de emissão: princípios teóricos; sistemas instrumentais; diferentes tipos de fotometria de chama de emissão; tipos de interferências; análise quantitativa - métodos de cálculo.*
- 4. Espectroscopia de absorção atómica: princípios teóricos; aparelhagem; interferências; análise qualitativa; análise quantitativa - métodos de cálculo.*
- 5. Extração por solventes: extração de sólidos; extração líquido-líquido.*
- 6. Cromatografia: classificação das análises por cromatografia; métodos e técnicas cromatográficas.*

### 6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Vis and UV spectrophotometry: Beer-Lambert Law and Beer's law deviations; spectrophotometers; qualitative and quantitative analysis.*
- 2. Dispersion of radiant energy (turbidimetry and nephelometry).*
- 3. Emission flame photometry: theoretical principles, instrumental systems, types of emission flame photometry; types of interference; quantitative analysis - calculation methods.*
- 4. Atomic absorption spectroscopy: theoretical principles; instrumental systems; interferences, qualitative analysis, quantitative analysis - calculation methods.*
- 5. Solvent extraction: extraction of solids, liquid-liquid extraction.*
- 6. Chromatography: classification analysis by chromatography; methods and chromatographic techniques.*

### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*A metodologia de ensino, baseada na exposição oral com suporte na apresentação de diapositivos, na realização de exercícios e de trabalhos práticos laboratoriais permite ao aluno adquirir competências, de modo a que aplicando os conceitos teóricos, identifique o método de análise que deverá usar numa determinada análise quantitativa em controlo de qualidade.*

### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The teaching methodology, based on oral exposure with support in slideshow, in carrying out exercises and laboratory practices allows students to acquire skills in order to be able to apply the theoretical concepts and choose the method of analysis that should be applied in a given quantitative analysis in quality control.*

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

*Aulas teóricas onde são lecionados os conteúdos programáticos propostos, através de apresentação oral acompanhada de diapositivos. As aulas teórico-práticas e aulas práticas laboratoriais onde são resolvidos exercícios e executados trabalhos práticos laboratoriais com a aplicação dos conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas. A avaliação é constituída por testes escritos e elaboração de relatórios dos trabalhos laboratoriais.*

### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Theoretical classes where syllabus proposed are taught, through oral presentation followed by slides. Theoretical-practical and laboratory-practices lessons where exercises are solved and where laboratory experiments are implemented with the application of the knowledge acquired in theoretical lessons. The evaluation consists of written tests and reporting of laboratory work.*

### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade

curricular.

*A exposição teórica seguida de resolução de exercícios e de execução de trabalhos práticos laboratoriais permite ao aluno uma gradual aquisição de conhecimentos. Deste modo o aluno, com base nos conceitos teóricos, e aplicando-os nas atividades teórico-práticas e práticas laboratoriais, deve ser capaz de realizar as análises de controlo de qualidade envolvendo os métodos estudados.*

*A realização de relatórios ao longo do semestre implica ainda a obrigatoriedade de raciocínio e estudo continuado, sendo mais facilmente atingidos os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.*

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*Theoretical exposure followed by solving exercises and laboratory practical work execution allows students a gradual apprehension of knowledge. In this way the student, based on theoretical concepts, and applying them in theoretical-practical activities and laboratory practices, is able to carry out the analyses of quality control involving the studied methods. The completion of reports throughout the semester involves the obligatory of thinking and continued study which also facilitates the achievement of learning objectives of the curricular unit.*

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Skoog A. D., Holler, F. J., Crouch, S.R., Principles of Instrumental Analysis, 1ª ed., Brooks/Cole, 2006.*

*Rouessac, F., Rouessac, A., Chemical Analysis: Modern Instrumentation Methods and Techniques, 2ª ed. Wiley, 2007.*

*Skoog A. D; Holler, F. J.; Nieman. "Principles of Instrumental Analysis", 5ª ed., Brooks/Cole, 2003.*

*Gonçalves, M.L.S.S., Métodos Instrumentais para Análise de Soluções. Análise Quantitativa, 4ª Ed., Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2001.*

### **Mapa IX - Microbiologia**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Microbiologia*

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

*Cecília de Melo Correia Baptista – 60 horas*

#### **6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Não aplicável.*

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

*Os alunos devem ficar a conhecer os diferentes grupos de microrganismos no que diz respeito à constituição, morfologia, fisiologia, metabolismo e reprodução: bactérias, fungos, algas, parasitas e vírus.*

*Os alunos devem adquirir competências na apreciação do papel dos microrganismos nos sistemas vivos, no entendimento das suas inter-relações e demais interações com os animais e plantas. Devem desenvolver capacidades na avaliação dos microrganismos nos diversos compartimentos naturais (ar, solo e água) e no papel útil que podem desempenhar na produção biotecnológica.*

*Os alunos devem ainda ficar aptos a aplicar técnicas laboratoriais de trabalho em meio asséptico, métodos de sementeira, isolamento, crescimento, contagem, coloração e identificação de microrganismos.*

#### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The students should get knowledge of the different groups of microorganisms in relation to its constitution, morphology, physiology, metabolism and reproduction: bacteria, fungi, algae, parasites and viruses.*

*The students should acquire skills in assessing the role of microorganisms in living systems, the understanding of their interrelationships and interactions with other animals and plants. They should develop skills in the assessment of microorganisms in different natural compartments (air, soil and water) and the useful role they can play in biotechnological production.*

*The students should also be able to apply laboratorial techniques of aseptic work, culture methods, isolation, growth, counting microorganisms, staining and identification of microorganisms.*

#### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1.Introdução à microbiologia. Objectivos e história. Inserção da taxonomia microbiana no contexto dos seres vivos. Principais grupos de microrganismos, papel e importância. Áreas de aplicação.*

*2.Características dos diferentes grupos de microrganismos. Microrganismos procarióticos – bactérias e arqueobactérias. Microrganismos eucarióticos –fungos e protistas. Virus – constituição, classificação e replicação.*

*3.Nutrição, crescimento e reprodução dos microrganismos. Exigências e tipos nutricionais. Entrada de nutrientes. Multiplicação e morte de uma população microbiana. Tempo de geração e taxa de crescimento. Avaliação quantitativa do crescimento. Factores limitantes e controlo. Metabolismo bacteriano.*

*4.Microbiologia Aplicada. Caracterização de diferentes sistemas microbiológicos - água, solo e ar. Microbiologia dos alimentos. Microbiologia Industrial. Pré-requisitos dos processos industriais. Principais classes de produtos. Usos industriais de bactérias e fungos.*

#### **6.2.1.5. Syllabus:**

1. Introduction to Microbiology. Objectives and history. Insertion of microbial taxonomy in the context of living beings. Major groups of microorganisms, role and importance. Application areas.  
2. Characteristics of different groups of microorganisms. Prokaryotic microorganisms - bacteria and archaeobacteria. Eukaryotic microorganisms - fungi and protists (algae and protozoa) . Virus - constitution, classification and replication.  
3. Nutrition, growth and reproduction of microorganisms. Nutritional requirements and types. Input of nutrients. Multiplication and death of a microbial population. Generation time and growth rate. Quantitative evaluation of growth. Limiting factors and control. Bacterial metabolism.  
4. Applied Microbiology. Characterization of different microbiological systems - water, soil and air. Food Microbiology. Industrial Microbiology. Prerequisites industrial processes. Main categories of products. Industrial uses of bacteria and fungi.

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*O programa leccionado detalha aspectos fundamentais sobre a constituição, a morfologia, os aspectos distintivos dos vários grupos de microrganismos, bem como dos aspectos relacionados com a respectiva nutrição, crescimento e reprodução.*

*No domínio da microbiologia ambiental e aplicada são caracterizados os vários sistemas microbiológicos, destacando-se os microrganismos neles existentes naturalmente e alguns processos pelos quais se aceleram os processos naturais, como é o caso do tratamento de águas. Faz-se uma alusão à microbiologia alimentar e aos processos biotecnológicos para produção de ácidos orgânicos, enzimas, hormonas, entre outros produtos, através do uso de microrganismos.*

*Todos estes pontos programáticos servem para a aquisição de competências no âmbito da caracterização, função natural/interrelações e utilização dos microrganismos em sistemas quotidianos envolventes ao homem.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The program taught details key aspects of the constitution, morphology, distinctive aspects of the various groups of microorganisms as well as aspects related to their nutrition, growth and reproduction.*

*In the field of environmental and applied microbiology, the various microbiological systems are characterized, highlighting the natural existing microorganisms and some processes by which accelerate the natural processes, such as water treatment. A reference is dedicated to the food microbiology and biotechnological processes such as the production of organic acids, enzymes, hormones, and other products through the use of microorganisms.*

*All these programmatic points are for the acquisition of skills in microbial characterization, natural function/interrelationships and use on everyday systems surrounding the man.*

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

*Aulas teóricas expositivas sobre os conceitos fundamentais de classificação dos microrganismos, aspectos distintivos, morfologia, identificação, mecanismos de entrada de nutrientes nas células microbianas, metabolismo, crescimento e reprodução.*

*Aulas práticas laboratoriais para execução de técnicas básicas de sementeira e crescimento microbiano in vitro, recolha, contagem e identificação de microrganismos e ainda análises microbiológicas a uma água.*

*Antes do início das práticas laboratoriais são leccionadas aulas sobre segurança num laboratório de microbiologia, técnicas de esterilização e de trabalho em meio asséptico, necessidades nutricionais dos microrganismos e preparação de meios nutritivos.*

*Os alunos são sujeitos a uma avaliação contínua prática de frequência que culmina com a realização de um teste escrito final sobre todos os trabalhos efectuados nas aulas práticas laboratoriais. São ainda submetidos a um exame escrito final sobre a matéria teórica leccionada.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures on fundamental concepts of classification of microorganisms, distinguishing features, morphology, identification, input of nutrients mechanisms in the microbial cells, metabolism, growth and reproduction.*

*Laboratory classes for performing basic techniques of in vitro culture and microbial growth, collection, counting and identification of microorganisms and also water microbiological analyzes.*

*Before the laboratory classes are taught on safety in the microbiology laboratory, sterilization techniques and aseptic work, microorganisms nutritional needs and preparation of nutrient media.*

*The students are continuously evaluated in terms of laboratorial practice that ends with a final written test on all work carried out in the laboratory classes. They are also submitted to a final written theoretical examination.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*As aulas teóricas servem para dotar os alunos dos conhecimentos teóricos indispensáveis ao desenvolvimento de competências sobre os microrganismos, as suas especificidades, o seu papel na Natureza, o controlo do seu crescimento e a possibilidade de serem usados com benefício para o homem, através dos processos biotecnológicos. As aulas laboratoriais visam o desenvolvimento de capacidades específicas para o isolamento, sementeira, crescimento, contagem e identificação de bactérias e fungos. Para isso são realizados vários trabalhos laboratoriais, nomeadamente:*

*TP1 – Preparação e esterilização de material.*

*TP2 – Preparação e esterilização de meios de cultura.*

*TP3 – Técnica de manipulação asséptica e sementeira.*

*TP4 – Microrganismos no ambiente.*

*TP5 – Contagem de microrganismos viáveis em amostras de leite.*

*TP6 – Contagem directa de microrganismos totais em câmara de contagem.*

TP7 – Coloração de bactérias.

TP8 – Sementeira e observação microscópica de fungos.

TP9 – Análise microbiológica de uma água (técnica da membrana filtrante).

Pelo uso destas metodologias os alunos adquirem conhecimentos detalhados e desenvolvem competências no domínio do mundo microbiano, com especial ênfase para bactérias e fungos.

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The lectures serve to provide students the skills needed to develop theoretical knowledge on microorganisms, their specificities, their role in nature, the control of its growth and the possibility of being used to the benefit of man, through biotechnological processes.*

*Laboratory classes are aimed to develop specific skills for the isolation, seeding, growing, counting and identification of bacteria and fungi. To attain these purposes, several laboratory works are performed, including:*

*TP1 - Preparation and sterilization of equipment.*

*TP2 - Preparation and sterilization of culture media.*

*TP3 - Aseptic technique and seed handling.*

*TP4 - Microorganisms in the environment.*

*TP5 - Counts of viable microorganisms in milk samples.*

*TP6 - Direct counts of total microorganisms in counting chambers.*

*TP7 - Staining of bacteria.*

*TP8 - Culture and microscopic observation of fungi.*

*TP9 - Water microbiological analysis (membrane filtration technique).*

*By the use of these methodologies, the students acquire detailed knowledge and develop skills in the microbial world, with special emphasis on bacteria and fungi.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Ferreira, W.F.C., Sousa, J.C. F. Lima, N. Microbiologia, Lidel, Ed. Técnicas, Lisboa, 2010.*

*Tortora, G.J., Funke, B.R. Case, C.L. Microbiology: An Introduction, Benjamin-Cummings Publishing Company, 10ª ed., USA, 2009.*

*Tortora, G.J., Funke, B.R. Case, C.L. Microbiologia, 8ª ed., Artmed Editora S.A., Porto Alegre, Brasil, Trad. Roberta M. Martins, 2005.*

*Willey, J.M., Sherwood, L.M. Woolverton, C.J.Prescott, Harley e Klein's Microbiology, 7th ed., McGraw-Hill, USA, 2008.*

*Prescott, L.M., Harley, J.P. Klein, D.A., Microbiology, McGraw-Hill, USA, 2004.*

### Mapa IX - Fenómenos de Transferência

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Fenómenos de Transferência*

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

*Dina Maria Ribeiro Mateus - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*A disciplina tem por objetivo o estudo e o desenvolvimento de competência sobre os mecanismos de transporte de calor e massa, que servem de base à prática ligada ao dimensionamento e projeto, de reatores e equipamento para operações unitárias em engenharia química e bioquímica.*

*Os alunos deverão ser capazes de:*

*(a) interpretar o comportamento de sistemas térmicos; determinar perfis de fluxo e de temperatura em sólidos, em estado estacionário e transiente; calcular espessuras de isolamento; determinar taxas de transferência de calor em interfaces sólido-fluido, com convecção e com permuta de radiação; dimensionar permutadores de calor;*

*(b) compreender os conceitos de transferência de massa; determinar perfis de fluxo e concentração para os casos simplificados da 1ª lei de Fick; determinar taxas de transferência de massa por difusão em estado transiente; determinar taxas de transferência de massa por convecção utilizando o conceito de coeficiente de transferência de massa.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*This course unit's purpose is the study and the development of competences about the mechanisms of heat and mass transport, which are the base, in industry, to the design and project of reactors and equipment for unitary operations in chemical and biochemical engineering.*

*The students should be able to:*

*(a) interpret the behavior of thermal systems; determine flow and temperature profiles in solids, in steady and unsteady-state; calculate insulation thickness; determine heat transfer rates in solid-fluid interphases, with convection and with radiation exchange; dimension heat exchangers.*

*(b) understand the concepts of mass transfer; determine flow and concentration profiles for simplified cases using Fick's 1st law; determine mass transfer by diffusion rate in transient state; determine mass transfer by convection rate using the concept of mass transfer coefficient.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. *Mecanismos de transporte de energia. Condutividade térmica, lei de Fourier. Perfis de temperaturas em sólidos e em fluxo laminar. Condução de calor através de paredes compósitas. Superfícies estendidas. Condução de calor em estado transiente. Convecção forçada e natural. Transporte de calor interfacial. Coeficientes de transferência de calor. Coeficiente global de transferência de calor. Equipamentos de transferência de calor. Dimensionamento de permutadores de calor pelo método da média logarítmica da diferença de temperaturas. Transporte de energia por radiação. Leis de distribuição de Planck, Stefan-Boltzman e deslocamento de Wien. Permutas de radiação.*

2. *Fundamentos de transferência de massa.. Difusão em estado estacionário e em estado transiente, 1ª e 2ª leis de Fick. Transferência de massa por convecção. Coeficientes de transferência de massa, Correlações. Transferência de massa entre fases, modelo dos dois filmes. Coeficiente global de transferência de massa. Analogias.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

1. *Thermal conductivity and the mechanisms of energy transport. .Fourier´s Law. Steady-state heat conduction. Composite walls. Extended surfaces. Unsteady-state heat conduction. Convective heat transfer. Natural and forced convection. Interphase transport, heat transfer coefficients. Heat-transfer equipment. Heat exchanger analysis – use of the log mean temperature difference. Radiation heat transfer. Planck´s law of radiation. Stefan-Boltzman law. Wien´s displacement law. Radiation exchange.*

2. *Mechanisms of mass transport. Fick´s first law, diffusivity. Steady-state molecular diffusion. Unsteady state diffusion molecular diffusion, Fick´s second law. Convective mass transfer. Interphase mass transport coefficients, Convective mass transfer correlations. Analogies between heat and mass transfer.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*O programa cobre os diferentes objetivos e competências específicas que se pretendem proporcionar na unidade curricular, de acordo com a correspondência seguinte:*

*Conteúdos 1 - Objetivo e competências (a)*

*Conteúdos 2 - Objetivo e competências (b).*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The syllabus covers the different learning outcomes and promotes the specific competencies associated with the course in the following way:*

*Contents 1 - Objective and competencies (a)*

*Contents 2 - Objective and competencies (b).*

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

*Durante as aulas teóricas são explicitados os principais conceitos, demonstrando-se a aplicação destes e das principais metodologias de resolução através da resolução pormenorizada de exemplos representativos, que fazem parte dos enunciados propostos. Nas aulas teórico-práticas propõem-se, de forma coordenada com a evolução das aulas teóricas, a resolução pelos alunos de exercícios incluídos nos enunciados já referidos, procedendo à discussão em grupo dos métodos usados e à análise crítica dos resultados obtidos. Além de se sugerir a consulta da bibliografia e a resolução de problemas existentes nessas obras, são fornecidos enunciados suficientes para permitir a resolução pelos alunos fora das aulas, estimulando-se o desenvolvimento de rotinas de trabalho autónomo.*

*A avaliação é efetuada através de um trabalho proposto, que consiste no dimensionamento de um permutador de calor, e de um teste final escrito.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*During the theoretical lectures the main concepts are explained and exemplified. Their applications and main resolution methodologies are demonstrated through the detailed resolution of illustrative examples. In coordination with the evolution of the lectures, the resolution of exercises by the students is proposed in the practical classes. The methods used by the students are then discussed in group and the results obtained are critically analyzed. Moreover, it is suggested the resolution of the exercises included in the recommended bibliography, stimulating the development of student's autonomous work routines.*

*Preparation of a practical assignment and a final written test.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*A metodologia de ensino, baseada em exposição oral permite, numa primeira fase a aquisição de conhecimentos teóricos de transferência de calor e massa.*

*A realização de exercícios práticos facilita a consolidação dos conhecimentos anteriormente adquiridos e a prática de competências ao nível da interpretação dos problemas e da estruturação de um raciocínio que permita obter a solução desses problemas.*

*Os exercícios resolvidos detalhadamente nas aulas teóricas e os exercícios propostos para resolução pelos alunos, quer nas aulas teórico-práticas quer em trabalho autónomo, foram concebidos com base na bibliografia citada e de forma a incluir todo o programa, e a estimular o desenvolvimento das competências definidas nos objetivos da unidade curricular, representando o principal vetor que relaciona esses objetivos com a metodologia de ensino.*

*A realização do trabalho de dimensionamento de um permutador de calor de caixa e tubos, enquadrado numa aplicação industrial que envolva transferência de calor, na componente de trabalho autónomo permite ao aluno não só a consolidação dos conhecimentos adquiridos, mas também o desenvolvimento de capacidades de decisão e de trabalho em situações nova. Neste trabalho os alunos, de forma iterativa e em folha de cálculo, procedem à escolha do*

traçado, seleção dos materiais e dos pormenores de construção, estimativa da área de transferência, cálculo dos coeficientes parciais de transferência de calor e estimativa a queda de pressão no equipamento.

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The teaching methodology, based on oral exposure, allows, on a first stage, the acquisition of theoretical knowledge of heat and mass transfer.*

*The practical exercises solved help consolidating the knowledge acquired and practicing problem interpretation and structuring.*

*Several exercises were solved in detail in lectures and several more exercises were proposed for resolution by the students, both in practical classes and for autonomous work. The exercises were designed to include all topics of the program, and to encourage the development of skills defined in the objectives of the course, representing the main vector that connects these objectives with the teaching methodology*

*The shell-and-tube heat-exchanger dimensioned in an industrial setting, is included in the autonomous work component as it allows the student not only to consolidate the concepts acquired, but also to develop their decision-making and adaptation skills. In this project the students have to, in an iterative way and on spreadsheet, choose a configuration, select the materials and construction details, estimate the transfer area, calculate de partial heat transfer coefficients and estimate equipment pressure drop.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Mateus, D., Fundamentos de Transferência de calor. Tomar, IPT, 2009.*

*Bird, S., Lightfoot. , R.. Transport Phenomena, John Wiley & Sons, Inc., New York, 2002.*

*Welty, Wicks, Wilson, Rorrer., J. Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer. John Wiley & Sons, Inc., New York, 2008.*

*Incropera, F.P., de Witt, D.P., Bergman, J. T.L., Lavine, A.S., Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 6th ed., Hardcover, Wiley & Sons, 2006.*

### Mapa IX - Termodinâmica Química II

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Termodinâmica Química II*

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

*Valentim Maria Brunheta Nunes - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*Estudo dos princípios da Termodinâmica Química. Os alunos devem aplicar esses princípios a sistemas, sejam sólidos líquidos ou gasosos, com interesse em Engenharia Química. Devem desenvolver técnicas de cálculo importantes em engenharia.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The students should be familiar with the principles of Chemical Thermodynamics and be able to apply them to (solid, liquid or gaseous) systems with interest to Chemical Engineering. They should develop important calculus techniques in engineering.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Soluções reais. Funções de excesso. Equilíbrio líquido-líquido e imiscibilidade na fase líquida. Teorias das soluções; 2. Equilíbrio líquido-vapor; 3. Sistemas ternários; 4. Termodinâmica estatística. Distribuição de Maxwell-Boltzmann. O gás monoatômico perfeito. Gases poliatômicos perfeitos. Princípio da equipartição da energia; 5. Sólidos. Capacidade calorífica. Modelo de Einstein.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*1.Real solutions. Excess functions. Liquid-liquid equilibrium and immiscibility in liquid phase. Theories of solutions; 2.Liquid-vapour equilibrium. 3. Ternary systems; 4. Statistical thermodynamics. Maxwell-Boltzmann distribution. Perfect monoatomic gas. Diatomic and polyatomic gases. The third law of thermodynamics; 5. Solids. Heat capacity. The Einstein model.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*O conteúdo programático da UC abrange as matérias e conceitos fundamentais da Termodinâmica Química que permitem ao aluno aplicar esses conceitos noutras áreas da Engenharia Química. Para tal os alunos, através das aulas TP, utilizam, entre outras, técnicas de cálculo diferencial e cálculo integral.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The syllabus of this UC covers the fundamental concepts of Chemical Thermodynamics that allow the students to apply them in other areas of Chemical Engineering. For this, through the TP classes, they utilize, among others, the differential and integral calculus.*

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

*Explicação e demonstração dos conceitos fundamentais da Termodinâmica Química. Resolução de exercícios e problemas em aula prática com o objectivo de aplicar as ferramentas do cálculo. A resolução individual por parte dos alunos, das fichas de problemas é um modo de averiguar a correcta apreensão da matéria leccionada. No final do semestre o aluno realiza uma prova escrita onde são avaliadas as competências teóricas e de cálculo adquiridas.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Explanation and demonstration of the fundamental concepts of Chemical Thermodynamics. Resolution of exercises and problems in practical class with the objective of applying the tools of calculus. The individual student problems resolution is a way to verify the correctness of they understood about the subject taught. At the end of the semester the student makes a written exam where there are evaluated the acquired knowledge and skills.*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*A metodologia praticada permite aos alunos a resolução de inúmeros problemas que acompanham a matéria leccionada, e simultaneamente exercitam técnicas importantes de cálculo.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The practiced methodology allows the students to solve several problems that follows the theoretical concepts, and simultaneously to exercise important techniques of calculus.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Azevedo, Termodinâmica Aplicada, 3ª ed., Escolar Editora, Lisboa, 2011  
Smith, Van Ness e Abbott, Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, McGraw-Hill, New York, 1995  
Winnick, J., Chemical Engineering Thermodynamics, Wiley & Sons, New York, 1997  
Maczek, A., Statistical Thermodynamics, Oxford Science Publications, Oxford, 2006.*

**Mapa IX - Bioquímica**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Bioquímica*

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

*Cecília de Melo Correia Baptista – 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*Os alunos devem adquirir conhecimentos detalhados acerca da estrutura das principais classes de biomoléculas, respectivas propriedades principais, métodos de isolamento, caracterização e funções nos seres vivos.  
Os alunos devem ficar habilitados a conhecer a constituição estrutural e química dos ácidos nucleicos indispensável ao fluxo da informação genética nos sistemas biológicos.  
Os alunos devem adquirir competências no âmbito dos princípios gerais de transformação das biomoléculas, da função dos compostos ricos em energia e das reacções principais do metabolismo de glúcidos, lípidos e proteínas.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The students must acquire detailed knowledge about the structure of the major classes of biomolecules, their main properties, isolation and characterization methods and functions in the living beings.  
The students should be able to know the structural and chemical constitution of the nucleic acids, essential to the flow of genetic information in biological systems.  
The students should acquire skills in the context of the general principles of biomolecules transformation, the function of energy-rich compounds and the main reactions occurred in the metabolism of carbohydrates, lipids and proteins.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Biomoléculas. Glúcidos - definição e classificação dos glúcidos. Estrutura e propriedades das oses. Derivados das oses. A ligação glicosídica. Holósidos e heterósidos. Lípidos - definição, classificação e constituintes. Glicéridos e fosfolípidos. Terpenos e esteróides. Os lípidos e as membranas biológicas. Proteínas – aminoácidos, classificação e propriedades. Ligação proteica. Estrutura, purificação e caracterização de proteínas. Enzimas - estrutura proteica e classes. Nucleoproteínas e ácidos nucleicos.  
2. Introdução ao metabolismo. Grupos prostéticos, co-factores, vitaminas e coenzimas. Termodinâmica dos sistemas*

biológicos. Esquema simplificado do metabolismo celular. Bioenergética e ciclo do ATP.

3. Metabolismo de biomoléculas. Metabolismo glucídico. Glicólise. Fermentações. Sistema piruvato desidrogenase. Ciclos de Krebs e do glioxilato. Cadeia respiratória e fosforilação oxidativa. Fotossíntese. Metabolismo lipídico e proteico. Integração dos metabolismos.

#### 6.2.1.5. Syllabus:

1. Biomolecules. Carbohydrates - definition and classification of carbohydrates . Structure and properties of oses and its derivatives. The glycosidic bond. Holosides and glycosides. Lipids - definition, classification and components. Glycerides and phospholipids. Terpenes and steroids. Lipids and biological membranes. Proteins - amino acids, classification and properties. Protein binding. Structure, purification and characterization of proteins. Enzymes - protein structure and classes. Nucleic acid and nucleoproteins.

2. Introduction to Metabolism. Prosthetic groups, cofactors, vitamins and coenzymes. Thermodynamics of biological systems. Simplified scheme of cellular metabolism. Bioenergetics and the ATP cycle.

3. Metabolism of biomolecules. Carbohydrate metabolism. Glycolysis. Fermentations. Pyruvate dehydrogenase system. Krebs and glyoxylate cycles. Respiratory chain and oxidative phosphorylation. Photosynthesis. Lipid and protein metabolism. Metabolisms integration.

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

O programa leccionado detalha aspectos fundamentais dos glúcidos, lípidos, proteínas e ácidos nucleicos, para que os alunos possam distinguir as diferentes estruturas, perceber as particularidades do respectivo isolamento e caracterização e entender a sua função nos seres vivos.

Do conteúdo programático faz parte uma introdução aos processos metabólicos, destacando os diferentes intervenientes, a formação de alguns co-enzimas, as noções de bioenergética e termodinâmica do ATP, os outros compostos energéticos fosforilados e o acoplamento de reacções necessário para que as transformações sejam termodinamicamente possíveis. Após esta introdução são estudadas as principais vias metabólicas através das quais os seres vivos obtêm energia para as suas funções básicas. Por último faz-se uma integração dos processos metabólicos dos glúcidos, lípidos e proteínas. Estes pontos programáticos servem para a aquisição de competências no âmbito da função e transformação das biomoléculas.

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

The program taught details key aspects of carbohydrates, lipids, proteins and nucleic acids, so that students can distinguish the different structures, understand the particularities of their isolation and characterization and understand their function in living things.

The syllabus encompasses also an introduction to metabolic processes, highlighting the different actors, the formation of some coenzymes, the concepts of thermodynamics and bioenergetics of ATP, other phosphorylated energy compounds and reactions coupling necessary for the thermodynamic viability of the transformations. Following this introduction there are studied the major metabolic pathways by which living things obtain energy for their basic functions. Finally it is made an integration of metabolic processes of carbohydrates, lipids and proteins. These programmatic points are for the acquisition of skills within the biomolecules function and processing.

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

Aulas teóricas expositivas acerca da estrutura das biomoléculas, respectiva função nos seres vivos e seus processos metabólicos.

Aulas laboratoriais em que se realizam uma série de trabalhos práticos alusivos à caracterização de moléculas indispensáveis ao funcionamento dos seres vivos e que deles fazem parte integrante, realizando-se também técnicas de extracção, purificação e doseamento de algumas moléculas existentes em produtos naturais.

Os alunos são sujeitos a uma avaliação contínua prática de frequência que culmina com a realização de um teste escrito final sobre todos os trabalhos efectuados nas aulas práticas laboratoriais. São ainda submetidos a um exame escrito final sobre a matéria teórica leccionada.

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures on the structure of biomolecules, their function in living beings and their metabolic processes.

Laboratory classes encompassing a series of works depicting the practical characterization of some molecules essential for the functioning of living beings and also several techniques of extraction, purification and dosing of some molecules existing in natural products.

The students are continuously evaluated in terms of laboratorial practice that ends with a final written test on all work carried out in the laboratory classes. They are also submitted to a final written theoretical examination.

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As aulas teóricas servem para dotar os alunos dos conhecimentos teóricos indispensáveis ao desenvolvimento de competências sobre as biomoléculas, as suas reacções de biotransformação e as suas funções nos seres vivos.

As aulas laboratoriais visam o desenvolvimento de capacidades específicas para o isolamento, purificação, caracterização e doseamento de moléculas intimamente ligadas à vida. As aulas laboratoriais estão subdivididas em dois temas: Tema I – Caracterização química e bioquímica de uma água (Sólidos, OD, CQO e CBO) e Tema II – Caracterização de biomoléculas (purificação e caracterização de triacilgliceróis em óleos naturais, análise estrutural de um péptido, doseamento do ácido ascórbico em amostras biológicas, extracção do DNA de frutas ou de tecido animal, doseamento espectrofotométrico de coenzimas).

Pelo uso destas metodologias os alunos adquirem conhecimentos detalhados acerca da estrutura das principais

classes de biomoléculas, das respectivas propriedades principais, bem como dos respectivos métodos de isolamento e caracterização.

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The lectures serve to provide students the skills needed to develop theoretical knowledge about biomolecules, their biotransformation reactions and their functions in living beings.*

*Laboratory classes are aimed to develop specific skills for the isolation, purification, characterization and dosing some molecules closely related to life. Laboratory classes are divided into two themes: Theme I - Chemical and biochemical characterization of a water (solids, DO, BOD and COD) and Theme II - Characterization of biomolecules (purification and characterization of triacylglycerols in natural oils, structural analysis of a peptide, ascorbic acid assay in biological samples, DNA extraction from fruit or animal tissue, coenzymes spectrophotometric assay).*

*Using these methodologies the students acquire detailed knowledge about the structure of the major classes of biomolecules, their main properties, as well as their methods of isolation and characterization.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Quintas, A., Freire, A.P., Halpern, M.J. Bioquímica – Organização Molecular da Vida, 1ª ed., Lidel, Lisboa, 2008.*

*Berg, J.M., Tymoczko, J.L. Stryer, L. Biochemistry, 6ª ed., W.H. Freeman & Co, New York, 2006.*

*Campbell, M.K., Farrell, S.O. Biochemistry, Thomson Learning Eds., vol. 1 Bioquímica Básica e vol. 3 – Bioquímica Metabólica, Trad. 5ª ed. Norte-americana por All tasks e revisão técnica de Maria Martha Guedes Chaves, S. Paulo, 2006.*

*Nelson, D.L., Cox, M.M. Lehninger Principles of Biochemistry, 5ª ed., W.H. Freeman & Co, New York, 2008.*

### Mapa IX - Reatores Químicos I

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Reatores Químicos I*

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

*José Manuel Quelhas Antunes - 52,5 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*Os alunos devem desenvolver competências a nível da análise e projecto de reatores químicos ideais através de balanços de massa e energia.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Students should develop skills in the analysis and design of chemical reactors through mass and energy balances.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1.Introdução: classificação, caracterização e selecção de reatores químicos ideais. 2. Reactores contínuos com agitação. 3. Reactores descontínuos e semi-descontínuos. 4. Reactores tubulares. Sequências de reatores contínuos.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*1.Introduction: classification, characterization and selection of ideal chemical reactors. 2. Continuous stirred tank reactors 3. Discontinuous and semi-discontinuous reactors. 4. Tubular reactors. Sequential continuous reactors.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Nos conteúdos programáticos são abordados os quatro tipos de reatores ideais, através da utilização e desenvolvimento de balanços de matéria e energia aplicados a cada um dos tipos de reatores, fornecendo dessa forma ferramentas aos alunos que possibilitam a análise de qualquer reactor desde que se verifique a hipótese de idealidade.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*In course contents the four ideal types of reactors are analyzed through the utilization and development of material and energy balances applied to each of the reactors types, thus providing tools that allow students the analysis of any reactor provided that ideality hypothesis is valid.*

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

*Aulas teóricas em que se expõem os conceitos relativos à disciplina e aulas teórico-práticas em que são propostos exercícios de aplicação. A avaliação consiste numa prova escrita.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures on which the concepts relating to the course are exposed and practical classes in which are proposed exercises. The assessment consists of a written test.*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Com as aulas teóricas pretende-se que os alunos apreendam os conceitos de análise e projecto de reactores químicos ideais, aprofundando-os posteriormente através da resolução de exercícios.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*With the lectures is intended that students seize the concepts of analysis and design of ideal chemical reactors, deepening them further by solving exercises.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Fogler, H., Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice-Hall, New Jersey, 2005.  
Levenspiel, O., Chemical Reaction Engineering, John Wiley, New York, 1999.*

**Mapa IX - Processos de Separação I**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Processos de Separação I*

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

*Paula Alexandra Geraldês Portugal - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*O aluno deverá ser capaz de interpretar e utilizar dados termodinâmicos e dados operatórios para realizar balanços mássicos e balanços entálpicos, e utilizar métodos analíticos, métodos numéricos e métodos gráficos, no projeto de equipamentos de destilação simples, de destilação flash e de destilação fracionada. Pretende-se, ainda, que o aluno adquira sensibilidade às relações existentes entre as diversas variáveis de projeto de modo a manipulá-las para atingir objetivos de qualidade versus quantidade e/ou objetivos de custos de operação versus custos de investimento.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The student must be able to interpret and use thermodynamic data and operation data to perform mass balances and enthalpic balances, and use analytical methods, numerical methods and graphical methods, in equipment design to perform simple distillation, flash distillation and fractional distillation. It is intended also that students acquire sensitivity to the relations between the various design variables in order to manipulate them achieving goals of quality versus quantity and/or goals of operating costs versus investment costs.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Conceitos termodinâmicos e princípio de funcionamento da operação destilação: curvas de equilíbrio líquido-vapor; volatilidade relativa; modelos empíricos para soluções não ideais.  
2. Processos: destilação diferencial (dinâmica da operação e qualidade versus quantidade; cálculos de projecto utilizando a equação de Rayleigh); destilação "flash" (linha operatória e cálculos de projeto; método analítico para volatilidade relativa constante; influência da fração de vaporização na linha operatória; destiladores em cascata); destilação fracionada contínua (equipamento - "internals"; condensadores de topo e revaporizadores - projeto para misturas bicomponente; contacto líquido-vapor; transferência de massa e andar de equilíbrio; método analítico de Lewis-Sorel; método gráfico de McCabe e Thiele; razão de refluxo e número de andares - cálculo dos valores mínimos; projeto de colunas de retificação, de esgotamento, com sangrias e com alimentações múltiplas.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*1. Thermodynamic concepts and distillation operation principles: vapor-liquid equilibrium curves; relative volatility; empirical models for non-ideal solutions.  
2. Processes; simple distillation (operation dynamics and quality versus quantity; design calculations using Rayleigh's equation); flash distillation (operating line and design calculations; analytical method for constant relative volatility; influence of the vaporization fraction on the operating line; distillers' cascade); fractional distillation - continuous operation; equipment - internals, top condensers and revaporizers - two component separation columns design; vapor-liquid contact; mass transport and equilibrium stage; Lewis - Sorel analytical method; McCabe and Thiele graphical method; reflux ratio and stages number - minimum values determination; rectification columns design, exhaustion columns design, columns with side streams design and multiple feed columns design.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O programa contempla a apresentação e a exploração de métodos analíticos, métodos numéricos e métodos gráficos de projeto de destiladores diferenciais, flash e de colunas de destilação fracionada contínua. Esses métodos exigem conhecimentos termodinâmicos e de realização de balanços de extensidade, que estão contemplados no programa. São realizadas análises críticas às relações existentes entre algumas variáveis de projecto em todos os subcapítulos, podendo ler-se, por exemplo, no programa: "dinâmica da operação e qualidade versus quantidade", "influência da fração de vaporização na linha operatória"; "razão de refluxo e número de andares".*

#### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The course contents include the presentation and exploration of analytical, numeric and graphical methods for simple, flash and fractional distillation design. These methods demand background on thermodynamics and extensity balances, which are included in the course contents. It also centers attention in critical analysis of the relationships between design variables. As an example, one can extract from the course contents: "operation dynamics and quality versus quantity"; "influence of the vaporization fraction on the operating line"; "reflux ratio and number of stages".*

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*O capítulo 1 é apresentado sob a forma de diapositivos, sendo resolvidos na aula os exercícios propostos.*

*O subcapítulo relativo à destilação diferencial é apresentado sob a forma de diapositivos, complementados com a realização dos balanços para a dedução da equação de Rayleigh. Nas aulas, são resolvidos exercícios de determinação das condições operatórias, por integração numérica e analítica da equação de Rayleigh.*

*O subcapítulo relativo à destilação "flash" é apresentado sob a forma de diapositivos e são resolvidos os exercícios propostos.*

*No subcapítulo relativo à destilação fracionada, os equipamentos e métodos de operação são apresentados sob a forma de diapositivos. As deduções de todas as equações de projeto e a apresentação das metodologias de cálculo são feitas no quadro. São resolvidos exercícios de aplicação.*

*A avaliação é realizada através de provas escritas com uma componente de avaliação de conceitos teóricos e outra de resolução de exercícios teórico-práticos.*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Chapter 1 is presented by slideshow and exercises are solved in class.*

*Subchapter related to differential distillation is presented resorting to slideshow, supplemented with the Rayleigh's equation deduction on the blackboard. Exercises are solved in class to determine the operating conditions by analytical and numerical integration of the Rayleigh's equation.*

*Subchapter related to flash distillation is presented by slideshow and exercises are solved in class.*

*In the subchapter related to fractional distillation, the equipment and operation methods are presented by slideshow.*

*Deductions of all design equations and calculation methodologies are introduced to students on the blackboard.*

*Exercises are solved in class.*

*The assessment is carried out through written tests with an assessment component of theoretical concepts and another of theoretical-practical exercises solution.*

#### **6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Trata-se de uma unidade curricular com uma forte componente teórico-prática, em que são resolvidos exercícios de aplicação do projecto de destiladores. A exposição da dedução das equações básicas de projecto é feita no quadro, permitindo uma explicação passo a passo, e uma assimilação mais profunda em sala de aula. Nas provas escritas é exigido que resolvam exercícios de projeto semelhantes aos resolvidos nas aulas e que respondam a questões de análise crítica.*

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*It is a course with a strong theoretical-practical component, where exercises of distillers design are made in all chapters. The deduction of the basic design equations is made on the blackboard, step by step, given to the student the chance of understanding it deeper in classroom. In the written tests it is required solve design exercises similar to the ones solved in class and, also, answer to critical analysis questions.*

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Seader, J., Henley, E., Separation Process Principles, 2nd Edition, John Wiley & Sons, 2006.*

*Encyclopedia of Separation Science, Academic Press, London, 2000.*

*Perry, J., Chemical Engineer's Handbook, 8th Edition, McGraw-Hill Book Company, 2007.*

### **Mapa IX - Economia e Gestão**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Economia e Gestão*

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

*Henrique Joaquim de Oliveira Pinho - 45 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*A disciplina tem como objetivo transmitir aos alunos os principais conceitos de economia e de gestão das empresas e das organizações em geral.*

*Na vertente de Economia, pretende-se que os alunos adquiram a capacidade de entender os principais conceitos e variáveis da economia, e os seus possíveis efeitos sobre a atividade das organizações em geral, e da indústria química em particular.*

*Na vertente de Gestão, tem-se como objetivo dotar os alunos de competências que permitam facilitar a sua futura integração nas atividades de trabalho em organizações. Os estudantes devem ser capazes de: integrar equipas multidisciplinares de gestão; participar nas atividades de gestão da produção; saber avaliar a capacidade de produção a instalar a partir de análises de mercado; compreender e realizar a análise económica-financeira de projetos industriais.*

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The course aims to give students the core concepts of economics and management of enterprises and organizations. In the economics subjects, it is intended that students acquire the ability to understand the main concepts and variables of the economy, and their possible effects on the activity of organizations in general and on the chemical industry in particular.*

*In the management subjects, it is intended to provide students with skills to facilitate their future work activities.*

*Students should be able to: fit in multidisciplinary teams of management; participate in the production management; evaluate the production capacity from a market survey; understand and perform economic and financial analysis of industrial projects.*

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Introdução: Princípios básicos de Economia; Fundamentos de Microeconomia; Principais conceitos de Macroeconomia; As organizações e as atribuições da gestão; A organização empresarial e o seu meio envolvente; A estrutura interna das organizações.*

*2. As funções essenciais da gestão das organizações: A gestão comercial – Marketing; A análise de mercado; O Marketing mix; A gestão da produção e operações; A gestão das compras – aprovisionamento; A gestão dos recursos humanos; A gestão financeira.*

*3. O planeamento da empresa: A gestão estratégica da empresa; Modelos de planeamento estratégico.*

*4. Elaboração e análise económica de projetos de investimento: O conceito de projeto de investimento; Elementos necessários à análise económica; Critérios de avaliação e seleção de projetos*

*5. Interação entre a Engenharia e a Gestão: Gestão da inovação e organizações de base tecnológica; Empreendedorismo e criação de organizações.*

### 6.2.1.5. Syllabus:

*1. Introduction: Basic principles of economy; Microeconomics fundamentals; Macroeconomics fundamentals; Corporate structure and the principal management concepts.*

*2. Management basic functions: Sales and Marketing; Market analysis and surveys; The Marketing mix; Operations management (production function); Material resources and stocks management; Human resources management; Financial planning.*

*3. Corporate planning: Strategic management principles; Strategic management models.*

*4. Design and economical evaluation of industrial plants: The investment project concept; Data required to perform the project economical evaluation; Project evaluation and selection.*

*5. Engineering-Management interactions: R&D management; Technological enterprises; Entrepreneurship and business creation.*

### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Para atingir os objetivos propostos no âmbito do domínio dos conceitos fundamentais de Economia são desenvolvidos tópicos de contextualização histórica e atual da Economia, e explorados os principais conceitos de Microeconomia e de Macroeconomia, incluindo o conceito de mercado, e as relações oferta-procura a nível das organizações e das nações.*

*Os objetivos relacionados com as atividades de gestão, em que os engenheiros têm usualmente uma intervenção relevante, são atingidos através da exploração das principais funções de organização, além da própria gestão da produção. É dada relevância à capacidade de conhecer o mercado, que define a capacidade de produção, e à conceção e análise de projetos de investimento industriais. Num capítulo final são abordados tópicos como a gestão da inovação, muito relevante nas indústrias químicas e afins, e o empreendedorismo.*

### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*To achieve student's development of knowledge about the fundamental concepts of economics, the economy historic is briefly presented and current economy world context explored. The main concepts of microeconomics and macroeconomics were explained, including the market concept and the relationship between supply and demand both at organizations and nations levels.*

*The objectives related to management activities, in which engineers usually have an important participation, are achieved through the exploitation of the key organizational functions, in addition to the production management function. Relevance is given to the ability to understand the markets, which defines the production capacity, and to the*

*design and analysis of industrial investment projects. In a final chapter are addressed relevant management topics in the chemical and related industries such as innovation management and entrepreneurship.*

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Os temas de cada capítulo do programa são expostos nas aulas e discutidos com os alunos. Sempre que possível são dados exemplos práticos no contexto das indústrias químicas e conexas. São propostos para resolução exercícios relacionados com os temas do programa.*

*A aprovação depende da elaboração de um trabalho de grupo ou individual, e de um teste escrito, realizado nas oportunidades previstas no Regulamento Académico: frequência, exame final ou exames de recurso e de épocas especiais. A nota final resulta da ponderação da nota do trabalho (30%) e da nota do teste (70%), sendo necessário obter a nota mínima de 9 valores em ambas as componentes.*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*The themes of each chapter in the program are exposed and discussed in class with students. Whenever possible examples are given in the context of the chemical and allied industries. Are proposed for solving exercises related to the topics of the program.*

*A written exam and/or individual extra tasks (70% of final grade). A group or individual assignment with oral presentation (30% of final grade).*

*Minimum requirement: 9 marks out of 20 in both components.*

#### **6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Cada um dos temas previstos nos conteúdos programáticos é objeto de períodos expositivos e de discussão com os alunos, privilegiando-se o uso de exemplos associados à indústria química. Estes períodos são seguidos de atividades práticas de resolução de exercícios, estruturados de modo a integrarem os principais conceitos de economia e de gestão.*

*A capacidade dos alunos dominarem os principais conceitos e variáveis da economia, e os seus possíveis efeitos sobre a atividade das organizações, é desenvolvida através da discussão de exemplos concretos e atuais de empresas e do contexto económico nacional, e pela resolução de exercícios.*

*As competências necessárias para os discentes integrarem atividades de gestão nas organizações são criadas através das lições expositivas, das sessões de discussão, da resolução de exercícios, e da resolução de um trabalho de grupo em que se estimula o trabalho em equipa. Os exercícios propostos e o trabalho de grupo têm como principal objetivo desenvolver competências relacionadas com a gestão da produção, com as atividades de análise de mercado e determinação da capacidade de produção a instalar, e com as técnicas de elaboração e análise económica-financeira de projetos industriais.*

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*Each of the topics included in the syllabus is subject to periods of lecturing and periods of discussion with students, focusing on the use of examples associated with the chemical industry. These periods are followed by practical activities of problem solving, structured to integrate key concepts of economics and management.*

*The ability of student's to master key concepts and variables of the economy, and their possible effects on the activity of organizations, is developed through discussion of concrete examples of contemporary business and national economic context. That objective is complemented with adequate exercises.*

*The skills necessary for students to integrate management activities in organizations are created through expository lessons, sessions of discussion, exercise solving and the execution of a work group that encourages teamwork. The proposed exercises and group work has as main objective to develop skills related to production management, activities of market analysis and determination of production capacity, and the techniques of preparation and financial-economic analysis of industrial projects.*

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Neves, J. L. C., Introdução à Economia, 8ª ed., Edições Verbo, Lisboa, 2003.*

*Castro, A., Barbo, C., Microeconomia, 2ª ed., McGraw-Hill, Lisboa, 2000.*

*St. Aubin, M., Braga, J., Pina, A., Santos, J., Teixeira, M, Macroeconomia, 2ª ed., McGraw-Hill, Lisboa, 2002.*

### **Mapa IX - Instrumentação e Controlo**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Instrumentação e Controlo*

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

*Isabel Nogueira - 60 horas*

#### **6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Não aplicável.*

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

A UC tem como objectivo de aprendizagem fazer com que os alunos adquiram conhecimentos sobre controlo automático das variáveis dum processo em engenharia química (temperatura, pressão, nível, caudal, etc.), conhecer o conceito de anel de controlo da variável, características dos sensores e actuadores, os vários tipos de controladores em particular os PID, bem como os diagramas de processo e layout de uma instalação fabril e ainda uma descrição por vários tipos de instrumentação de medida utilizada na Indústria de Processos Químicos. Estes conhecimentos vão permitir adquirir aptidões no controlo automático do processo. Os alunos devem adquirir e desenvolver competências em pequenos projectos de instalação de instrumentação, de construção de um anel de controlo de variáveis do processo, saber seleccionar instrumentação a partir das alternativas de equipamento disponível e ainda saber interpretar e esboçar diagramas de Processo bem como um layout de uma instalação fabril e de tubagens.

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The aim of this course is to provide the students with knowledge and skills in the automatic control of the variables of a chemical engineering process (temperature, pressure, level, flow, etc.). They should get familiar with the concept of variable control dial, the characteristics of sensors and actuators, the different types of controllers, particularly PID, as well as process diagrams and layout of an industrial premise and also the several types of measurement instruments used in the chemical industry. These skills will enable them to master the control of an automatic process. They should be able to deal with small installation and instrumentation projects, build a variable control dial and select the appropriate instruments from those available. They should also be able to interpret and sketch Process Diagrams as well as a layout of an industrial premise and piping.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

##### I. CONTROLO DE PROCESSOS:

1. Processo Industrial;
2. Sensores;
3. Actuadores (Elementos Finais de Controlo);
4. Controladores;
5. Diagramas de Processo e Layout de uma Instalação Fabril;

##### II. INSTRUMENTAÇÃO DE MEDIDA:

1. Sensores de Pressão;
2. Sensores de Nível;
3. Sensores de Temperatura;
4. Caudalímetros.

#### 6.2.1.5. Syllabus:

##### I. PROCESS CONTROL:

1. Industrial Process;
2. Sensors;
3. Actuators (Final Control Elements);
4. Controllers;
5. Process Diagrams and Layout of an industrial premise;

##### II. MEASUREMENT INSTRUMENTATION:

1. Pressure Sensors;
2. Level Sensors;
3. Temperature Sensors;
4. Flowmeters.

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos estão coerentes com os objectivos da unidade curricular pois os pontos abordados permitem que os alunos adquiram conhecimentos e competências para entender as necessidades do meio fabril em termos de instrumentação e controlo de variáveis do processo. O desenvolvimento de cada ponto dos conteúdos programáticos permite que o aluno desenvolva gradualmente competências para ser capaz de entender e interpretar o controlo de processos, identificar as variáveis necessárias de cada processo de serem controladas, seleccionar instrumentação de medida, ainda conceber diagramas de processo elementares e traçar layouts de tubagens.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The syllabus is consistent with the learning outcomes as all sections enable the students to acquire the skills needed to understand and identify a company's needs in terms of instrumentation and process variable control. Each section of the syllabus allows the students to gradually develop the skills that will enable them to understand and interpret process control, identify the variables of each process, select the appropriate measurement devices and design basic process diagrams and piping layout.*

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

*As aulas teóricas permitem introduzir os temas e apresentar os seus fundamentos teóricos. As aulas teórico-práticas permitem desenvolver num sentido mais prático os conceitos teóricos, com o apoio de exemplos de casos reais, à realização de exercícios e a visitas de estudo. No final das aulas os alunos devem realizar uma prova escrita de avaliação de conhecimentos adquiridos sobre os conteúdos programáticos leccionados.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures are designed to introduce the topics of study and present theoretical fundamentals. The theoretical-practical sessions are intended to further develop the theoretical concepts with the support of real cases and exercise-solving as well as on-site visits. At the end of the term the students take an exam covering all the topics taught.

#### **6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*As metodologias de ensino estão coerentes com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular, primeiro porque permitem gradualmente capacitar os alunos com informação e conhecimentos; segundo porque consolida a aquisição de conhecimento com actividades mais objectivas: apresentação de exemplos de casos reais, realização de exercícios, visita de estudo; terceiro a avaliação através da realização de uma prova escrita para apreciação dos conhecimentos adquiridos sobre os conteúdos programáticos leccionados permite demonstrar se o aluno efectivamente cumpriu os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.*

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodologies are consistent with the learning objectives because they 1) provide the appropriate skills gradually 2) consolidate the acquisition of knowledge by means of objective instruments such as real cases, exercises and on-site visits and 3) assessment is also done through a written exam and a monograph and respective discussion in order to check whether the students have achieved the learning outcomes.*

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Nogueira, I., I - Instrumentação - Textos pedagógicos, Tomar, 2011.  
Nogueira, I., II - Controlo Automático de Processos - Textos pedagógicos, Tomar, 2011.  
Seborg, D. E.; Edgar, T. F.; Mellichamp, D. A.; Process Dynamics and Control, 2nd ed. J. Wiley & Sons, 2003.  
Gustavo da Silva, Instrumentação Industrial, Escola Superior Tecnologia – IPS, 1999.  
Sighieri, L.; Nishinari, A; Controle Automático de Processos Industriais – Instrumentação, 2ª ed., IQEC, 1995.  
Johnson, C.D., Controlo de Processos - Tecnologia da Instrumentação, Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1990.  
Santos Cruz, Curso de Instrumentação Industrial, CENERTEC, Porto, 1990.*

### **Mapa IX - Processos Industriais e Ambiente**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Processos Industriais e Ambiente*

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

*Rui da Costa Marques Sant'Ovaia - 60 horas*

#### **6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Não aplicável.*

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

*Aquisição de competências no âmbito da redução dos efeitos da actividade industrial sobre o ambiente. Especial incidência sobre poluição atmosférica e hídrica. Gestão de resíduos sólidos. Interpretação da legislação ambiental. Selecção e avaliação de parâmetros físico-químicos da boa gestão ambiental.*

#### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Skills attain to reduce the environmental effects of industrial activity. We will stud specially air and water pollution and the management of solid waste. Understanding the environmental laws. Choice and evaluation of the chemical and physical parameters for a good environmental management.*

#### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Ambiente: Equilíbrio dinâmico, reversibilidade e irreversibilidade dos processos.*
- 2. Legislação Europeia e Acordos Internacionais.*
- 3. Poluição atmosférica e sistemas de tratamento. Tecnologias “limpas”.*
- 4. Poluição hídrica e tratamento de águas residuais.*
- 5. Gestão de resíduos sólidos.*
- 6. Certificação ambiental.*

#### **6.2.1.5. Syllabus:**

- 1. Environment: Dynamic equilibrium and reversibility of the processes.*
- 2. The European laws and International Agreements.*
- 3. Air pollution and treatment systems. “ technologies.Clean”.*
- 4. Water pollution and wastewater treatment.*
- 5. Solid waste management.*
- 6. Environmental certification.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O programa de aprendizagem aborda aspectos da poluição quer atmosférica quer hídrica, resultantes da actividade industrial. Igualmente trata a produção de resíduos sólidos e sua gestão. Na sequência é desenvolvida a competência para monitorização e processos de tratamento destas situações.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The program taught aspects of air and water pollutions, consequences of industrial activity. At the same time taught the management of solid waste. After that are developed skills for suitable environmental monitoring and treatment processes.*

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

*Aulas de exposição teórica sobre conceitos associados aos problemas ambientais.*

*Aulas de resolução de exercícios e estudo de casos.*

*Trabalho laboratorial de caracterização e remediação de amostras associadas a poluição.*

*Avaliação contínua e exame final.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures about theoretical concepts concerning environmental problems.*

*Resolution of applied exercises including case studies.*

*Laboratory experiences to evaluate the pollution degree and treatment.*

*Continuous assessment and final written examination.*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*As classes teóricas permitem a explicação dos conceitos sobre poluição ambiental e sua ligação à actividade industrial. De igual modo são estudados os vários sistemas de tratamento. A resolução de exercícios, o estudo de casos e a prática laboratorial permitem consolidar os conhecimentos.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The lectures allow the explanation of the concepts about environmental pollution and their connection with industrial activity. Also, several treatment systems are studied.*

*Solving problems, studying cases and laboratory exercises promotes the consolidation of knowledge.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Masters, G., Ela, W., Introduction to Environmental Engineering and Science, Prentice Hall, London, 2007*

*MacKenzie, D., Cornwell, D., Introduction to Environmental Engineering, McGraw-Hill, New York, 2006*

*Hendricks, D., Water Treatment Unit Processes: Physical and Chemical, CRC-Taylor & Francis, Boca Raton, 2006*

**Mapa IX - Gestão da Qualidade**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Gestão da Qualidade*

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

*Natércia Maria Ferreira dos Santos - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*No final da unidade curricular os alunos devem ter competências para desenvolver e implementar sistemas de garantia ou controlo de Qualidade, para analisar custos da Qualidade e implementar medidas de melhoria dos processos. Com base em alguns conhecimentos anteriores de estatística e numa perspetiva prática da sua aplicação na área do controlo de qualidade os alunos também devem conseguir implementar e analisar sistemas de controlo estatístico do processo.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The students should acquire skills to develop and implement quality control and assurance systems, to analyze quality costs and implement, analyse statistical process control systems and implement measures to improve processes. Based on some previous knowledge of statistics and in a perspective of practical application in the area of quality control students must also be able to implement and analyze systems for statistical process control.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Introdução - Enquadramento histórico da Qualidade.*
2. *Gestão da Qualidade: Sistemas de Gestão da Qualidade; Qualidade Total; Normas de garantia da Qualidade.*
3. *Custos de Obtenção da Qualidade (COQ).*
4. *Formalização de um sistema da Qualidade: Certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade - Norma ISO 9001:2008; Manual da Qualidade; Certificação de produtos; Acreditação de entidades - Norma ISO 17025. Auditorias – Norma ISO 19011.*
5. *Controlo Estatístico do Processo – CEP: Noções de estatística; Planos de amostragem; Princípio das cartas de controlo e respetivos limites; Implementação de cartas de controlo de variáveis e de atributos.*
6. *Capacidade do processo: Recta de Henry; Cp, Cpk, e percentagem de produtos defeituosos.*
7. *Índice de satisfação do cliente.*

#### **6.2.1.5. Syllabus:**

1. *Introduction - Historical evolution of Quality.*
2. *Quality Management: Quality Management Systems; Total Quality; Quality assurance standards.*
3. *Costs of Quality (COQ).*
4. *Formalization of a Quality system: Certification of Quality Management Systems - ISO 9001:2008; Quality Manual; Certification of products; Accreditation of entities - ISO 17025; Audits - ISO 19011.*
5. *Statistical Process Control – SPC: Notions of statistical; Sampling plans; Principle of control charts and limits; Control charts (variables and attributes) implementation.*
6. *Process capability.*
7. *Customer satisfaction index.*

#### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objetivos da unidade curricular dado que o programa foi concebido para abordar de forma integrada a gestão da qualidade nomeadamente no que diz respeito à implementação de sistemas de gestão da qualidade na indústria ou nos serviços. No que respeita aos custos da qualidade, os exercícios e os estudos de casos são selecionados de modo a ilustrar várias situações. Em relação ao controlo estatístico do processo, ao longo da exposição dos conteúdos são feitas alusões às principais questões e aos desafios que se colocam aos responsáveis pela qualidade de qualquer entidade.*

#### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The syllabus is consistent with the objectives of the unit since the syllabus was designed to address in an integrated way the quality management particularly with regard to the implementation of quality management systems in manufacturing or services. Concerning the costs of quality, exercises and case studies are selected to illustrate various situations. In relation to statistical process control, during the exposition, there are made allusions to the major questions and challenges posed to the responsible for the quality of any entity.*

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Nesta UC para proporcionar aos alunos uma formação específica na área da gestão da qualidade tenta-se otimizar a carga horária disponível tendo em conta os tipos de abordagens que se podem fazer considerando que se trata de matérias com uma vertente muito prática. Nas aulas TP coloca-se em prática a perspetiva de que o docente deve ensinar a pensar e a aprender através da resolução de exercícios e análise de alguns casos de estudo. Nas aulas teóricas utilizam-se técnicas expositivas de ensino que permitam a integração dos conhecimentos. Para além disto, fora das aulas, os alunos desenvolvem trabalhos de pesquisa bibliográfica que constituem outro aspeto muito importante da sua formação. A avaliação dos alunos é feita seguindo o modelo de avaliação contínua com recurso a trabalhos de pesquisa bibliográfica e uma prova de avaliação ou através da realização de um exame.*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*In this unit, to provide students with specific training in the area of quality management, we attempt to optimize the workload available taking into account the potential and the kinds of approaches that can be done considering that the contents have very practical aspects. In theoretical-practical classes to practice the perspective that teachers should teach thinking and learning through problem solving and case studie. In theoretical classes are used expository teaching techniques that allow the integration of knowledge. In addition, outside the classes, students develop bibliographic research work which is another very important aspect of their training. All support material is available to students through IPT e-learning platform.*

*The assessment of students is made following the model of continuous assessment using the bibliographic research works and test or by an examination.*

#### **6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*No quadro do processo de Bolonha pretende-se que os alunos adquiram capacidades de estudo e trabalho autónomos, quer através da realização de trabalhos individuais e em grupo, apoiados em trabalho de pesquisa, e devidamente orientados pelos docentes, quer através da elaboração e apresentação oral desses trabalhos. As atividades de trabalho presencial nesta UC englobam as aulas teóricas e teórico-práticas, onde são apresentados e discutidos os conteúdos programáticos da UC e também realizados alguns estudos de casos de modo a proporcionar aos alunos ferramentas para conseguirem implementar sistemas de gestão da qualidade ou medidas de melhoria contínua.*

*O docente prevê no seu horário períodos de atendimento individual aos alunos, para esclarecimento de dúvidas e ajuda na elaboração dos trabalhos. Esta orientação tutorial tem como objetivo incentivar os alunos a procurar informação bibliográfica de modo a alargar o seu conhecimento e proporcionar-lhes experiências diversas nas*

diferentes áreas da gestão da qualidade.

Entende-se assim que a metodologia proposta permite que os alunos desenvolvam capacidades para aplicar e integrar conhecimentos adquiridos na resolução de problemas e situações práticas, dotando-os com capacidade para entrar no mercado de trabalho e poder adaptarem-se às técnicas de gestão da qualidade necessárias para por exemplo colaborar em processos de certificação ou avaliar a satisfação dos clientes.

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*In the Bologna process is intended that students acquire study skills and independent work, both through individual work and group work supported by research, and properly guided by teachers, either through the preparation and oral presentation these works. The work activities include attendance at this UC classes both theoretical and practical, which are presented and discussed the syllabus of UC and also conducted some case studies to provide students with tools to succeed implement quality management systems or measures continuous improvement.*

*The teacher provides in time periods of individual attention to students, to answer questions and help in the preparation of the work. This tutorial guidance aims to encourage students to look for bibliographic information to broaden your knowledge and provide them with various experiences in different areas of quality management.*

*It is understood how the proposed methodology allows students to develop skills to apply and integrate knowledge acquired in solving problems and practical situations , providing them with the ability to enter the labor market and able to adapt the techniques of quality management needed to collaborate on such certification.*

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Pires, A.R., Qualidade – Sistemas de Gestão da Qualidade, 3ª Ed., Edições Sílabo, Lisboa, 2007.*

*Juran, J.M., Godfrey, A.B., Juran´s Quality Control Handbook, 5ª Ed., McGraw-Hill, Singapura. 1999.*

*Hoyle, D., ISO 9000 Quality Systems Handbook, 5ª Ed. Butterworth-Heinemann, Oxford. 2005,*

*Bernillon, A., Cérutti, O., A Qualidade Total, Lidel Edições Técnicas, Lisboa.*

*Santos, R., Rebelo, M.F., A Qualidade - Técnicas e Ferramentas, Porto Editora, Porto.*

### **Mapa IX - Higiene e Segurança**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Higiene e Segurança*

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

*Isabel Nogueira - 45 horas*

#### **6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Não aplicável.*

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

*A unidade curricular tem como objectivo de aprendizagem fazer com que os alunos adquiram conhecimentos no âmbito da segurança, saúde e higiene nas indústrias de processos químicos e bioquímicos no que respeita à identificação de perigos e avaliação de riscos decorrentes da laboração industrial que envolve não só os seus trabalhadores mas também as populações e o ambiente. Estes conhecimentos vão permitir adquirir aptidões para identificar e avaliar os riscos da actividade industrial e para agir no sentido da mitigação das consequências do acidente. Por fim os alunos deveram adquirir e desenvolver competências de modo a situar a gestão da segurança como um vector estratégico do sistema de gestão global da organização, a evidenciar e calcular os ganhos efectivos devidos ao investimento em segurança, a saber aplicar técnicas de avaliação de riscos e medidas preventivas de higiene e segurança necessárias.*

#### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The aim of this course is to provide the students with knowledge and skills in the area of health and safety in chemical and biochemical industries, including hazard identification and risk evaluation of risks from industrial activities involving, not only employees but also populations and the environment. They should be able to identify and evaluate industrial hazards and minimise the risks. They should also acquire and develop skills that will enable them to view health and safety as a core strategic aspect within the global management of an organisation, calculate and value the gains from the investment on health and safety and be able to apply the risk evaluation techniques and the necessary preventive measures.*

#### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Generalidades e Acidentes Industriais.*

*2. Gestão da segurança.*

*3. Estudo da exposição e do risco químico.*

*4. Prevenção do risco químico.*

*5. Equipamentos de protecção individual e equipamentos de protecção colectiva.*

*6. Exposição à Contaminação Química.*

*7. Incêndios.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

1. *A general overview and Industrial Accidents.*
2. *Safety Management.*
3. *Chemical exposure and hazard.*
4. *Chemical hazard prevention.*
5. *Individual and collective protection equipments.*
6. *Exposure to Chemical Contamination.*
7. *Fires.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos estão coerentes com os objectivos da unidade curricular pois os pontos abordados permitem que os alunos adquiram conhecimentos e competências para entender e desenvolver questões no domínio da higiene e segurança nas indústrias de processos químicos e bioquímicos. O desenvolvimento de cada ponto dos conteúdos programáticos permite que o aluno desenvolva gradualmente competências para ser capaz de avaliar o risco químico e agir no campo da prevenção.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The syllabus is consistent with the learning outcomes as all its six sections provide the skills needed to understand and solve health and safety problems in industries dealing with chemical and biochemical processes. Each section of the syllabus allows the students to gradually develop the skills that will enable them to assess chemical risks and apply preventive measures.*

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

*As aulas são teórico-práticas permitem introduzir os temas e desenvolve-los num sentido mais prático conceitos teóricos, com o apoio de exemplos de casos reais, à realização de exercícios e de visitas de estudo. No final das aulas os alunos devem realizar uma prova escrita de avaliação de conhecimentos adquiridos sobre os conteúdos programáticos leccionados.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*The theoretical-practical sessions are intended to further develop the theoretical concepts with the support of real cases and exercise-solving as well as on-site visits. At the end of the term the students take an exam covering all the topics taught.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*As metodologias de ensino estão coerentes com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular, primeiro porque permitem gradualmente capacitar os alunos com informação e conhecimentos; segundo porque consolida a aquisição de conhecimento com actividades mais objectivas: apresentação de exemplos de casos reais, realização de exercícios, visita de estudo; terceiro a avaliação através da realização de uma prova escrita para apreciação dos conhecimentos adquiridos sobre os conteúdos programáticos leccionados permite demonstrar se o aluno efectivamente cumpriu os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The teaching methodologies are consistent with the learning objectives because they 1) provide the appropriate skills gradually 2) consolidate the acquisition of knowledge by means of objective instruments such as real cases, exercises and on-site visits and 3) assessment is also done through a written exam and a monograph and respective discussion in order to check whether the students have achieved the learning outcomes.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

- Nogueira, I., Sebenta de Higiene e Segurança Industrial, IPT, 2012.*  
*Miguel, A.S., Manual de Higiene e Segurança do Trabalho, 12ª Ed, Porto Editora, 2012.*  
*Macedo, R., Manual de Higiene do Trabalho na Indústria, 3ª Ed, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2006*  
*Laurent, A., Sécurité des procédés chimiques, Editions TEC & DOC, Paris, 2003.*  
*Martel, B., Guide du Risque Chimique, Dunod, Paris, 2002.*

### Mapa IX - Projeto

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Projeto*

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

*Rui da Costa Marques Sant'Ovaia - 61 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*Aplicação prática de conhecimentos agregados nas áreas das engenharias química e bioquímica. Assistir os alunos na aquisição das competências necessárias à elaboração de projectos sectoriais.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Apply practical knowledge in the field of chemical and biochemical engineering. Assist the students to have the skills for project design.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Revisão dos conceitos de balanços de massa e energia. 2. Conceito de Operações Unitárias. 3. Regras para selecção de equipamentos. 4. Introdução à análise de mercado.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*1. Concepts of mass and energy balance. 2. Revise Unit Operations conception. 3. Rules for equipment selection. 4. Introduction to market analysis.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O programa permite visitar conceitos fundamentais da engenharia química. Com essas ferramentas os alunos desenvolvem competência para a integração dos conceitos num trabalho de síntese no campo da tecnologia química.*

**6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The programme permits revisit fundamental concepts of chemical engineering. With those skills the students will develop competences for the integration of concepts in a synthesis work in the field of chemical technology.*

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

*Aulas teórico-práticas sobre conceitos associados à formulação de projectos. Análise dos temas seleccionados para o desenvolvimento do projecto pelos alunos.*

*Elaboração de projecto, com apresentação e discussão pública.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures and practical classes about design project concepts. Case to case discussion of selected issues related with the project development by the students.*

*Project developed, subject to public presentation and discussion.*

**6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*O projecto permite, após a revisão dos conceitos, a sua aplicação prática com integração dos conhecimentos adquiridos durante o Curso.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The project allow, after revision of concepts, their practical application and integration of acquired knowledge during the Degree program.*

**6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Sinnot, R., Tecnologia Química: Uma Introdução ao Projecto em Tecnologia Química (Vol. VI), Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1986.*

*Smith, R., Chemical Process Design and Integration, John Wiley & Sons, New York, 2005.*

**Mapa IX - Matérias Primas - Opção I**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Matérias Primas - Opção I*

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

*Natércia Maria Ferreira dos Santos - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

Os alunos devem adquirir competências para a caracterização de materiais fibrosos e não fibrosos e para a utilização dos equipamentos de refinação na indústria do papel. Devem ainda compreender a influência da refinação e das suas condições de operação nas características finais do papel.

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Students should acquire skills for the characterization of fibrous and non-fibrous and use of equipment for beating in the paper industry. They must also understand the influence of beating and its operating conditions on the final paper properties.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução à ciência dos materiais.*
2. *Estrutura dos materiais.*
3. *Propriedades físico-mecânicas dos materiais fibrosos: Ligação água-fibra; Efeitos da refinação sobre as fibras.*
4. *Refinação: Fatores que influenciam a refinação; Influência da refinação nas propriedades físico-mecânicas do papel; Influência da refinação na classificação das fibras; Influência da consistência e da temperatura na refinação.*
5. *Propriedades físico-mecânicas dos materiais não-fibrosos: Agentes de colagem; Cargas minerais; Agentes de retenção; Branqueadores óticos.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

1. *Introduction to materials science.*
2. *Structure of the materials.*
3. *Physical-mechanical properties of fibrous materials: Water-fiber binding; Beating effects on fibers.*
4. *Beating: Factors influencing beating; Beating influence on physical-mechanical properties of the paper; Influence of beating in fibers classification; Influence of temperature and consistency in beating process.*
5. *Physical-mechanical properties of the non-fibrous materials: Binding agents; Mineral fillers; Retention agents; Optical brighteners.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Considerando que os alunos desta UC serão futuros técnicos da indústria papeleira que trabalham em equipa e que são responsáveis pela gestão de processos industriais, nomeadamente o processo de refinação que é o mais importante do processo produtivo do papel, é essencial que conheçam as matérias primas, os equipamentos, as variáveis de operação e a forma como estas influenciam o produto final assim como conheçam as vantagens de trabalhar em equipa. Assim a estratégia traçada para esta UC no sentido de garantir que os objetivos sejam atingidos, decorre de uma estrutura assente no trabalho em grupo nas aulas laboratoriais que permite ensinar os alunos a trabalhar em equipa, organizando-se, trabalhando para a obtenção de resultados. Para além deste nível, existe ainda o nível de aprendizagem individual relativo à apreensão dos aspetos mais teóricos expostos nas aulas teóricas. Desta forma, estão reunidas as condições para os alunos desenvolverem as competências previstas nos objetivos.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*Whereas students of this unit will be future technicians of paper industry working as a team and are responsible for the management of industrial processes, including the beating process which is the most important in paper production process, it is essential the knowledge of raw materials, equipment, operating variables and how these influence the final product as well as knowledge about the advantages of teamwork. So the strategy outlined for this UC to ensure that objectives are achieved, is a structure based on working group in laboratory classes for teaching students to work in teams, organizing themselves and working to achieve results. Beyond this level, there is the level of individual learning on more theoretical aspects exposed in lectures. Thus, the conditions for students to develop the skills are provided.*

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

*Os conteúdos teóricos da unidade curricular são expostos através de aulas expositivas recorrendo sempre que possível à visualização de alguns filmes e imagens da indústria para ilustrar os processos e os fenómenos que ocorrem, por exemplo, durante a refinação. Os estudantes são levados para aplicar os conhecimentos adquiridos através de actividades laboratoriais utilizando os equipamentos disponíveis. A descrição de experiências profissionais relevantes, adquiridas pela docente durante estágios e ações de formação em várias fábricas de pasta e papel, está sempre presente durante estas actividades. Avaliação teórica compreende um teste escrito em qualquer das épocas e a avaliação prática consiste num relatório dos trabalhos laboratoriais realizados.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*The theoretical contents of the unit are exposed through lectures using wherever possible the watching of some movies and images of industry to illustrate the processes and phenomena that occur, for example, during beating. Students apply the knowledge acquired through laboratory activities using the available equipment. The description of relevant professional experience, acquired by teacher during internships and training activities in various pulp and paper industrial units, is always present during these activities. Theoretical evaluation includes a written test and the practical assessment consists of a report of laboratory work performed.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*As metodologias de ensino são coerentes com os objetivos da unidade curricular porque:*

- a exposição dos conteúdos programáticos teóricos associada à apresentação de filmes e imagens possibilita uma percepção adequada e mais real do programa e dos equipamentos industriais;
- a realização de trabalhos práticos aliada à elaboração de um relatório permite a compreensão das relações que existem entre as matérias-primas, o seu processamento e o resultado nas propriedades finais do papel.

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodologies are consistent with the objectives of the unit because:*

- exposure of the theoretical syllabus associated with presenting movies and images allows adequate and more real perception of content and industrial equipment;
- perform the practical works together with the preparation of a report gives an understanding of the relationships that exist between the raw materials, their processing and the result on final paper properties.

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Biermann, C., Handbook of Pulping and Papermaking. Academic Press, S. Diego, 1996.*

*Levlin, J., Soderbjelm, L., Pulp and Paper Testing. Fapet Oy, Helsinquia, 1999.*

*Neimo, L., Papermaking Chemistry, Fapet Oy, Helsinquia, 1999.*

*Niskanen, K., Paper Physics, Fapet Oy, Helsinquia, 1998.*

*Paulapuro, H., Papermaking Part1, Stock Preparation and Wet End, Fapet Oy, Helsinquia, 2000.*

*Velho, J., Mineral Fillers for Paper: Why, What, How, Tecnicelpa, Tomar, 2003.*

*García Hortal, J.A., Constituyentes Fibrosos de Pastas e Papeles, Esc. Téc. Sup. de Ingenieros Industriales de Terrassa - Univ. Politécnica de Barcelona, Barcelona, 1988.*

### **Mapa IX - Reatores Químicos II - Opção I**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Reatores Químicos II - Opção I*

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

*José Manuel Quelhas Antunes - 60 horas*

#### **6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Não aplicável.*

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

*Os alunos devem desenvolver competências na análise de reactores reais através da teoria da distribuição de tempos de residência e da compreensão da catálise nos processos de transformação, nomeadamente pelo estudo de reactores catalíticos.*

#### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Students should develop skills in the analysis of real reactors through the theory of residence times distribution and in the role of catalysis in the transformation processes, in particular the study of catalytic reactors.*

#### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1 - Introdução: revisão sobre reactores químicos ideais e determinação experimental de cinética de reacções.*

*2 - Distribuição de tempos de residência – características, determinação experimental e modelação de reactores reais.*

*3 - Catalisadores e reactores catalíticos: catálise; difusão, convecção e reacção em catalisadores; modelação de reactores catalíticos de leito fixo.*

#### **6.2.1.5. Syllabus:**

*1 - Introduction: review of ideal chemical reactors and experimental determination of kinetic reactions.*

*2 - Residence times distribution - functions, experimental determination and modeling of real reactors.*

*3 - catalysts and catalytic reactors: catalysis; diffusion, convection and reaction in catalysts; fixed bed catalytic reactors modeling.*

#### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos da unidade curricular.**

*Nos conteúdos programáticos são desenvolvidos modelos para reactores reais baseados na teoria da distribuição de tempos de residência e modelos de reactores onde se utilizam catalisadores heterogéneos, o que permite desenvolver nos alunos as competências pretendidas.*

#### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*In this course, models are developed for real reactors based on residence times distribution and models for reactors in which is used heterogeneous catalysis are developed, which allows students to develop the desired skills.*

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

*Aulas teóricas em que se expõem os conceitos relativos à disciplina e aulas práticas laboratoriais em que são propostos exercícios de aplicação e realizados alguns trabalhos experimentais. A avaliação consiste nos relatórios dos trabalhos experimentais e num trabalho escrito sobre reactores catalíticos.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures on which the concepts relating to the course are exposed and practical classes in which are proposed exercises and some laboratorial work. The assessment consists of written reports related to the laboratorial work and in a written essay about Catalytic Reactors.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Com as aulas teóricas pretende-se que os alunos apreendam os conceitos da utilização da Distribuição de Tempos de Residência para obtenção de modelos reais, e a análise de Reactores catalíticos, aprofundando-os posteriormente através da resolução de exercícios e tratamento dos resultados dos trabalhos laboratoriais executados.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*With the lectures is intended that students seize the concepts of using the distribution of residence times for obtaining real models, and analysis of catalytic reactors, deepening them further by solving exercises and analysing the results of laboratory experiments performed .*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*Fogler, H., Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice-Hall, New Jersey, 2005.  
Levenspiel, O., Chemical Reaction Engineering. John Wiley, New York, 1999.*

### Mapa IX - Engenharia Genética - Opção I

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Engenharia Genética - Opção I*

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

*Dina Maria Ribeiro Mateus - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*A UC tem como objetivos a aprendizagem dos conceitos fundamentais de biologia molecular, das metodologias utilizadas na clonagem e análise de genes e seus produtos e aplicações. Desenvolvimento de competências com vista ao planeamento, utilização e exploração de abordagens e técnicas moleculares relevantes.*

*Depois de concluída a UC com sucessos o aluno deverá ter capacidade de:*

- (a) Compreender e utilizar a tecnologia do DNA recombinante na superprodução de proteínas recombinadas e na regulação da expressão genética;*
- (b) Executar as técnicas de biologia molecular utilizadas na análise de genes e seus produtos e as técnicas de amplificação de DNA in vitro. Compreender os aspetos básicos da produção de bibliotecas genómica. Explorar as aplicações da bioinformática;*
- (c) Compreender a relevância da engenharia genética em áreas como a indústria de biofármacos, o ambiente, a agricultura e a medicina. Reconhecer o impacto social e ético das aplicações da engenharia genética.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The course's aims are the study of the main concepts in molecular biology, the methods used on the cloning and analysis of genes and their products and applications. The course also aims to develop student's skills regarding the planning, utilization and exploration of relevant molecular technics and approaches*

*After completing this course the students should be able to:*

- (a) understand the recombinant DNA technology and use it on the overproduction of recombined proteins and on the regulation of gene expression;*
- (b) perform the molecular biology technics used on the analysis of genes and their products and the technics of DNA amplification in vitro. Understand the basic aspects of the production of genomic libraries. Explore the applications of bioinformatics;*
- (c) understand the relevance of the genetic engineering in the areas such as biopharmaceuticals' industry, environment, agriculture and medicine. Recognize the social and ethnic impact of the genetic engineering's applications.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*!. Breve introdução à genética Clássica. Biologia Molecular: Estrutura, replicação, mutação e reparação do DNA; Recombinação do DNA; Transcrição; Código genético e tradução; Regulação da expressão genética; Distribuição celular de proteínas.*

2. *Clonagem de genes: Enzimas relevantes em clonagem; Vetores de clonagem, plasmídeos, fagos e cosmídeos; Introdução de rDNA na célula e seleção de recombinantes; Exemplo típico de clonagem; Instabilidade genética em células com rDNA; Bancos genómicos; Vetores de expressão controlada;*
3. *Superprodução, detecção e purificação de proteínas recombinadas.*
4. *Metodologias de análise de genes e seus produtos: Electroforese de DNA; Mapas de restrição de DNA; Southern e Northern Blot; Footprinting; Mapeamento com nuclease S1 e extensão de primer; Imunoprecipitação; Sequenciação de DNA; Aplicações da bioinformática; PCR clássica e PCR em tempo real.*
5. *Exemplos de aplicações da engenharia genética. Aspectos sociais, éticos e de segurança.*

#### **6.2.1.5. Syllabus:**

1. *Introduction to classical genetics. Ethical and social issues and safety of genetic engineering. Molecular biology: DNA structure, mechanisms of DNA replication, repair and recombination; Transcription; Genetic code and translation; Regulation of gene expression; Cellular distribution of proteins.*
2. *Cloning of genes: Enzymes acting on nucleic acids; cloning vectors, plasmids, phages, and cosmids; introduction of recombinant DNA into living cells and clone selection; typical examples of cloning; Instability of r-plasmids; Genomic banks; Expression vectors.*
3. *Super-expression, detection and purification of recombinant proteins.*
4. *Analysis methodologies of genes and their products: DNA electrophoresis; restriction maps of DNA; Southern, Western and Northern blot; Footprinting; S1 nuclease mapping and primer extension; Immunoprecipitation; DNA sequencing methods; Bioinformatics and its applications; classical PCR and real time PCR.*
5. *Example applications of genetic engineering.*

#### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O programa cobre os diferentes objetivos e competências específicas que se pretendem proporcionar na unidade curricular, de acordo com a correspondência seguinte:*

*Conteúdos 1, 2 e 3 - Objetivos e competências (a)*

*Conteúdos 3 e 4 - Objetivos e competências (b)*

*Conteúdos 5 - Objetivos e competências (c)*

#### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The syllabus covers the different learning outcomes and promotes the specific competencies associated with the course, in the following way:*

*Contents 1, 2 and 3 – Objectives and competencies (a)*

*Contents 3 and 4 - Objectives and competencies (b)*

*Contents 5 - Objectives and competencies (c)*

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Durante as aulas teóricas são explicitados os principais conceitos, demonstrando-se a aplicação destes. Nas aulas práticas, de forma coordenada com a evolução das aulas teóricas, a resolução pelos alunos de exercícios, que fazem parte dos enunciados propostos, procedendo-se à discussão em grupo dos métodos usados e à análise crítica dos resultados obtidos. Além de se sugerir a consulta da bibliografia e a resolução de problemas existentes nessas obras, Nas aulas laboratoriais são realizados trabalhos laboratoriais que de uma forma genérica cobrem o programa, possibilitando aos alunos a aprendizagem de técnicas de biologia molecular, análise de genes e seus produtos. É proposto um trabalho de pesquisa bibliográfica, estimulando-se o desenvolvimento de técnicas de pesquisa e de trabalho autónomo*

*A avaliação é efetuada através da apresentação e discussão de um trabalho de pesquisa bibliográfica, dos relatórios dos trabalhos laboratoriais e de um teste final escrito.*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*During the theoretical lectures the main concepts are explained and exemplified. Their applications are demonstrated through illustrative examples. In coordination with the evolution of the lectures, the resolution of exercises by the students is proposed in the practical classes. The methods used by the students are then discussed in group and the results obtained are critically analyzed. Moreover, it is suggested the resolution of the exercises included in the recommended bibliography.*

*In the laboratory classes are conducted laboratory experiments in order to cover the syllabus enabling students to learn techniques in the area of molecular biology and processes of genes analysis and their products.*

*A practical assignment is proposed, stimulating the development of methodologies of bibliographic research and student's autonomous.*

*The student is evaluated through the presentation of the practical assignment, reports on laboratory activities and a final written test.*

#### **6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*A metodologia de ensino, baseada em exposição oral permite, numa primeira fase, fazer uma introdução aos conceitos de biologia molecular e engenharia genética, a sua importância no desenvolvimento e bem estar da sociedade atual, sem esquecer as questões éticas, de segurança e regulamentação.*

*A realização de exercícios práticos facilita a consolidação dos conhecimentos anteriormente adquiridos e a prática de competências ao nível da interpretação dos problemas e da estruturação de um raciocínio que permita obter a solução desses problemas.*

*A realização dos seguintes trabalhos laboratoriais contempla os objetivos de aprendizagem (a) e (b): TP1 –*

*Estabelecimento, manutenção e conservação de culturas puras transformadas com vetores de clonagem; TP2 – Purificação, concentração e quantificação de DNA cromossómico e plasmídico de uma estirpe de Escherichia coli; TP3 – Restrição dos DNAs cromossómico e plasmídico por endonucleases e sua visualização em gel de Agarose; TP4 – Amplificação de um gene a partir de DNA cromossómico por recurso à técnica de PCR*  
A realização do trabalho de pesquisa bibliográfica sobre casos de aplicação da engenharia de genética, permite completar o desenvolvimento dos objetivos e competências de aprendizagem (c) e estimular o trabalho autónomo. Os exercícios propostos para resolução pelos alunos, os trabalhos laboratoriais realizados e o trabalho de pesquisa bibliográfica, foram concebidos com base na bibliografia citada e de forma a incluir todo o programa. Permitem o desenvolvimento de todas as competências definidas nos objetivos da unidade curricular e representam a matriz que relacionam esses objetivos com a metodologia de ensino.

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodology, based on oral exposition, enables, on a first stage the acquisition of theoretical knowledge about molecular biology and genetic engineering, its importance in our society and to raise awareness to its safety issues and regulations.*

*The practical exercises help consolidating the previously acquired knowledge and developing problem interpretation and structuring skills.*

*The laboratory works covers the learning objectives and competencies (a) and (b): TP1 – Establishment, maintenance and preservation of pure cultures transformed with cloning vectors; TP2 – Purification, concentration and quantification of plasmid and genomic DNA from a strain of Escherichia coli; TP3 – Restriction chromosomal and plasmid DNAs with restriction endonucleases and their visualization on agarose gel; TP4 – Amplification of a gene from genomic DNA by use of PCR.*

*The bibliographic research assignment, about applications of the genetic engineering, covers the learning objectives and competencies (c) and allows to the development of the student's autonomous work.*

*The exercises, laboratory works and the bibliographic research assignment, were designed according to the bibliography cited and in order to include the whole program, allow the development of the skills defined in the curricular objectives and represent the matrix that connect the objectives with the teaching methodology.*

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Videira, A., Engenharia Genética – Princípios e Aplicações (Princípios básicos - Cap I a VIII), 2ª ed, Lidel-Edições Técnicas, Lisboa, 2009.*

*Lima, N., Mota, M., Ed., Biotecnologia – Fundamentos e Aplicações. Lidel-Edições Técnicas, Lisboa, 2003.*

*Copper, G.M., Hausman, R.E., The Cell, a Molecular Approach, 4th ed., ASM Press-Sinauer-Associates, Washington, 2007.*

*Rehm, H., Biotechnology – Genetic Fundamentals and Genetic Engineering. (Vol. 2). Wiley, New York, 1993.*

*Becker, J.M., Caldwell, G.A., Zachgo, E.A., Biotechnology – A Laboratory Course, 2nd ed., Academic Press, 1996.*

### **Mapa IX - Serviços Industriais - Opção II**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Serviços Industriais - Opção II*

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

*Isabel Nogueira - 30 horas*

#### **6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Paula Portugal - 30 horas*

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

*A unidade curricular tem como objectivo de aprendizagem fazer com que os alunos adquiram conhecimentos e competências que permitam entender e dominar as necessidades do meio fabril em termos de serviços industriais (SI) mais relevantes em meio fabril, adquirindo aptidões em: redes e equipamentos eléctricos, sistemas de produção e utilização de energia térmica, sistemas de tratamento de água, para a produção de energia térmica, sistemas de produção, tratamento e redes de ar comprimido, sistemas de ventilação e sistemas de refrigeração. O aluno deverá desenvolver competências para ser capaz de entender e interpretar os processos envolvidos, identificar as necessidades específicas de SI para diferentes unidades industriais e, ainda conceber projectos elementares.*

#### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*This course aims at providing knowledge and skills required to understand and identify the needs in terms of industrial services including: electrical networks and equipment, systems for the production and use of thermal energy, water treatment systems, thermal energy production systems, production systems, compressed air treatment systems networks, ventilation and refrigeration systems. Students should develop skills that will enable them to understand and interpret the processes involved, to identify the specific needs of the industrial services for the different industrial units and design basic projects.*

#### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

1. Energia Eléctrica;
2. Energia Térmica;
3. Energia Pneumática;
4. Sistemas de Ventilação;
5. Sistemas de arrefecimento;
6. Manutenção.

#### 6.2.1.5. Syllabus:

1. Electrical Energy;
2. Thermal Energy;
3. Pneumatic Energy;
4. Ventilation Systems;
5. Cooling Systems;
6. Maintenance.

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos estão coerentes com os objectivos da unidade curricular pois os seus seis pontos permitem que os alunos adquiram conhecimentos e competências para entender e dominar as necessidades do meio fabril em termos de serviços industriais. O desenvolvimento de cada ponto dos conteúdos programáticos permite que o aluno desenvolva gradualmente competências para ser capaz de entender e interpretar os processos envolvidos, identificar as necessidades específicas de Serviços Industriais para diferentes unidades industriais e, ainda conceber projectos elementares com distribuição de energia, rede de ar comprimido, produção de vapor de água, sistemas de tratamento de água, programação da manutenção, etc.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The course contents are consistent with the course outcomes as all its six sections provide the skills needed to understand and identify a company's needs in terms of industrial services. Each section of the syllabus allows the students to gradually develop the skills that will enable them to understand and interpret the processes involved, identify the specific needs of industrial services for the different industrial units and also to design basic projects involving energy distribution, compressed air networks, steam production, water treatment systems, maintenance planning, etc.*

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

*As aulas teóricas permitem introduzir os temas e apresentar os seus fundamentos teóricos. As aulas teórico-práticas permitem desenvolver num sentido mais prático os conceitos teóricos, com o apoio de exemplos de casos reais e à realização de exercícios. No final das aulas os alunos devem realizar uma prova escrita de avaliação de conhecimentos adquiridos sobre os conteúdos programáticos leccionados.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures are designed to introduce the topics of study and present theoretical fundamentals. The theoretical-practical sessions are intended to further develop the theoretical concepts with the support of real cases and exercise-solving as well as audio-visual resources. At the end of the term the students take an exam covering all the topics taught.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*As metodologias de ensino estão coerentes com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular, primeiro porque permitem gradualmente capacitar os alunos com informação e conhecimentos; segundo porque consolida a aquisição de conhecimento com actividades mais objectivas: apresentação de exemplos de casos reais, realização de exercícios; terceiro a avaliação através da realização de uma prova escrita para apreciação dos conhecimentos adquiridos sobre os conteúdos programáticos leccionados permite demonstrar se o aluno efectivamente cumpriu os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The teaching methodologies are consistent with the learning objectives because they 1) provide the appropriate skills gradually 2) consolidate the acquisition of knowledge by means of objective instruments such as real cases, exercises and videos and 3) assessment is also done through a written exam and a monograph and respective discussion in order to check whether the students have achieved the learning outcomes.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

- Juanico, F.J., Geradores de Calor”, Ed. Ecemei, 1992.*  
*Ganapathy, V., Industrial Boilers and Heat Recovery Steam Generators – Design, Applications and Calculations, Marcel Dekker, Inc., 2003.*  
*Rayaprolu, K., Boilers for Power and Process, CRR Press – Taylor & Francis Group, 2009.*  
*Novais, J., Ar Comprimido Industrial, Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, 2008.*  
*Stoecker, W.F., Saiz Jabardo, J.M., Refrigeração Industrial, Ed. Edgard Blücher Ltda., 1994.*  
*McQuiston, F.C., Parker, J.D., Spitler, J.D., Heating, Ventilating, and Air Conditioning – Analysis and Design, Ed. John Wiley & Sons, 2000.*  
*Ramage, J., Guia da Energia, Ed. Monitor, 2003.*

## Mapa IX - Engenharia Enzimática - Opção II

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Engenharia Enzimática - Opção II*

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

*Dina Maria Ribeiro Mateus - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*A unidade curricular tem como objetivos a aprendizagem e aquisição de competências nos domínios de: (a) enzimologia, imobilização de biocatalisadores e transferência de massa aplicada a sistemas multifásicos com enzimas imobilizadas, cinética enzimática global; (b) projeto e operação de reatores, ideais e não ideais, envolvendo biocatalisadores. Conferindo aos alunos uma sólida formação na área da engenharia enzimática*

*Depois de concluída a UC com sucessos o aluno deverá ter capacidade de:*

*(a) Escolher a enzima e a sua forma mais adequada para uma aplicação específica e, se for caso disso, escolher o método para a sua imobilização;*

*(b) Dimensionar o reator enzimático mais adequado para a produção de um dado bioproduto a nível industrial;*

*(c) Compreender a relevância da engenharia enzimática e as suas aplicações industriais, analíticas e em processos de tratamento de efluentes.*

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The course's aims are the study and development of skills in the areas of: (a) enzymology, immobilisation of biocatalysts and mass transfer applied to multiphasic systems with immobilised enzymes, global enzymatic kinetics; (b) design and operation of reactors, ideal and non-ideal, involving biocatalysts. Therefore, it provides the students with a solid formation on enzyme engineering.*

*After completing this course the students should be able to:*

*(a) choose the appropriate enzyme and its adequate form for a specific application and, if necessary, select immobilization method;*

*(b) design the most appropriate enzymatic reactor for the production of a certain bioproduct on an industrial scale;*

*(c) understand the relevance of the enzyme engineering, its industrial and analytic applications and utilization on effluents' treatment.*

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1 Introdução à engenharia enzimática. Estrutura e função, classificação e nomenclatura. Mecanismos envolvidos na catálise enzimática. Cinética das enzimas livres, reações com um substrato e com mais de um substrato, Inibição da atividade enzimática.*

*2 Engenharia de proteínas.*

*3 Imobilização de biocatalisadores. Métodos de imobilização. Cinética enzimática em sistemas multifásicos: efeitos da imobilização na cinética e propriedades das enzimas, efeitos conformacionais e estereoquímicos, de partição e de transferência de massa.*

*4 Biocatálise em meios não convencionais. Biocatálise em solventes orgânicos: Efeito do solvente na atividade e estabilidade enzimáticas.*

*5 Reatores enzimáticos multifásicos. Modelação de reatores enzimáticos ideais e não ideais, efeitos de transferência de massa, efeitos de mistura axial, desativação enzimática.*

*6 Aplicações da engenharia enzimática: enzimas terapêuticos, aplicações farmacêuticas, alimentares, rações para animais, ambientais, entre outras.*

### 6.2.1.5. Syllabus:

*1. Introduction to enzymatic engineering. Structure and function of enzymes, classification and nomenclature. Large-scale production. Mechanisms of enzyme catalysis. Enzyme kinetics, single-substrate mechanisms, multi-substrate reactions, inhibition, stability and deactivation.*

*2. Protein Engineering.*

*3. Immobilisation of biocatalysts. Immobilisation methods. Kinetics in immobilised enzyme systems: steric, conformational and partition effects and external and internal mass transfer effects.*

*4. Biocatalysis in non-conventional media. Biocatalysis in organic media: Solvent selection; solvent effect on enzyme activity.*

*5. Design of ideal, and non-ideal, enzyme immobilised reactors. Mass transfer effects and enzyme deactivation. Analysis of bioreactors performance.*

*6. Industrial, analytical and biomedical applications of free and immobilised enzymes.*

### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos da unidade curricular.

O programa cobre os diferentes objetivos e competências específicas que se pretendem proporcionar na unidade curricular, de acordo com a correspondência seguinte:

Conteúdos 1, 2, 3 e 4 – Objetivos (a) e competências (a)

Conteúdos 4 e 5 – Objetivos (b) e competências (b)

Conteúdos 6 - Objetivos e competências (c)

#### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The syllabus covers the different learning outcomes and promotes the specific competencies associated with the course, in the following way:*

*Contents 1, 2, 3 e 34 – Objectives (a) and competencies (a)*

*Contents 4 and 5 – Objectives (a) and competencies (b)*

*Contents 6 - Objectives and competencies (c)*

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Durante as aulas teóricas são explicitados os principais conceitos, demonstrando-se a aplicação destes. Nas aulas práticas, de forma coordenada com a evolução das aulas teóricas, a resolução pelos alunos de exercícios, que fazem parte dos enunciados propostos, procedendo-se à discussão em grupo dos métodos usados e à análise crítica dos resultados obtidos. Além de se sugerir a consulta da bibliografia e a resolução de problemas existentes nessas obras, Nas aulas laboratoriais são realizados trabalhos laboratoriais que de uma forma genérica cobrem o programa, possibilitando aos alunos a aprendizagem de técnicas de engenharia enzimática e operação de reatores enzimáticos. É proposto um trabalho de pesquisa bibliográfica, estimulando-se o desenvolvimento de técnicas de pesquisa e de trabalho autónomo*

*A avaliação é efetuada através da apresentação e discussão de um trabalho de pesquisa bibliográfica, dos relatórios dos trabalhos laboratoriais e de um teste final escrito.*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*During the theoretical lectures the main concepts are explained and exemplified. Their applications are demonstrated through illustrative examples. In coordination with the evolution of the lectures, the resolution of exercises by the students is proposed in the practical classes. The methods used by the students are then discussed in group and the results obtained are critically analyzed. Moreover, it is suggested the resolution of the exercises included in the recommended bibliography.*

*In the laboratory classes are conducted laboratory experiments in order to cover the syllabus enabling students to learn techniques in the area of enzymatic engineering and enzymatic reactors.*

*A practical assignment is proposed, stimulating the development of methodologies of bibliographic research and student's autonomous.*

*The student is evaluated through the presentation of the practical assignment, reports on laboratory activities and a final written test.*

#### **6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*A metodologia de ensino, baseada em exposição oral permite, numa primeira fase, fazer uma introdução aos conceitos enzimologia.*

*A realização de exercícios práticos facilita a consolidação dos conhecimentos anteriormente adquiridos e a prática de competências ao nível da interpretação dos problemas e da estruturação de um raciocínio que permita obter a solução desses problemas.*

*A realização dos seguintes trabalhos laboratoriais contempla os objetivos de aprendizagem (a) e (b): TP1 – Demonstração de métodos de imobilização; TP2 – Determinação de constantes cinéticas de enzimas livres e imobilizadas; TP3 – Operação de reatores enzimáticos, tanque agitado, leito fixo e air-lift.*

*A realização do trabalho de pesquisa bibliográfica sobre casos de aplicação da engenharia enzimática (enzimas terapêuticos, aplicações farmacêuticas, alimentares, rações para animais, ambientais, entre muitas outras), permite completar o desenvolvimento dos objetivos e competências de aprendizagem (c) e estimular o trabalho autónomo.*

*Os exercícios propostos para resolução pelos alunos, os trabalhos laboratoriais realizados e o trabalho de pesquisa bibliográfica, foram concebidos com base na bibliografia citada e de forma a incluir todo o programa. Permitem o desenvolvimento de todas as competências definidas nos objetivos da unidade curricular e representam a matriz que relacionam esses objetivos com a metodologia de ensino.*

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodology, based on oral exposition, enables, on a first stage the acquisition of theoretical knowledge about molecular biology and genetic engineering, its importance in our society and to raise awareness to its safety issues and regulations.*

*The practical exercises help consolidating the previously acquired knowledge and developing problem interpretation and structuring skills.*

*The laboratory works covers the learning objectives and competencies (a) and (b): TP1 – Demonstration of methods of enzyme immobilisation; TP2 – Determination of the kinetic constants of free and immobilised enzymes; TP3 – Operation of enzymatic reactors, stirred tank, fixed bed and air-lift.*

*The bibliographic research assignment, about applications of the enzymatic engineering (Industrial, analytical, effluent treatment and biomedical applications), covers the learning objectives and competencies (c) and allows to the development of the student's autonomous work.*

*The exercises, laboratory works and the bibliographic research assignment, were designed according to the bibliography cited and in order to include the whole program, allow the development of the skills defined in the curricular objectives and represent the matrix that connect the objectives with the teaching methodology.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

Cabral, J., Aires Barros, M., Gama, M., *Engenharia Enzimática*, Lidel-Edições Técnicas, Lisboa, 2003.  
K., Buchholz, V., Kasche, U.T., Bornscheuer, *Biocatalysts and Enzyme Technology*, Wiley-VCH, Darmstadt, 2005.  
Lima, N., Mota M., Ed., *Biotecnologia – Fundamentos e Aplicações*, Lidel-Edições Técnicas, Lisboa, 2003.  
Shuler, M., Kargi, F., *Bioprocess Engineering – Basic Concepts*, Pearson Education, London, 2007.  
Cabral, J.M.S., Tramper, J., *Multiphase Bioreactor Design*, Taylor and Francis Books, London. 2001.

### Mapa IX - Processos de Separação II - Opção III

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Processos de Separação II - Opção III*

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

*Paula Alexandra Galdes Portugal - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*O aluno deverá ser capaz de determinar os parâmetros básicos de projeto de equipamentos utilizados em operações de separação de partículas e/ou gotículas dispersas em fluidos, como é o caso da classificação, da centrifugação, da sedimentação e da filtração, bem como, interpretar, de forma crítica, a hidrodinâmicas do escoamento de fluidos através de leitos de partículas com diferentes estados de agregação.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The student must be able to determine the basic equipment design parameters in particles and droplets separation processes from dispersing fluid, such as, classification, centrifugation, sedimentation and filtration. He, also, must be able to critically interpret the hydrodynamics effect of the fluid flow through beds of particles with different states of aggregation.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Análise mecânica do movimento de uma partícula através de um fluido: Velocidade Terminale e Lei de Stokes. Classificação gravitacional de partículas sólidas.  
2. Operações de escoamento e separação de sólidos e gotículas: Centrifugação; Sedimentação; Escoamento através de leitos fixos; Escoamento através de leitos fluidizados; Relação entre os diferentes regimes do escoamento fluido-sólido; Filtração.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*1. Mechanical analysis of a moving particle in a fluid: Terminal Velocity and Stokes law. Gravitational classification of solid particles.  
2. Flow and separation operations of particles and droplets: Centrifugation; Sedimentation; Fixed beds; Fluidized beds; Relationship between the different flow regimes of fluid-solid; Filtration.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*O programa contempla a apresentação de conceitos teóricos introdutórios dos processos de separação abordados, seguida da apresentação da(s) metodologia(s) mais comum(ns) para o cálculo de parâmetros de projeto dos equipamentos utilizados nas operações estudadas. A componente prática é promovida dentro de cada operação, através da realização de exercícios de projeto a partir de dados experimentais e/ou industriais. É analisada a hidrodinâmica do escoamento de fluidos através de leitos de partículas, desde leitos fixos até ao transporte pneumático, sendo resolvidos exercícios de aplicação.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The course contents include the presentation of introductory theoretical concepts of the discussed separation processes, followed by the presentation of the most common method(s) for equipment design parameters calculation. Design exercises are solved using experimental and/or industrial data. The fluid flow hydrodynamics through beds of particles is analyzed, from fixed bed to pneumatic transport, and exercises are solved.*

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

*A descrição mecânica dos equipamentos é apresentada através de diapositivos. Todos os conceitos teóricos e teórico-práticos são apresentados passo a passo no quadro e são resolvidos os exercícios propostos. Estes têm uma forte componente prática, pois são resolvidos a partir de dados laboratoriais e/ou industriais, que são disponibilizados.  
A avaliação de conhecimentos é realizada através de provas escritas e envolve a resposta a questões teóricas e o dimensionamento de alguns dos equipamentos estudados.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*The mechanical description of equipment is presented through slideshow. All theoretical and theoretical-practical concepts are presented step by step in the blackboard and a set of proposed exercises is solved, which have a strong practical component, since they use available laboratory and/or industrial data.*

*The assessment is made by written tests and involves answering theoretical questions and sizing calculation of some of the studied equipment.*

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Trata-se de uma unidade curricular com uma forte componente teórico-prática, em que são resolvidos exercícios de aplicação do projecto de equipamentos para separação de sólidos, ou gotículas, do fluido dispersante. A exposição da dedução das equações básicas de projecto é feita no quadro, permitindo uma explicação passo a passo, e uma assimilação mais profunda em sala de aula. Nas provas escritas é exigido que resolvam exercícios de projecto semelhantes aos resolvidos nas aulas e que respondam a questões de análise crítica.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The course has a strong theoretical-practical component, once applied exercises of equipment design are solved. The deduction of basic equations of design is presented in the blackboard, allowing a deeper understanding in classroom. In written tests is required solving design exercises similar to the ones solved in class and a critical analysis is also demanded.*

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

*McCabe, W., Smith, J., Harriott, P., Unit Operations of Chemical Engineering, Mc Graw-Hill; Singapore, 2001.*

*Encyclopedia of Separation Science, Academic Press, London, 2000.*

*Perry, J., Chemical Engineer's Handbook, 8th Edition, McGraw-Hill Book Company, 2007.*

*Foust, et. al., Princípios das Operações Unitárias, 2ª ed., LTC, Rio de Janeiro, 1982.*

### Mapa IX - Reatores Biológicos - Opção III

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Reatores Biológicos - Opção III*

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

*Dina Maria Ribeiro Mateus - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*A unidade curricular visa o estudo e o desenvolvimento de competências sobre tecnologia de fermentadores, cinética dos processos microbianos, balanços de massa e de energia, diferentes tipos de biorreatores, dimensionamento e operação em condições de monossépsia.*

*Depois de concluída a UC com sucessos os alunos deverão ser capazes de:*

*(a) Proceder à recolha da informação da literatura, ou à escala laboratorial, sobre as características cinéticas do processo microbiano e das características reológicas do meio de fermentação;*

*(b) Selecionar o tipo de reator biológico ou associação de biorreatores, bem como o modo de operação mais adequado;*

*(c) Aplicação de técnicas de dimensionamento, scale-up e de operação de fermentadores em processos industriais.*

*Aplicar critérios de esterilização do vaso reacional, correntes gasosa e líquidas. Avaliar critérios de construção e económicos de reatores biológicos.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The program's aims are the study and the development of skills in the areas of fermentation technology, kinetics of microbial processes, mass and energy balances, behavior of different types of bioreactors, design and operation under monosepsis conditions.*

*After completing this course the students should be able to:*

*(a) collect information in the bibliography, or in a laboratory-scale, about the kinetics of the microbial process and rheological properties of the broth;*

*(b) select the appropriate type of bioreactor or combination of bioreactors, as well as the suitable operating mode;*

*(c) apply the technics of dimensioning, scale-up and fermentation operations on industrial operations. Apply sterilization criteria to the reaction vessel and to gaseous and liquid flow. Evaluate the biological reactors' construction and economic criteria.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

1. *Estequiometria de reações biológicas. Cinética de crescimento, consumo e produção. Modelo dinâmico geral de reatores biológicos.*
2. *Crescimento limitado pelo substrato da corrente gasosa. Taxas de consumo e transferência de oxigênio em reatores air-lift e mecanicamente agitados.*
3. *Biorreatores: Geometrias e modos de operação; Descontínuo e contínuo de tanque agitado; Contínuo fluxo pistão; CSTR com recirculação de biomassa; CSTRs associados em série; Associação CSTR-CPFR; Reatores com alimentação escalonada; Reatores de alta densidade celular; Reatores para fermentação em fase sólida.*
4. *Critérios de seleção do biorreator mais apropriado. Influência da cinética reacional no tipo de reator escolhido.*
5. *Balanço de energia do fermentador. Dimensionamento do sistema de arrefecimento. Esterilização de meios de cultura pelo calor em contínuo e descontínuo. Esterilização do vaso reacional e de gases.*
6. *Projeto e construção de fermentadores industriais. Sistema de agitação e arejamento.*

#### **6.2.1.5. Syllabus:**

1. *Stoichiometry of microbial growth and product formation. Overall dynamic model of biological reactors.*
2. *Gaseous substrate-limited fermentations. Oxygen transfer and consumption rates. Oxygen transfer in mechanically and in air-stirred fermenters.*
3. *Bioreactors: Operation modes at industrial scale and standard geometries; stirred tank batch reactor; continuous stirred tank; plug flow reactor; The CSTR with cellular biomass recirculation; The behaviour of CSTRs in series; The association CSTR-PFR; Operation strategies in the fed-batch mode; High cell density reactors; solid-state fermentation.*
4. *Factors of influence, with reference to reaction kinetics, in the selection of the most suitable bioreactor for a process.*
5. *Heat balance. Design of the cooling system. Reaction vessel sterilization. Batch and continuous heat sterilisation of liquid media. Sterilization of gases.*
6. *Design and construction of industrial fermenters. Agitation and aeration systems.*

#### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O programa cobre os diferentes objetivos e competências específicas que se pretendem proporcionar na unidade curricular, de acordo com a correspondência seguinte:*

*Conteúdos 1 e 2 - Objetivos e competências (a)*

*Conteúdos 3 e 4 - Objetivos e competências (b)*

*Conteúdos 5 e 6 - Objetivos e competências (c)*

#### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The syllabus covers the different learning outcomes and promotes the specific competencies associated with the course, in the following way:*

*Contents 1 and 2 - Objective and competencies (a)*

*Contents 3 and 4 - Objective and competencies (b)*

*Contents 5 and 6 - Objective and competencies (c)*

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Durante as aulas teóricas são explicitados os principais conceitos, demonstrando-se a aplicação destes. Nas aulas teórico-práticas propõem-se, de forma coordenada com a evolução das aulas teóricas, a resolução pelos alunos de exercícios, que fazem parte dos enunciados propostos, procedendo-se à discussão em grupo dos métodos usados e à análise crítica dos resultados obtidos. Além de se sugerir a consulta da bibliografia e a resolução de problemas existentes nessas obras, são fornecidos enunciados suficientes para permitir a resolução pelos alunos fora das aulas, estimulando-se o trabalho autónomo.*

*Nas aulas laboratoriais são realizados três trabalhos sobre os conteúdos programáticos possibilitando aos alunos a aprendizagem de conhecimentos práticos nestas áreas e a operação de reatores biológicos à escala laboratorial. A avaliação é efetuada através dos relatórios dos trabalhos laboratoriais e de um teste final escrito.*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*During the theoretical lectures the main concepts are explained and exemplified. Their applications are demonstrated through illustrative examples. In coordination with the evolution of the lectures, the resolution of exercises by the students is proposed in the practical classes. The methods used by the students are then discussed in group and the results obtained are critically analyzed. Moreover, extra exercises are provided to allow complementary work, and it is suggested the resolution of the exercises included in the recommended bibliography, stimulating student's autonomous.*

*In the laboratory classes are conducted three laboratory experiments in order to cover the syllabus enabling students to learn techniques in these areas and the operation of biological reactors at laboratory scale.*

*The student is evaluated through the reports on laboratory activities and a final written test.*

#### **6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*A metodologia de ensino, baseada em exposição oral permite, numa primeira fase, a aquisição de conhecimentos teóricos de tecnologia das fermentações e modelação de reatores biológicos.*

*A realização de exercícios práticos facilita a consolidação dos conhecimentos anteriormente adquiridos e a prática de competências ao nível da interpretação dos problemas e da estruturação de um raciocínio que permita obter a solução desses problemas. Os exercícios propostos para resolução pelos alunos, quer nas aulas teórico-práticas quer em trabalho autónomo, foram concebidos com base na bibliografia citada e de forma a incluir todo o programa.*

*A realização dos trabalhos laboratoriais: TP1 “Acompanhamento do crescimento de uma população de levedura num fermentador air-lift -determinação da taxa específica de crescimento, tempo de duplicação e rendimento.”; TP2 “Produção de biomassa algal para produção de biocombustíveis, utilizando um efluente proveniente de um tratamento terciário”; TP3 “Análise do desempenho de uma zona húmida construída para tratamento terciário de efluentes líquidos”, permite aos alunos a operação de reatores biológicos à escala laboratorial e piloto, bem como a aquisição de dados e respetivo tratamento, complementando desta forma os objetivos de aprendizagem. A realização de exercícios numéricos sobre todos os conteúdos programáticos e a execução de trabalhos laboratoriais permitem o desenvolvimento das competências definidas nos objetivos da unidade curricular e representam a matriz que relacionam esses objetivos com a metodologia de ensino.*

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodology, based on oral exposition, allows, on a first stage, to introduce fermentation technology and bioreactor design.*

*The practical exercises help consolidating the previously acquired knowledge and developing problem interpretation and structuring skills. The exercises proposed to the students, in the practical classes as well as for autonomous work, were designed according to the bibliography cited and in order to include the whole program.*

*The laboratory works: TP1 “Monitoring the growth of a population of yeast in a fermentor air-lift, determination of the specific growth rate and yield.”; TP2 “Production of algal biomass for biofuels using an effluent from a tertiary treatment”; TP3 “Analysis of the performance of a constructed wetland for tertiary treatment of wastewater”, allow the students to operate biological reactors on a laboratory and pilot scale, as well as to practice data acquisition and processing. Therefore, these laboratory works allow to complement the learning objectives.*

*The exercises and laboratory works allow the development of the skills defined in the curricular objectives and represent the matrix that connect the objectives with the teaching methodology.*

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Fonseca, M., Teixeira, J., Ed., Reactores Biológicos - Fundamentos e Aplicações, Lidel -Edições Técnicas, Lisboa, 2007.*

*Cabral, J.M.S., Tramper, J., Multiphase Bioreactor Design, Taylor and Francis Books, London. 2001.*

*Ratledge, C., Kristiansen, B., Basic Biotechnology, Cambridge University Press, London, 2006.*

*Doran, P., Bioprocess Engineering Principles, Academic Press, London, 2012.*

*Atkinson, B. Mavituna, F., Biochemical Engineering and Biotechnology Handbook, 2nd ed., The Nature Press, 1991.*

### **Mapa IX - Pigmentos e Tintas - Opção III**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Pigmentos e Tintas - Opção III*

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

*António João Cruz – 60h*

#### **6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Não aplicável.*

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

*No final do semestre o aluno deverá:*

*Conhecer e saber usar a terminologia e os conceitos gerais relacionados com pigmentos e tintas*

*Conhecer os principais usos dos pigmentos*

*Conhecer os principais tipos de pigmentos e as suas propriedades mais importantes*

*Conhecer os constituintes de uma tinta e a sua função*

*Conhecer os principais tipos de aglutinantes, solventes e aditivos de uma tinta*

*Conhecer as diferentes formas de secagem de uma tinta*

*Conhecer os mecanismos de formação de um filme.*

*Conhecer os problemas de toxicidade e os problemas ambientais relacionados com tintas e pigmentos.*

#### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*At the end of the semester the student should:*

*Know and use the terminology and general concepts related with pigments and paints.*

*Know the main uses of pigments.*

*Know the major types of pigments and their most important properties.*

*Know the constituents of an ink and their functions.*

*Know the main types of binders, solvents and additives for ink.*

*Know the different ways of ink drying.*

*Understand the mechanisms of the formation of a film.*

*Understand the problems of toxicity and environmental problems related to inks and pigments.*

#### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

1. Terminologia e conceitos gerais; 2. Propriedades e uso dos pigmentos; 3. Pigmentos inorgânicos e extensores; 4. Pigmentos orgânicos, corantes e lacas; 5. Composição e propriedades das tintas; 6. Aglutinantes, solventes e aditivos; 7. Tipos de tintas; 8. Problemas de toxicidade e problemas ambientais.

#### 6.2.1.5. Syllabus:

1. Terminology and general concepts; 2. Properties and use of pigments; 3. Inorganic pigments and extenders; 4. Organic pigments, dyes and lakes; 5. Composition and properties of inks; 6. Binders, solvents and additives; 7. Types of inks; 8. Toxicity and environmental problems.

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objectivos gerais da unidade curricular dado que o programa foi concebido para abordar as vertentes teóricas e práticas associadas ao estudo de pigmentos e tintas. Os assuntos abordados nos conteúdos programáticos são também aplicados em aulas práticas de laboratório, o que contribui para a aprendizagem dos conteúdos teóricos e para aumentar a capacidade de aplicar os conhecimentos sobre pigmentos e tintas no campo da Engenharia Química.

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

The syllabus is consistent with the overall goals of the curricular unit since the program was designed to address the theoretical and practical aspects related with pigments and inks. The themes of the syllabus are applied in several lab assignments, which contribute to a better understanding of the theoretical contents and to increase the capabilities of use the knowledge of pigments and inks in the field of Chemical Engineering.

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

Os conteúdos teóricos da unidade curricular são introduzidos através de aulas expositivas. Os estudantes são levados a aplicar os conhecimentos adquiridos através de actividades laboratoriais. A avaliação teórica compreende um teste escrito em qualquer das épocas e a avaliação prática consiste em relatórios dos trabalhos laboratoriais realizados.

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The theoretical contents of the curricular unit are exposed through lectures. Students apply the knowledge acquired through laboratory activities. The theoretical evaluation includes a written test and the practical assessment consists on reports of laboratory work performed.

#### 6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

As metodologias de ensino estão em coerência com os objectivos da unidade curricular uma vez que a exposição de conteúdos teóricos abrange os fundamentos necessários para permitir a resolução de exercícios e a compreensão dos vários tipos de pigmentos e tintas e suas aplicações. A realização de trabalhos laboratoriais permite aos alunos consolidar os conhecimentos teóricos e desenvolver competências laboratoriais no âmbito da aplicação destes materiais. O método de avaliação foi concebido para medir as competências teóricas e práticas que foram adquiridas.

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies are consistent with the learning outcomes because since the presentation of theoretical contents covers the fundamentals required allowing the resolution of practical problems and enables students to acquire knowledge of the several types of pigments and inks and their applications. The execution of laboratory assignments allows students to strengthen the theoretical knowledge and to develop skills regarding the application of these materials. The assessment method is designed to measure the extent to which theoretical and practical skills were developed.

#### 6.2.1.9. Bibliografia principal:

Buxbaum, G., Pfaff, G., (ed.), *Industrial Inorganic Pigments*, 3.<sup>a</sup> ed., Weinheim, Wiley-VCH, 2005.  
Herbst, W., Hunger, K., (ed.), *Industrial Organic Pigments*, 3.<sup>a</sup> ed., Weinheim, Wiley-VCH, 2004.  
McKay, R. B. (ed.), *Technological Applications of Dispersions*, Marcel Dekker, New York, 1994.  
Stoye, D., Freitag, W., (ed.), *Paints, Coatings and Solvents*, 2.<sup>a</sup> ed., Weinheim, Wiley-VCH, 1998.

### Mapa IX - Processos Químicos - Opção IV

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Processos Químicos - Opção IV*

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

*Henrique Joaquim de Oliveira Pinho - 60 horas*

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

*Não aplicável.*

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

*A unidade curricular tem como objetivo que os alunos adquiram competências complementares às adquiridas em Balanços de Matéria e de Energia no âmbito da Engenharia Química e Bioquímica. Os alunos devem ser capazes de: realizar balanços de matéria e de energia em processos complexos, que envolvam operações de separação multifásicas e por andares de equilíbrio; estimar propriedades termofísicas e termoquímicas quando estas não estão disponíveis na literatura; utilizar meios computacionais na resolução de balanços de matéria e de energia.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The course aims at giving students additional skills beyond that acquired in the Mass and Energy Balances course unit. Students should be able to: perform material and energy balances in complex cases involving multiphase and equilibrium stages separation operations; estimate thermophysical and thermochemical properties when these are not available in the literature; use computational means to solve material and energy balances.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Previsão de propriedades termofísicas e termoquímicas: Métodos de previsão de propriedades; Entalpia de mudança de fase; Capacidade calorífica; Entalpia de reação.*
- 2. Balanços de massa em sistemas multifásicos: Cálculos em processos com andares; Extração sólido-líquido; Aplicações, tipos de operação e descrição dos equipamentos; Métodos de resolução: analíticos, iterativos e gráficos; Extração líquido-líquido; Aplicações, tipos de operação e descrição dos equipamentos; Métodos analíticos e gráficos de resolução; Métodos directos e métodos iterativos; Extração líquido-líquido com solventes imiscíveis; Extração líquido-líquido com solventes parcialmente miscíveis.*
- 3. Balanços de energia em processos de mistura e solução: Entalpia de mistura e entalpia de solução; Metodologia de resolução dos balanços de energia.*
- 4. Resolução de balanços de massa e energia por meios informáticos: Exemplo de aplicações em folhas de cálculo; Utilização de simuladores.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

- 1. Estimation of thermophysical and thermochemical properties; Properties estimation methods; Phase change enthalpy; Heat capacity; Reaction enthalpy.*
- 2. Material balances on multiphase processes: Calculations on staged processes; Solid-Liquid Extraction; Applications, operations modes and equipment description; Solving methods: analytical, iterative and graphical; Liquid-Liquid Extraction; Applications, operations modes and equipment description; Analytical and graphical solving methods; Direct and iterative methods; Extraction with partially miscible solvents.*
- 3. Energy balances on mixture processes: Mixture and solution enthalpy; Energy balances solving methods.*
- 4. Computer aided balances solving: Example of applications in spreadsheets; Use of simulators.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

*Os conteúdos programáticos complementam os conceitos e ferramentas necessários à resolução de balanços de massa e energia em processos químicos complexos. No primeiro capítulo exploram-se os procedimentos e métodos de estimativa de propriedades, de modo a criar competências neste âmbito. No segundo capítulo desenvolvem-se competências para a resolução de balanços de massa em processos complexos, como é o caso das operações multifásicas e por andares. No capítulo 3 desenvolvem-se as competências necessárias à resolução de balanços de energia em processos complexos como é o caso de operações com misturas. No último capítulo são explorados de forma prática os meios computacionais disponíveis para a resolução de balanços materiais e de energia.*

#### 6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.

*The syllabus supplement the concepts and tools needed to solve mass and energy balances in complex chemical processes. The first chapter explores the procedures and methods for estimating properties in order to build skills in this area. In the second section are developed skills for solving mass balance in complex processes, such as the multiphase operations and staged processes. In chapter 3 were developed skills necessary to solve the energy balance in complex processes such as operations with mixtures. In the last chapter are explored in a practical way the computational resources available to solve material and energy balances.*

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

*Durante as aulas teóricas são explicitados os principais conceitos, demonstrando-se a aplicação destes e das principais metodologias de resolução dos balanços através da resolução pormenorizada de exemplos representativos, que fazem parte dos enunciados propostos. Nas aulas teórico-práticas propõem-se, de forma coordenada com a evolução das aulas teóricas, a resolução pelos alunos de exercícios incluídos nos enunciados já referidos, procedendo à discussão em grupo dos métodos usados e à análise crítica dos resultados obtidos. Além de se sugerir a consulta da bibliografia e a resolução de problemas existentes nessas obras, são fornecidos enunciados suficientes para permitir a resolução pelos alunos fora das aulas, estimulando-se o desenvolvimento de rotinas de trabalho autónomo.*

*A avaliação consiste na resolução de exercícios e num trabalho de grupo com um peso de 25%, e de resolução de fichas ou de um teste escrito, com um peso de 75% e nota mínima de 10 valores.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*During the theoretical lectures the main concepts are explained and exemplified, the mass and energy balance resolution methodologies were explicated through detailed resolution of representative examples, which are part of the*

proposed exercises. In coordination with the evolution of the lectures, the resolution of exercises by the students is proposed in the practical classes. The methods used by the students are then proceeding to group discussion and performed a critical analysis of the results obtained. In addition to suggest exercises included in the proposed bibliography extra exercises are provided to allow complementary work, stimulating the development of student's autonomous work routines.

The assessment consists in solving of proposed exercises and one group work with a weight of 25%, and a written test with a weight of 75% and a minimum score of 10 points.

#### **6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

As capacidades de os alunos resolverem balanços de massa e de energia em processos químicos complexos, ou de os interpretarem quando procedem à análise e auditoria de processos já implementados, requerem o domínio de conceitos fundamentais de conservação de massa e de energia, mas requerem principalmente o desenvolvimento de competências ao nível da interpretação dos problemas e da estruturação de um raciocínio que permita obter a solução desses problemas. Estas capacidades são desenvolvidas a par com o domínio das metodologias de cálculo e de estruturação lógica e matemática dos problemas, conseguido através da insistência na resolução de exemplos práticos. Os exercícios resolvidos detalhadamente nas aulas teóricas e os exercícios propostos para resolução pelos alunos, quer nas aulas teórico-práticas quer em trabalho autónomo, foram concebidos de forma a incluir todos os capítulos do programa, e a estimular o desenvolvimento das competências definidas nos objetivos da unidade curricular, representando o principal vetor que relaciona esses objetivos com a metodologia de ensino. Os exercícios exigem aos alunos que: interpretem as descrições dos processos químicos, como usualmente constam de textos técnico-científicos e de patentes, de forma a desenharem os diagramas de blocos representativos desses processos; identifiquem as relações entre as variáveis de processo, como é o caso de composições, de eficiências ou rendimentos, e de relações estequiométricas; obtenham ou estimem relações ou propriedades físicas e termoquímicas; definam a estratégia de resolução dos balanços; procedem à resolução dos balanços por via sistemática ou não sistemática; analisem e validem os resultados obtidos. Para desenvolver a capacidade de utilização de métodos computacionais de resolução de balanços de massa e de energia, são disponibilizados exercícios resolvidos em folha de cálculo, e é proposta a resolução de outros exercícios em folha de cálculo, em aplicações matemáticas genéricas e em aplicações informáticas específicas da engenharia química.

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

The capabilities of the students to solve mass and energy balances in new chemical processes, or to interpret the solved balances for analysis and audit of already implemented processes, require the mastery of fundamental concepts of conservation of mass and energy, but mainly require the development of skills in the interpretation and structuring of the problems to achieve the solutions. These skills are developed along with the domain of the calculation methodologies and structuring logic and math problems, achieved by insisting on solving practical examples. Several exercises were solved in detail in lectures and several more exercises were proposed for resolution by the students, both in practical classes either in autonomous work. The exercises were designed to include all topics of the program, and to encourage the development of skills defined in the objectives of the course, representing the main vector that connects these objectives with the teaching methodology. The exercises potentiate the students to develop skills to: interpret the descriptions of chemical processes as usually consist of technical and scientific texts and patents, in order to drawn block diagrams representing these processes; identify the relationships between process variables such as case of compositions, efficiencies and stoichiometric ratios; obtain or estimate relationships or physical and thermochemical properties; define the strategy for resolution of the calculations; proceed to the resolution of the balances by systematic or unsystematic methodology; analyze and validate the results obtained. To develop the ability to use computational methods for solving mass and energy balances are offered spreadsheet solved exercises, and it is proposed to solve other exercises with spreadsheet software, or with general mathematical computer applications and specific software for chemical engineering process design.

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal:**

Himmelblau, D., Riggs, J., *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*, Prentice-Hall, 8th ed., 2012.  
Felder, R.M., Rousseau R.W, *Elementary Principles of Chemical Processes*, 3rd ed., Wiley 2005.  
McCabe, W.L., Smith, J.C, Harriot, P., *Unit Operations of Chemical Engineering*, 7th. Ed, McGraw-Hill, 2005.  
Perry, R. H., Green D., *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, 8th ed, McGraw-Hill, 2007.

### **Mapa IX - Processos de Separação em Biotecnologia - Opção IV**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Processos de Separação em Biotecnologia - Opção IV*

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

*Henrique Joaquim de Oliveira Pinho - 60 horas*

#### **6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Não aplicável.*

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

*A unidade curricular tem como objetivo a criação e desenvolvimento de competências na aplicação de processos de separação a produtos biológicos. Os alunos devem ser capazes de reconhecer a especificidade dos produtos biológicos, de conceber a cadeia de operações de separação e de purificação que se lhes pode aplicar, caracterizar, seleccionar e dimensionar as diversas operações de separação mais adequadas no âmbito da biotecnologia.*

#### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The course unit aims to create and develop skills in the application of separation processes to biological products. Students should be able to recognize the specificity of biological products, design separation and purification operations sequences, characterize, select and size the appropriate separation operations for biotechnological processes.*

#### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Processos de separação de produtos biológicos: Exemplos e propriedades dos produtos biológicos; Estratégias de recuperação de produtos biológicos; Recuperação de produtos extracelulares e de produtos intracelulares.*
- 2. Separação de material celular: Filtração; Centrifugação; Sedimentação; Pré-tratamento de suspensões.*
- 3. Processos de ruptura celular: Processos mecânicos; Processos não mecânicos.*
- 4. Separação de produtos solúveis; Processos envolvendo extração; Processos envolvendo precipitação; Processos de membranas; Microfiltração, ultrafiltração e nanofiltração; Diálise e osmose inversa; Processos electrocinéticos; electrodiálise e electroforese.*
- 5. Procedimentos de purificação e afinação; Adsorção e processos cromatográficos; Cristalização; Secagem.*
- 6. Exemplos de aplicação industrial.*

#### **6.2.1.5. Syllabus:**

- 1. Separation processes appropriate to biological products: Examples of biological products and their relevant properties; Biological products recovery strategies; Recovery of intracellular and extracellular products.*
- 2. Cellular material separation: Filtration; Centrifugation; Sedimentation; Cellular suspensions preliminary conditioning.*
- 3. Cell fragmentation processes: Mechanical processes; Non mechanical processes.*
- 4. Soluble products separation: Liquid extraction; Precipitation operations; Membrane separation processes; Microfiltration, ultrafiltration and nanofiltration; Dialysis and reverse osmosis; Electrokinetic processes; Electrodialysis and Electrophoresis.*
- 5. Purification operations: Adsorption and chromatographic processes; Crystallization; Drying.*
- 6. Industrial application examples.*

#### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*Os conteúdos programáticos incluem a descrição, modo de operação e critérios de dimensionamento industrial das principais operações unitárias de separação e de purificação aplicáveis no âmbito da biotecnologia. Os objetivos definidos para a unidade curricular são atingidos através da exploração teórica e prática dos assuntos explicitados nos conteúdos programáticos, segundo a metodologia de ensino utilizada.*

#### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The syllabus includes the general description, the mode of operation and the criteria for design of industrial unit operations of separation and purification applicable within biotechnology. The goals set for the course are achieved through theoretical and practical exploration of the issues detailed in the syllabus according to the methodology of instruction.*

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Durante as aulas teóricas procede-se à descrição em pormenor das operações unitárias aplicáveis em biotecnologia, do seu modo de operação e dos principais critérios de dimensionamento. Nas aulas teórico-práticas propõem-se, de forma coordenada com a evolução das aulas teóricas, a resolução pelos alunos de exercícios de aplicação, que visam o desenvolvimento da capacidade de criar sequências de operações de separação e purificação, e de efetivar os cálculos fundamentais de dimensionamento dos equipamentos associados. O trabalho autónomo é estimulado através da proposta de resolução de exercícios e da análise e discussão de artigos e outra documentação disponibilizada na plataforma de e-learning. O trabalho em equipa é potenciado pela realização de trabalhos de pesquisa ou de aplicação laboratorial, e que são contabilizados para a avaliação contínua (30%). A avaliação escrita é realizada através de testes que incluem exercícios de cálculo e questões de discussão teórica (70%).*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*During the theoretical lectures unit operations applied in biotechnology are explicated in detail, focusing in their mode of operation and the main design criteria. In practical classes are proposed, in coordination with the evolution of lectures, resolution of exercises aimed for development of student's ability to purpose and to create sequences of separation and purification operations, and carry out the fundamental calculations for the associated equipment sizing. The student's autonomous work is stimulated by the proposed exercises solving and analysis and discussion of articles and other documents made available on e-learning platform. Teamwork is enhanced by the completion of research or laboratory applications, and which are accounted for continuous assessment (30%). A written evaluation is performed through tests that include exercises for calculation and theoretical discussion of issues (70%).*

#### **6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Para que os alunos adquiram e desenvolvam competências na aplicação de processos de separação a produtos biológicos, procede-se a lições expositivas em que se descrevem as especificidades dos produtos e das operações de separação aplicáveis, promovendo-se a discussão aberta sobre as características tanto desses produtos como das operações em causa. A capacidade de os alunos tomarem decisões de forma autónoma ou em equipa, no que concerne à seleção da sequência de operações de separação mais adequada, é desenvolvida pela análise de literatura adequada e atualizada, pela resolução de exercícios de aplicação nas aulas teórico-práticas, e pela realização de trabalhos de grupo que podem envolver a prática experimental. Os exercícios propostos e os exemplos de aplicação analisados, promovem a assimilação e aplicação prática de conhecimentos e competências de seleção dos equipamentos mais adequados no contexto industrial, e de domínio das principais metodologias e critérios de dimensionamento.*

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*So that students acquire and develop skills in the application of separation processes to biological products, the specifics of the products and the applicable separation operations were presented throughout the expository lessons, promoting the open discussion of the characteristics of both these products and the operations concerned. The ability of students to make decisions independently or in teams, regarding the selection of the most appropriate sequence of separation operations, is developed with the analysis of current literature and the resolution of exercises in practical classes. That goal was complemented with the achievement of the proposed group work, which may involve experimental practice. The proposed exercises and application examples analyzed promote assimilation and practical application of knowledge and skills of selecting the most suitable equipment in the industrial context and domain of the major methods and design criteria.*

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Shuler, M.L., Kargi, F., Bioprocess Engineering, Basic Concepts, 2nd ed., Prentice Hall PTR 2002.*

*Forciniti, D., Industrial Bioseparations: Principles and Practice, Blakwell Publishing, 2008.*

*Aires-Barros, M.R., Cabral, J.M.S., Bioseparações, em Nelson Lima, Manuel Mota, coordenadores, Biotecnologia - Fundamentos e aplicações, Lidel, 2003.*

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

*Ladisch, M., Bioseparations Engineering: Principles, Practice and Economics, John Wiley, 2001.*

### **Mapa IX - Tecnologias da Transformação - Opção IV**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Tecnologias da Transformação - Opção IV*

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

*Rui da Costa Marques Sant'Ovaia - 60 horas*

#### **6.2.1.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Não aplicável.*

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

*A UC visa conferir qualificações para trabalhar nos processos de transformação de papel, nomeadamente impressão, produção de cartão e de embalagens. Avaliar e controlar os parâmetros dos processos.*

#### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*This curricular unit aims to confer qualification for work in the converting paper processes, namely printing, board industry and container production. Identify and control production deviations.*

#### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Fibra secundária como matéria-prima. Destintagem.*

*2. Transformação (via húmida): revestimento, cartão por formação multicamada.*

*3. Transformação (via seca): canelado, caixas e sacos.*

*4. Impressão e relações tinta-papel.*

#### **6.2.1.5. Syllabus:**

*1. Secondary fibres as raw material. Deinking.*

*2. Wet converting: coating, board by multiply layers.*

*3. Dry converting: corrugated board, container boxes and bags.*

*4. Printing and relationship ink-paper.*

#### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**

*O programa detalha aspectos dos processos industriais de transformação bem como das respectivas variáveis. São estudados desvios que condicionam a aceitação do produto final (controlo de qualidade).*

#### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**

*The program taught details of the industrial process of converting paper, as well as the specific variables. We will study the deviations that determine the agreement over the final product (quality control).*

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas expositivas sobre os conceitos que estão na base destes processos e sua variabilidade. Através da realização de aulas práticas evidenciam-se as consequências da modificação dos vários parâmetros processuais em unidade piloto. Exame escrito e relatório do trabalho de grupo (laboratório).*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures about the theoretical concepts that underlie these processes and his variability. Practical classes in laboratory showing the consequences of changing the production parameters in a pilot plant. Written examination and report of work group (laboratory).*

#### **6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*As aulas teóricas permitem a explicação e desenvolvimento dos conceitos associados a estes tipos de produção e controlo. O trabalho laboratorial deve evidenciar a validade da abordagem teórica e permite sedimentar conceitos.*

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The lectures allow the explanation and the development of the concepts associated with these kinds of productions and control. The work in laboratory must show the validity of theory and promotes the consolidation of the concepts.*

#### **6.2.1.9. Bibliografia principal:**

*Smook, G., Handbook for Pulp and Paper Technologists, 3th Edition, A. Wilde Pub., New York, 2003  
Kipphan, H., Handbook of Print Media, Springer-Verlag, Berlin, 2001  
Savolainen, A., Paper and Paperboard Converting, Fapet Oy Pub., Helsinki, 1998  
Gottsching, L., Pakarinen, H., Recycled Fiber and Deinking, Fapet Oy Pub., Helsinki, 2000  
Kline, J., Paper and Paperboard, Miller Freeman Pub., 1982.*

### **6.3. Metodologias de Ensino/Aprendizagem**

---

#### **6.3.1. Adaptação das metodologias de ensino e das didácticas aos objectivos de aprendizagem das unidades curriculares.**

*Ensino baseado no desenvolvimento de competências, com componentes experimental e de projeto, apoiadas numa base científica, que desempenham um papel fundamental para assegurar o perfil profissionalizante do curso. Em cada unidade curricular são definidos os objetivos e as competências a adquirir, de modo a atingir os objetivos estabelecidos para o curso adotam-se, em geral, os seguintes métodos de ensino: aprendizagem em grupo; debate de matérias em grupo; análise de casos de estudo; trabalhos laboratoriais sob orientação dos docentes; apresentação escrita e oral de trabalhos e relatórios. Nas aulas teóricas adota-se o método expositivo e demonstrativo para apresentação das matérias e nas aulas práticas as metodologias consistem na resolução de exercícios e na realização de trabalhos laboratoriais. Consideram-se estes métodos de trabalho adequados para a concretização dos objetivos, atendendo ao perfil dos estudantes e aos resultados que se pretende alcançar.*

#### **6.3.1. Adaptation of methodologies and didactics to the learning outcomes of the curricular units.**

*Teaching is based on developing skills for experimental and project components supported by a scientific basis, which plays a key role in ensuring the professional profile of the course. For each course unit, objectives and skills to be acquired are defined in order to reach the objectives established for the course. In general, we adopt the following teaching methods: group learning, group discussion, case study analysis, laboratory work performed under teachers' guidance, written and oral presentation of papers and reports. In lectures the expository and demonstrative method of theoretical issues is adopted and practical classes consist in solving exercises and in performing laboratory work. These methods are considered the most suitable for reaching our goals, given the students' profile and the results to be achieved.*

#### **6.3.2. Verificação de que a carga média de trabalho necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS.**

*Semestralmente são realizados inquéritos aos alunos para aferição dos créditos ECTS atribuídos às unidades curriculares, sendo estes tratados pelo Centro de Avaliação e Qualidade (CAQ) e os resultados são posteriormente enviados ao diretor do curso, para permitir analisar o volume de horas de trabalho em cada unidade curricular. A análise destes resultados ao longo dos anos possibilita a aferição/controlo dos ECTS através do acerto das horas de trabalho necessárias a cada unidade curricular, visando a melhoria da distribuição dos créditos. Esta informação, aliada ao conhecimento que se tem acerca deste tipo de curso, garante que a carga média de trabalho necessária aos estudantes se adequa bem aos créditos ECTS definidos. Informalmente, também se fomenta o diálogo docente/aluno que proporciona uma perceção do nível de trabalho exigido aos alunos nas diferentes unidades curriculares do curso.*

### 6.3.2. Verification that the required students average work load corresponds the estimated in ECTS.

Surveys are conducted, every semester, to students in order to assess ECTS credits allocated to course units, which are treated by the Center for Evaluation and Quality (CAQ). Results are then sent to the programme director, to allow a detailed analysis of the working hours volume in each course unit. The analysis of these results over the years enables the measurement / control of ECTS through the adjust of the hours required for each course to improve the credits' distribution. This information coupled with the knowledge we have about this type of course ensures that the average workload required to students fits well the ECTS defined. Informally, also the dialogue teacher / student is promoted and from it arises the perception of the work level required to the students in the different course units.

### 6.3.3. Formas de garantir que a avaliação da aprendizagem dos estudantes é feita em função dos objectivos de aprendizagem da unidade curricular.

No programa da cada unidade curricular, constam os objetivos, os conteúdos e o método de avaliação e em reuniões da comissão de coordenação do curso avaliam-se os programas e são, eventualmente, apresentadas propostas de melhoria dos métodos de avaliação.

Os inquéritos dirigidos aos alunos e docentes (pelo CAQ) permitem-lhes manifestar a sua opinião sobre a adequação dos métodos de avaliação e verificar se a avaliação da aprendizagem está de acordo com os objetivos descritos nos programas das unidades curriculares.

### 6.3.3. Means to ensure that the students learning assessment is adequate to the curricular unit's learning outcomes.

The syllabus of each course unit contains information about the objectives, content and evaluation methods. At meetings of the course coordination committee these syllabus are analysed and, eventually, proposals for evaluation methods improvement are submitted.

The surveys addressed to students and teachers (by CAQ) allow them to express their views on the evaluation methods suitability and to check that the learning process evaluation is consistent with the objectives described in the course units' syllabus.

### 6.3.4. Metodologias de ensino que facilitam a participação dos estudantes em actividades científicas.

O plano de estudos compreende um conjunto de unidades curriculares que requerem e promovem o trabalho de pesquisa, autónomo ou em grupo, que contribui para estimular o espírito de pesquisa e investigação científica dos alunos. A orientação dos trabalhos de Projeto, levada a cabo pelos docentes, permite ainda fomentar nos alunos a apetência para a investigação embora a um nível de iniciação. A participação em seminários/palestras organizadas pelos docentes proporcionam aos alunos o contacto com temas e desenvolvimentos científicos.

### 6.3.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities.

Course curriculum comprises a set of units that require and promote research, independent or group, which helps to stimulate the spirit of scientific research in students. The orientation of project works carried out by teachers allows fomenting students' appetite for research although at a beginner level. Students participation in seminars / lectures organized by the teachers also gives them contact with scientific subjects and developments.

## 7. Resultados

### 7.1. Resultados Académicos

#### 7.1.1. Eficiência formativa.

7.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency			
	2010/11	2011/12	2012/13
N.º diplomados / No. of graduates	2	3	2
N.º diplomados em N anos / No. of graduates in N years*	0	0	0
N.º diplomados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	0	2	0
N.º diplomados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	1	0	0
N.º diplomados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	1	1	0

#### Perguntas 7.1.2. a 7.1.3.

### 7.1.2. Comparação do sucesso escolar nas diferentes áreas científicas do ciclo de estudos e respectivas unidades curriculares.

Verifica-se uma tendência crescente nas taxas de aproveitamento ao longo do curso. Em média, nos últimos anos, as taxas de aprovação face ao número de alunos inscritos foram: entre 25 e 83 % na Área de Matemática [face aos avaliados entre 33% e 100%]; entre 27 e 100% na Área de Física [face aos avaliados entre 30% e 100%]; entre 43 e 80% na Área de Química Geral e Analítica [face aos avaliados entre 46% e 100%]; entre 50 e 100% na Área de Química Orgânica e Biotecnologia [face aos avaliados entre 71% e 100%]; entre 55 e 86% na Área de Química Física e

*Inorgânica [face aos avaliados entre 60% e 100%]; entre 70 e 100% na Área de Processos Industriais [face aos avaliados 100%]; entre 42 e 100% na Área de Tecnologia e Ambiente [face aos avaliados entre 56% e 100%]; entre 75 e 100% na Área de Tecnologia Química [face aos avaliados 100%] e entre 50 e 100% na Área de Ambiente e Qualidade [face aos avaliados 100%].*

#### **7.1.2. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and related curricular units.**

*There is a growing trend in success rates throughout the course. On average, in recent years, success rates compared to the number of registered students varied between 25 and 83% in Mathematics area [compared to the evaluated ones between 33% and 100%]; between 27 and 100% in Physics area [compared to the evaluated ones - 30% and 100%]; between 43 and 80% in General and Analytical Chemistry area [46% and 100%]; between 50 and 100% in Organic Chemistry and Biotechnology area [71% and 100%]; between 55 and 86% in Physical and Inorganic Chemistry area [60% and 100%]; between 70 and 100% in Industrial Processes area [100% compared to the evaluated ones], between 42 and 100% in Technology and Environment area [56% and 100%]; between 75 and 100% of area Chemical Technology [100% compared to the evaluated ones] and between 50 and 100% in f Environment and Quality area [100% compared to the evaluated ones].*

#### **7.1.3. Forma como os resultados da monitorização do sucesso escolar são utilizados para a definição de acções de melhoria do mesmo.**

*Os docentes responsáveis pelas unidades curriculares, enviam anualmente ao diretor de curso, um relatório de unidade curricular onde é feita uma análise dos resultados obtidos e onde são propostas medidas e estratégias de melhoria de desempenho.*

*A diretora do curso, aquando da elaboração do relatório anual de curso, analisa os relatórios das unidades curriculares onde figuram as taxas de sucesso escolar das UCs e quando se justifica propõe ações de melhoria. Estas ações corretivas são posteriormente analisadas em conjunto com os docentes cujas UCs revelam valores abaixo da média, e são acordados os procedimentos para corrigir tais situações, em particular no que respeita às metodologias de avaliação, uma vez que os conteúdos programáticos já foram avaliados em sede de comissão de coordenação de curso e estão adequados aos objetivos das UCs. No final do semestre estas unidades curriculares são analisadas em reunião da comissão e avalia-se o efeito das ações de melhoria propostas.*

#### **7.1.3. Use of the results of monitoring academic success to define improvement actions.**

*Teachers responsible for units send annually to the programme director a report of the unit where is made an analysis of the results obtained and measures and strategies to performance improvement .*

*Programme director, when preparing the annual report of the course, considers unit reports which include the rates of success school and when justified proposes improvement actions. These corrective actions are then analyzed together with teachers whose units reveal values below average, and are agreed procedures to correct such situations, in particular as regards the valuation methodologies, because the syllabus has already been evaluated by degree coordination committee and are appropriate to the objectives of units. At the end of the semester those units are analyzed in the committee meeting and the effect of these proposed improvements is evaluated.*

#### **7.1.4. Empregabilidade.**

<b>7.1.4. Empregabilidade / Employability</b>	
	%
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em sectores de actividade relacionados com a área do ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment in areas of activity related with the study cycle area	86
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em outros sectores de actividade / Percentage of graduates that obtained employment in other areas of activity	0
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego até um ano depois de concluído o ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment until one year after graduating	0

## **7.2. Resultados das actividades científicas, tecnológicas e artísticas.**

### **Pergunta 7.2.1. a 7.2.6.**

#### **7.2.1. Indicação do(s) Centro(s) de Investigação devidamente reconhecido(s), na área científica predominante do ciclo de estudos e respectiva classificação.**

*Os docentes do curso de EQB são membros de Centros de Investigação onde desenvolvem a sua atividade de investigação científica, nomeadamente:*

*Geobiociências, Geotecnologias e Geo-engenharias - GeoBioTec da UAveiro - Muito Bom*

*Unidade de Investigação de Materiais Têxteis e Papeleiros da UBI (actualmente designada por FibEnTech) - Bom*

*Centro de Ciências Moleculares e Materiais da ULisboa - Muito Bom*

*Centro de Investigação em Engenharia dos Processos Químicos e dos Produtos da Floresta da UCoimbra- Excelente*

*Instituto de Biotecnologia e Bioengenharia da ULisboa - Excelente*

*Centro de Química e Bioquímica da ULisboa - Excelente*

**7.2.1. Research centre(s) duly recognized in the main scientific area of the study programme and its mark.**

*The lecturers of the programme are members of Research Centres where they develop their scientific research activity, namely:*

*GeoBioSciences, GeoTechnologies and GeoEngineering - GeoBioTec of UAveiro - Very Good  
Research Unit of Textile and Paper Materials UBI (now called FibEnTech) - Good  
Centre for Molecular Sciences and Materials ULisboa - Very Good  
Research Centre for Chemical Process Engineering and Forest Products of UCoimbra Excellent  
Institute of Biotechnology and Bioengineering of ULisboa - Excellent  
Center for Chemistry and Biochemistry of ULisboa - Excellent*

**7.2.2. Número de publicações do corpo docente do ciclo de estudos em revistas internacionais com revisão por pares, nos últimos 5 anos e com relevância para a área do ciclo de estudos.**

29

**7.2.3. Outras publicações relevantes.**

*Em termos das publicações mais relevantes nos últimos 5 anos, os docentes da LEQB publicaram:*

*Patentes - 3 (1 internacional e 2 nacionais)  
Artigos em revistas nacionais - 6  
Artigos em atas de congressos/conferências internacionais - 36  
Artigos em atas de congressos/conferências nacionais - 24  
Livros - 2  
Capítulos de livros - 2  
Teses Doutoramento - 3  
Outras publicações - 38*

**7.2.3. Other relevant publications.**

*Over the last five years, the academic staff of the study cycle has published:*

*Patents - 3 (1 international and 2 national)  
Papers in national journals - 6  
Papers in international conferences proceedings - 36  
Papers in national conferences proceedings - 24  
Books - 2  
Book chapters - 2  
Thesis - 3  
Other publications - 38*

**7.2.4. Impacto real das actividades científicas, tecnológicas e artísticas na valorização e no desenvolvimento económico.**

*Dado que a esmagadora maioria das atividades científicas desenvolvidas pelos docentes ocorre em centros de investigação afetos a diferentes universidades portuguesas e inseridas em projetos financiados, o seu potencial para o desenvolvimento económico foi logo, à partida, avaliado como critério de seleção das candidaturas ao financiamento.*

*O facto de terem sido registadas 3 patentes é um indicador de que houve, neste período, não só atividades de investigação fundamental, mas também atividades de investigação aplicada, com elevado potencial para o desenvolvimento económico nacional e internacional.*

**7.2.4. Real impact of scientific, technological and artistic activities on economic enhancement and development.**

*Given that the overwhelming majority of scientific activities developed by teachers occurs in centers affects the different Portuguese universities and inserted into projects funded research, their potential for economic development was soon at the outset, rated as a criterion for selection of applications for funding.*

*The fact that they have been registered 3 patents is an indicator that there was, in this period, not only for fundamental research activities, but also applied research activities with high potential for national and international economic development.*

**7.2.5. Integração das actividades científicas, tecnológicas e artísticas em projectos e/ou parcerias nacionais e internacionais.**

*Alguns docentes do curso participaram como investigadores em projetos liderados por outras instituições como:*

*Projeto PTDC/EQU-ERQ/72493/2006 - New bioethers from glycerol - UCoimbra (2008-2011);  
Projeto POCI/EQU/59782/2004 - Transferência de massa gás-líquido mediada por uma segunda fase líquida imiscível - IST-UL (2006-2009);  
Projeto POCTI QUE 45364/2002 – Optimização da qualidade da superfície de papéis revestidos com pigmentos modificados - UAveiro (2003-2006) ;  
Projeto GRICES/CNRST - Optimização das condições de degradação do fenol utilizando como ânodos óxidos metálicos contendo cobalto e ferro, (2006-2007);  
Optimização de sistemas de tratamento de águas residuais por plantas hidrófitas - realização de análises laboratoriais de indole hidráulica e de solos, 60/2005/CCDRC (2005-2006).*

### **7.2.5. Integration of scientific, technological and artistic activities in national and international projects and/or partnerships.**

*Some academic staff members participated as investigators in projects headed by other institutions such as:*  
*Project PTDC/EQU-ERQ/72493/2006 - New bioethers from glycerol - UCoimbra (2008-2011);*  
*Project POCI/EQU/59782/2004 - Transfer of gas-liquid mass mediated by a second liquid phase immiscible - IST-UL (2006-2009);*  
*Project POCTI QUE 45364/2002 - Optimization of surface quality of modified pigment coated papers - UAveiro (2003-2006);*  
*Project GRICES/CNRST - Optimization of the conditions for phenol degradation using metal oxides as anodes containing cobalt and iron, (2006-2007);*  
*Optimization of wastewater treatment systems by hydrophytes plants - laboratory tests of hydraulic nature and soil, 60/2005/CCDR (2005-2006).*

### **7.2.6. Utilização da monitorização das actividades científicas, tecnológicas e artísticas para a sua melhoria.**

*A monitorização das actividades científicas cabe aos Centros de Investigação onde os docentes colaboram. O sistema de avaliação que lhes dá suporte consiste, em geral, numa apreciação periódica rigorosa feita por painéis de peritos internacionais, de relatórios e planos de actividades, incluindo contactos directos com os investigadores e com as instituições. Este processo rigoroso, impõe internamente critérios mínimos, tanto qualitativos como quantitativos, que definem a permanência dos investigadores na instituição. Este criterioso sistema de monitorização contribui para a melhoria do desempenho científico do docente e da instituição e garantia da qualidade do ensino ministrado. Ao nível das actividades tecnológicas, mantém-se os objetivos do processo de monitorização, porém muda o agente fiscalizador que, neste caso, passa a ser a empresa (cliente) e no desempenho coloca-se a tónica na qualidade e no cumprimento dos prazos.*

### **7.2.6. Use of scientific, technological and artistic activities' monitoring for its improvement.**

*Monitoring of scientific activities rests with the Research Centers where teachers collaborate. The evaluation system that supports them is in general a strict periodic assessment by international experts regarding the reports and activity plans and including direct contacts with the researchers and institutions. This rigorous process internally imposes minimum criteria, both qualitative and quantitative, defining the retention of researchers in the research units. This judicious monitoring system contributes to the improvement of the teachers and units scientific performance, ensuring the quality of the teaching. Relatively to the technological activities, the objectives of the monitoring process remains, changing only the inspection agent that in this case, happens to be the company (client); relatively to the performance, the emphasis is directed towards quality and deadlines.*

## **7.3. Outros Resultados**

---

### **Perguntas 7.3.1 a 7.3.3**

#### **7.3.1. Actividades de desenvolvimento tecnológico e artístico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada.**

*Ações de formação de professores creditadas nas áreas de Ciências da Natureza, Geologia e Ciências do Ambiente (CCPFCEP UMinho) (2011-2013);*  
*Ações de Formação Profissional nas áreas de produção e caracterização de Pasta e Papel e produção de conteúdos e-Learning para a indústria da celulose e do papel (Grupo PortucelSoporcel, PradoKarton, Fapajal, Bindomatic Portugal, Banco de Portugal, Polícia Judiciária) (1991-2011);*  
*Cartografia Ecológica e Monitorização Ambiental da Reserva Natural do Paul do Boquilobo (2010-2011);*  
*Projeto PE 091 - Reprodução da Cor na Impressão Inkjet - Portucel Soporcel, Raiz, UBI, UCoimbra e Aveiro (2007-2010);*  
*Projeto PE 090 - Estudo da Interacção Tinta-Papel na Impressão Offset - Portucel Soporcel, Raiz, UBI, UCoimbra e UAveiro (2007-2010);*  
*Montagem e monitorização de uma instalação piloto de tratamento de águas residuais, zonas húmidas artificiais - Leca-Portugal, Maxit (2002-2012);*  
*Caracterização de Embalagens Cartão Canelado - Tupperware (2000-2013).*

#### **7.3.1. Activities of technological and artistic development, consultancy and advanced training.**

*Teacher training in the fields of Natural Sciences, Geology and Environmental Sciences (CCPFCEP UMinho) (2011-2013);*  
*Professional Training in the areas of production and characterization of pulp and paper, production of contents for e-Learning for pulp and paper industry (PortucelSoporcel Group, PradoKarton, Fapajal, Bindomatic Portugal, Banco de Portugal, Judicial Police) (1991-2011);*  
*Ecological and Environmental Monitoring Cartography of Natural Reserve Paul do Boquilobo (2010-2011);*  
*Project PE 091 - Reproduction of Colour in Inkjet Printing - Portucel Soporcel, Raiz, UBI, UCoimbra and UAveiro (2007-2010);*  
*Project PE 090 - Study of the Interaction Ink-Paper in Offset Printing - Portucel Soporcel, Raiz, UBI, UCoimbra and UAveiro (2007-2010);*  
*Installation and monitoring of a pilot plant for wastewater treatment, constructed wetlands - Leca - Portugal, Maxit (2002-2012);*  
*Characterization of Corrugated Packaging - Tupperware (2000-2013).*

#### **7.3.2. Contributo real para o desenvolvimento nacional, regional e local, a cultura científica, e a acção cultural, desportiva**

## e artística.

*As atividades enquadram-se em três grandes grupos: Tecnologia de Celulose e Papel; Ciências e Tecnologias Ambientais e Formação. As entidades envolvidas beneficiárias dos serviços prestados, que são citadas no ponto 7.3.1, atuam em diversos níveis económicos, desde a escala local (ex: professores das escolas locais), passando pela escala regional (ex: Reserva Natural do Paul de Boquilobo), até à escala nacional (ex: Tupperware, Leca, Grupo Portucel Soporcel). Estas atividades são eminentemente práticas e têm contribuído para a melhoria de processos produtivos, da qualidade dos produtos finais e do tratamento de efluentes, bem como, para a qualidade do ensino básico e secundário e para o conhecimento científico, ambiental e cultural.*

### 7.3.2. Real contribution for national, regional and local development, scientific culture, and cultural, sports and artistic activities.

*The activities fall into three major groups: Pulp and Paper Technology, Environmental Sciences and Technologies and Training. Beneficiaries of services involved, which are cited in 7.3.1, operate in various economic levels, from local (eg. teachers from local schools), through regional scale (eg. Reserva Natural do Paul do Boquilobo), to national and international scale (eg. Tupperware, Leca, Portucel-Soporcel). These activities are eminently practical and have contributed to the improvement of production processes, the quality of bulk products and wastewater treatment, as well as, to the quality of basic and secondary school education and the scientific, environmental and cultural knowledge.*

### 7.3.3. Adequação do conteúdo das informações divulgadas ao exterior sobre a instituição, o ciclo de estudos e o ensino ministrado.

*A divulgação institucional é efetuada sobretudo através dos portais do IPT e na página do ciclo de estudos, bem como através das redes sociais. O conteúdo desta informação é essencialmente formal e visa divulgar os ciclos de estudo oferecidos, bem como outras atividades e parcerias. No entanto, tem-se verificado que a forma mais efetiva para transmitir informações concretas sobre a LEQB é através de sessões, realizadas nos laboratórios e dirigidas aos alunos do ensino secundário, onde, para além de atingir os objetivos imediatos relativos às atividades realizadas, se motivam os alunos para o estudo da eng. química e bioquímica no IPT. Estas sessões permitem a divulgação de informações únicas, tanto aos alunos, como aos professores do ensino secundário que os acompanham, sobre o ambiente escolar, sobre as instalações e equipamentos, com realce para os laboratórios, e sobre o corpo docente, com o qual comunicam diretamente.*

### 7.3.3. Adequacy of the information made available about the institution, the study programme and the education given to students.

*The institutional promotion is effected mainly through the IPT portals and course web page as well as through social networks. The contents of this information is essentially formal and aims to promote the cycles of study offered, as well as other activities and partnerships. However, it has been found that the most effective way to convey specific information about the LEQB is through sessions, conducted in laboratories and targeted at secondary school students, which, in addition to achieving the immediate objectives relating to activities undertaken, motivate the students to study chemical and biochemical eng. at IPT. These sessions allow the information disclosure, both students as the high school teachers accompanying them on the school environment, about the facilities and equipment, with emphasis on laboratories, and on academic staff, with which they communicate directly.*

### 7.3.4. Nível de internacionalização

#### 7.3.4. Nível de internacionalização / Internationalisation level

	%
Percentagem de alunos estrangeiros / Percentage of foreign students	29
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade / Percentage of students in international mobility programs	26
Percentagem de docentes estrangeiros / Percentage of foreign academic staff	0

## 8. Análise SWOT do ciclo de estudos

### 8.1. Objectivos gerais do ciclo de estudos

#### 8.1.1. Pontos fortes

*Formação numa área oficialmente tida como estratégica (a AICEP considera a Indústria Química e do Papel como dois dos três pilares para a internacionalização da economia portuguesa).*

*Possibilidade de prosseguimento de estudos no segundo ciclo em Tecnologia Química.*

*Ausência de formação equivalente de proximidade.*

*Curso reconhecido pela entidade profissional que o rege (OET).*

*Plano de estudos orientado à prática.*

#### 8.1.1. Strengths

*Training in an area officially regarded as a strategic one (AICEP considers Chemical and Paper Industry as two of the three pillars for the internationalization of the Portuguese economy).*

*Possibility of pursuing studies in the second cycle in Chemical Technology.  
Absence of equivalent course in the proximity.  
Course recognized by the professional body governing it (OET).  
Syllabus oriented towards practice.*

#### **8.1.2. Pontos fracos**

*Desinteresse generalizado dos alunos do Ensino Secundário pela Química / Eng. Química.  
Dificuldade institucional em captar alunos do contingente geral na região.  
Interrupção da abertura de vagas para o curso no passado recente.*

#### **8.1.2. Weaknesses**

*Widespread disinterest of secondary school students regarding Chemistry/Chemical Engineering.  
Institutional difficulty in students captation from the national arrangement in the region.  
Suspension of numerus clausus for the course in the recent past.*

#### **8.1.3. Oportunidades**

*Aproveitar o know-how e o potencial de conhecimento construído durante mais de 25 anos.  
Captar novos públicos interessados na química verde e nas bioenergias.  
Divulgar melhor e criar afirmação do potencial formativo.  
Colmatar a carência de técnicos da área já manifestada por diversos empregadores.  
Integrar o eixo de formação CET-Licenciatura-Mestrado.*

#### **8.1.3. Opportunities**

*Profit from the expertise and potential of knowledge built up over more than 25 years.  
Capture of new students interested in green chemistry and in bio-energies.  
Develop a better promotion and affirmation of training potential.  
Bridge the technicians'gap in the chemical industry field, already expressed by many employers.  
Integrate the formation axis CET-Bachelors-Masters Degrees.*

#### **8.1.4. Constrangimentos**

*Redução da população jovem na região de influência (apesar da "protecção" derivada de não haver alternativa próxima como Santarém, Leiria, Castelo Branco ou Portalegre), associado ao efeito da interioridade.  
Insistência da opinião pública em associar à Indústria Química a poluição, a destruição de recursos naturais como a floresta entre outros.  
Descrédito associado ao funcionamento intermitente do Curso.  
Difícil conjuntura nacional económica e financeira.  
Debilidade do tecido empresarial e industrial na região.*

#### **8.1.4. Threats**

*Reduction of the young population in the region of influence (despite the "protection" effect since there is no alternative for a similar degree in Santarém, Leiria, Castelo Branco and Portalegre), associated with the effect of interiority.  
Negative and insistent association in the public opinion between Chemical Industry and chemical pollution and the destruction of natural resources such as forest, among others.  
Discredit associated with intermittent operation of the course.  
Difficult situation in the national economic and financial's environment.  
Weakness of the region's business and industrial sectors.*

## **8.2. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade**

---

#### **8.2.1. Pontos fortes**

*Estrutura organizacional do IPT com órgãos de apoio a projetos de formação.  
Participação ativa dos docentes nos processos de tomada de decisão e avaliação do curso.  
Participação ativa dos estudantes nos processos de funcionamento do curso.  
Existência de um Centro de Avaliação e Qualidade no IPT que realiza inquéritos a docentes e estudantes no âmbito dos mecanismos de garantia de qualidade.  
Existência de uma Comissão de Coordenação ativa e vigilante.*

#### **8.2.1. Strengths**

*Organizational structure of IPT with offices to support courses.  
Active participation of professors in decision-making processes and in the course evaluation.  
Active participation of students in the functioning of the course.  
Existence of a Center for Quality Assessment in IPT, which performs surveys to professors and students, as part of quality assurance mechanism.  
Existence of the Course Coordinating Committee active and vigilant.*

#### **8.2.2. Pontos fracos**

*Ausência de um serviço de secretariado exclusivo do curso.  
Formato da informação disponível na página web do IPT.  
Mecanismos de comunicação interna com debilidades.  
Envolvimento dos docentes em tarefas cada vez mais burocráticas e acumulação de funções.*

#### **8.2.2. Weaknesses**

*Absence of an administrative service devoted to the course.  
Available information format on IPT web pages.  
Debilities of Internal communication mechanisms.  
Teachers involvement in increasingly bureaucratic and administrative tasks.*

#### **8.2.3. Oportunidades**

*Análise dos resultados dos questionários, permitindo avaliar o ensino ministrado nas unidades curriculares.  
Incentivo à mobilidade do corpo docente.*

#### **8.2.3. Opportunities**

*Analys of questionnaires results, allowing the assessment of teaching methodologies.  
Encouraging mobility of academic staff members.*

#### **8.2.4. Constrangimentos**

*A asfixia financeira da instituição limita a contratação de docentes, obrigando ao excesso de carga letiva do corpo docente.  
Excesso de burocracia nos processos internos.*

#### **8.2.4. Threats**

*Strong financial constraints of IPT limit the teachers recruitment.  
Excessive bureaucracy in internal processes.*

### **8.3. Recursos materiais e parcerias**

---

#### **8.3.1. Pontos fortes**

*Volume de relações exteriores, nomeadamente com indústrias do setor da pasta e do papel.  
Parcerias internacionais no âmbito do projeto ERASMUS MUNDUS.  
Espaços laboratoriais com facilidade de acesso por parte dos alunos.  
Biblioteca com boas instalações físicas e fácil acesso dos docentes a bases de dados bibliográficos.  
Bons espaços de trabalho para docentes (gabinetes de trabalho, ...) e para discente (salas de aulas, residências, refeitório e espaços desportivos, ...)*

#### **8.3.1. Strengths**

*Volume of external relations, particularly with the pulp and paper industry.  
International partnerships beneath the Erasmus Mundus project.  
Laboratory spaces with easy access by students.  
Library with good physical facilities and teachers' easy access to bibliographic databases.  
Good work spaces for teachers (offices, ...) and for students (classrooms, residences, canteen and sport facilities, ...)*

#### **8.3.2. Pontos fracos**

*Equipamento laboratorial reduzido e/ou desatualizado nas áreas da tecnologia e análise química.  
Limitações na manutenção de equipamentos.  
O processo de aquisição de consumíveis é moroso e muitas vezes ineficiente.  
Reduzido número de parcerias com o tecido empresarial.*

#### **8.3.2. Weaknesses**

*Reduced and/or outdated technological and chemical analysis lab equipment.  
Equipment maintenance limitations.  
The dispensable items acquiring process is unwieldy and often inefficient.  
Reduced number companies partnerships.*

#### **8.3.3. Oportunidades**

*Estabelecimento de parcerias com empresas para a investigação e desenvolvimento aplicado, financiado pelos vales I&DT e outros projetos.  
Intensificação da prestação de serviços à comunidade.*

#### **8.3.3. Opportunities**

*Establishment of companies' partnerships to research and applied development, supported by R&D vouchers and other projects.*

*Increase of community services.*

#### **8.3.4. Constrangimentos**

*Cortes orçamentais na educação que comprometem a aquisição e atualização de material de laboratório, equipamento informático, software e recursos bibliográficos.*

*Conjuntura sócio-económica que dificulta o estabelecimento de parcerias com o setor industrial e instituições públicas.*

#### **8.3.4. Threats**

*Budget constraints for education, which prevents the acquisition and upgrading of lab equipment, computer equipment,*

*software, and bibliographic resources.*

*The socio-economic situation hampers the establishment of industry partnerships.*

### **8.4 Pessoal docente e não docente**

---

#### **8.4.1. Pontos fortes**

*Corpo docente qualificado, experiente, com espírito de equipa e integrado em centros de investigação com participação em projetos.*

*Relacionamento de proximidade aluno/docente.*

*Pessoal não docente qualificado e com experiência acumulada de vários anos.*

*O apoio de pessoal técnico não docente na realização dos projetos finais de curso e nas atividades extra-curriculares.*

#### **8.4.1. Strengths**

*Academic staff qualified, experimented, with team spirit and integrating research centers with participation in projects.*

*Close relationship student/teacher.*

*Qualified and experimented non-teaching technical staff.*

*Non-teaching technical staff supports final course projects and extra-curricular activities.*

#### **8.4.2. Pontos fracos**

*Sobrecarga de trabalho letivo e organizacional do corpo docente, incluindo acumulação de aulas em regime diurno e noturno.*

*Dificuldade em compatibilizar a investigação, face à acumulação de funções do docente.*

*Dificuldades para convidar/contratar especialistas e novos docentes para complementar o corpo docente.*

#### **8.4.2. Weaknesses**

*Work overload (involving classes, organizational activities and diurn/evening classes) for most of the lecturers.*

*Difficulty in researching due to overload of lecturers' tasks.*

*Difficulty to invite/recruit experts and new lecturers to complement the academic staff.*

#### **8.4.3. Oportunidades**

*Mobilidade através de programas de intercâmbio.*

*Crescente qualificação do corpo docente.*

*Alargamento das atividades de I&D aplicada mais direcionadas para a indústria.*

#### **8.4.3. Opportunities**

*Mobility through exchange programs.*

*Increasing qualification of academic staff.*

*Extension of applied R&D activities more directed to industry.*

#### **8.4.4. Constrangimentos**

*Falta de oportunidades para progressão na carreira.*

*Poucos incentivos à formação.*

*Sobreposição das tarefas administrativas com as atividades pedagógicas e científicas.*

#### **8.4.4. Threats**

*Lack of opportunities to career progression.*

*Few incentives to lecturers training.*

*Overlap of administrative tasks with educational and scientific activities.*

### **8.5. Estudantes e ambientes de ensino/aprendizagem**

---

#### **8.5.1. Pontos fortes**

*Elevado grau de satisfação dos discentes, demonstrado de forma continuada (primeiros lugares no Universo IPT conforme Inquéritos do CAQ).*

*Bom relacionamento entre estudantes.*

*Biblioteca bem localizada, com ambiente adequado ao estudo individual e em grupo.*

*Relação próxima entre alunos e professores, demonstrado pelos sucessivos relatórios de avaliação externa.*

*Participação ativa dos alunos e seus representantes nas atividades do curso, designadamente na definição de horários, mapa de avaliações e atividades extra-curriculares.*

*Estruturas internas do IPT que ajudam a inserção do estudante durante o seu percurso académico, ao nível do apoio social e inserção na vida ativa.*

#### **8.5.1. Strengths**

*High degree of students' satisfaction, demonstrated continuously (first places in the IPT universe as accordingly with CAQ surveys).*

*Good relationships between students.*

*Well located library with the appropriate individual and group study environment.*

*Close relationship between students and teachers, demonstrated by successive external reports.*

*Active participation of students and their representatives in the course activities, including the definition of schedules, evaluation maps and extra-curricular activities.*

*IPT internal structures that help the students during their academic career, at the social level support and integration in active life.*

#### **8.5.2. Pontos fracos**

*Alunos com falta de bases de matemática e de química.*

*Dificuldades na adaptação ao ensino superior assim como na inserção na vida ativa.*

*Baixa participação dos alunos em programas de mobilidade.*

*Pouco interesse dos antigos alunos relativamente ao funcionamento do curso.*

#### **8.5.2. Weaknesses**

*Students' lack of mathematics and chemistry basic knowledge.*

*Difficulties in adapting to higher education as well as integration into active life.*

*Low participation of students in mobility programs.*

*Alumni insufficient interest regarding the course activities.*

#### **8.5.3. Oportunidades**

*Intercâmbio de estudantes com outras instituições nacionais e internacionais.*

*Articulação com outros cursos do IPT.*

*Diversificação da oferta de atividades extra curriculares de natureza cultural e desportiva.*

*Incentivo ao empreendedorismo através de iniciativas como o Poliempreende.*

#### **8.5.3. Opportunities**

*Student exchanges with other national and international institutions.*

*Relation with other IPT courses.*

*Diversification of extracurricular cultural and sports activities.*

*Encouraging entrepreneurship through initiatives like Poliempreende.*

#### **8.5.4. Constrangimentos**

*Acesso limitado às bolsas de estudo.*

*Dificuldades económicas e financeiras das famílias.*

#### **8.5.4. Threats**

*Families facing economic and financial problems.*

*Limited access to financial support through scholarships.*

### **8.6. Processos**

---

#### **8.6.1. Pontos fortes**

*Horários ajustados aos alunos para facilitar o estudo individual e a realização de trabalhos em grupo.*

*Apoio e atendimento dos docentes ajustados ao horário dos estudantes.*

*Métodos pedagógicos orientados para o desenvolvimento de competências dos estudantes.*

*Convite de professores e especialistas externos para participação em jornadas/seminário.*

*Realização de visitas de estudo a empresas onde se aplicam conhecimentos adquiridos no curso.*

*Mapas de avaliação elaborados de acordo com o grau de dificuldade das UCs.*

*Coordenação entre os conteúdos programáticos das UCs.*

#### **8.6.1. Strengths**

*Timetables adjusted to students in order to facilitate individual study and group work.*

*Support and attendance of teachers adjusted to students schedule.*

*Teaching methods oriented for development of students' skills.  
Invitation of external experts and teachers to participate in workshops.  
Study visits to companies where is applied knowledge acquired in the course.  
Evaluation maps drawn up according to units difficulty degree.  
Syllabus coordination between units.*

#### **8.6.2. Pontos fracos**

*Fraca prestação de serviços ao exterior.*

#### **8.6.2. Weaknesses**

*Weak external services provided.*

#### **8.6.3. Oportunidades**

*Frequência de unidades curriculares de outros cursos do IPT como suplemento ao diploma.  
Avaliação dos serviços administrativos por parte dos estudantes.  
Desenvolvimento da internacionalização.*

#### **8.6.3. Opportunities**

*Frequency of curricular units of other courses of IPT as part of a diploma supplement.  
Evaluation of administrative services by students.  
Development of internationalization.*

#### **8.6.4. Constrangimentos**

*Escassez de recursos materiais e humanos no contexto atual de contenção orçamental.  
Dificuldade acrescida em conciliar horários de cursos devido à escassez de recursos humanos.*

#### **8.6.4. Threats**

*Shortage of material and human resources in the current context of budget constraints.  
Increased difficulty in matching timetables of different courses due to the lack of human resources.*

### **8.7. Resultados**

---

#### **8.7.1. Pontos fortes**

*Elevada taxa de empregabilidade dos graduados.  
Reconhecimento das competências dos graduados pelas entidades certificadoras (OET - Ordem dos Engenheiros Técnicos). Formação de qualidade, demonstrada no mercado de trabalho com a satisfação dos empregadores (Avaliação Externa ADISPOR).  
Boa assiduidade dos alunos às aulas.  
Corpo docente ativo nas atividades de divulgação do curso.  
Corpo docente com produção de artigos científicos e integrado em projetos.*

#### **8.7.1. Strengths**

*High rate of employability of graduates.  
Recognition of competences of graduates by certification office. Quality of training, demonstrated in the labor market by the employers satisfaction degree (External Evaluation ADISPOR).  
Good attendance of students at classes.  
Active academic staff in disclosure activities of the course.  
Academic staff with scientific articles production and integrated in projects.*

#### **8.7.2. Pontos fracos**

*Baixa taxa de aprovação às unidades curriculares de base.  
Decréscimo do número de candidatos do contingente geral.  
Regime de acesso assente em disciplinas com fraca adesão e sucesso escolar no ensino secundário.  
Ausência de um centro de investigação no IPT.*

#### **8.7.2. Weaknesses**

*Low approval rate in the basic science units.  
Decrease of the number of students coming from the general contingent.  
Access units based on disciplines with low adhesion and school success in secondary education.  
Absence of a research centre in IPT.*

#### **8.7.3. Oportunidades**

*Intensificação da internacionalização do curso através de programas de intercâmbio.  
Aposta na formação ao longo da vida.*

*Formação através dos cursos "Vida Ativa" do IEFP.*

*Continuação das ações de formação creditadas para professores dos ensinos básico e secundário como forma de divulgação do curso e serviço à comunidade.*

*Aumento da oferta de aulas laboratoriais abertas às escolas secundárias da região.*

### **8.7.3. Opportunities**

*Intensification of course internationalisation through exchange programmes.*

*Commitment to lifelong training.*

*Training through "Vida Ativa" programme.*

*Continuation of training actions credited for teachers of basic and secondary schools as a way to course's disclosure and a service to the community.*

### **8.7.4. Constrangimentos**

*Estrutura demográfica envelhecida com tendência para agravamento.*

*Atual conjuntura económico-financeira do país que se reflete nas restrições orçamentais das instituições.*

*Desmotivação de alguns alunos devido ao contexto de crise do país e a falta de perspetivas.*

### **8.7.4. Threats**

*Demographic structure is aging and with tendency to get worse.*

*Economic and financial difficult situation reflected in institutions' budget constraints.*

*Low motivation of students due to the economic crisis and lack of expectations.*

## **9. Proposta de acções de melhoria**

### **9.1. Objectivos gerais do ciclo de estudos**

---

#### **9.1.1. Debilidades**

a) *Desinteresse generalizado dos alunos do Ensino Secundário pela Química / Eng. Química.*

#### **9.1.1. Weaknesses**

a) *Widespread disinterest of secondary school students regarding Chemistry/Chemical Engineering.*

#### **9.1.2. Proposta de melhoria**

a) *Melhorar a eficácia e os métodos de divulgação ao exterior implementado pelo Gabinete de Comunicação e Imagem do IPT (depende da Presidência do IPT). Intensificar as ações de divulgação em aulas abertas laboratoriais que têm como objetivo aproximar, motivar e dar a conhecer o ensino superior aos alunos do ensino secundário..*

#### **9.1.2. Improvement proposal**

a) *Improve the effectiveness and promotion methods implemented by the Communication and Image Office of IPT. Intensify the promotion actions carried out by academic staff to promote the approximation between secondary and higher education.*

#### **9.1.3. Tempo de implementação da medida**

a) *1 a 2 anos.*

#### **9.1.3. Implementation time**

a) *1 to 2 years.*

#### **9.1.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)**

a) *Alta.*

#### **9.1.4. Priority (High, Medium, Low)**

a) *High.*

#### **9.1.5. Indicador de implementação**

a) *Número de alunos colocados do contingente geral.*

#### **9.1.5. Implementation marker**

a) *Number of new students from the general national context.*

## 9.2. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade.

---

### 9.2.1. Debilidades

- a) *Debilidades nos mecanismos de comunicação interna.*
- b) *Docentes envolvidos, cada vez mais em tarefas burocráticas.*
- c) *Informação disponível na página do IPT.*

### 9.2.1. Weaknesses

- a) *Debilities of internal communication.*
- b) *Teachers involmente in increasingly bureaucratic tasks.*
- c) *Available information format on IPT web pages.*

### 9.2.2. Proposta de melhoria

- a) *Proceder de forma a que os meios informáticos estejam acessíveis a todos de forma mais direta.*
- b) *Aligeirar os processos burocráticos.*
- c) *Tornar a página do IPT mais eficiente, em atualização permanente e colocar a informação em inglês.*

### 9.2.2. Improvement proposal

- a) *Ensure that the IT tools are accessible to all in a direct way.*
- b) *Lightening of bureaucratic processes.*
- c) *Most efficient web page of IPT, in permanent updating with information in English.*

### 9.2.3. Tempo de implementação da medida

- a) *1 ano.*
- b) *Contínua.*
- c) *Contínua.*

### 9.2.3. Improvement proposal

- a) *1 year.*
- b) *Continuous.*
- c) *Continuous.*

### 9.2.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

- a) *Alta.*
- b) *Média.*
- c) *Média.*

### 9.2.4. Priority (High, Medium, Low)

- a) *High.*
- b) *Medium.*
- c) *Medium.*

### 9.2.5. Indicador de implementação

- a) *Verificação do procedimento pela Comissão de Coordenação do Curso.*
- b) *Numero de propostas para aligeirar os processos burocráticos.*
- c) *Grau de satisfação dos estudantes.*

### 9.2.5. Implementation marker

- a) *Checking procedures by the Course Coordinating Committee.*
- b) *Number of proposals in order to simplify the administrative processes.*
- c) *Degree of students' satisfaction.*

## 9.3 Recursos materiais e parcerias

---

### 9.3.1. Debilidades

- a) *Equipamentos laboratoriais reduzido e/ou desatualizado nas áreas da tecnologia e análise química.*
- b) *Limitações na manutenção dos equipamentos.*
- c) *Reduzido número de parcerias com o tecido empresarial.*

### 9.3.1. Weaknesses

- a) *Reduced and/or outdated technological and chemical analysis lab equipment.*
- b) *Equipment maintenace limitations.*
- c) *Reduced companies partnerships number.*

### 9.3.2. Proposta de melhoria

- a) e b) *Prestar mais serviços ao exterior de forma a gerar verbas para canalizar na compra de novos equipamentos laboratoriais e manutenção.*
- c) *Submeter candidaturas a programas financiados - Vales I&DT.*

### 9.3.2. Improvement proposal

- a) b) *Enhance services to the external community to obtain some financing for the purchase and maintenance of equipment.*
- c) *Submit applications for funded programs - I&DT certificates.*

### 9.3.3. Tempo de implementação da medida

- a) *Contínua.*
- b) *Contínua.*
- c) *Contínua.*

### 9.3.3. Implementation time

- a) *Continuous.*
- b) *Continuous.*
- c) *Continuous.*

### 9.3.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

- a) *Alta.*
- b) *Alta.*
- c) *Alta.*

### 9.3.4. Priority (High, Medium, Low)

- a) *High.*
- b) *High.*
- c) *High.*

### 9.3.5. Indicador de implementação

- a) e b) *Receitas obtidas na prestação de serviços ao exterior;*
- b) *Número de projetos envolvidos.*

### 9.3.5. Implementation marker

- a) e b) *Revenue obtained by providing technical services to the community.*
- c) *Number of projects submitted.*

## 9.4. Pessoal docente e não docente

---

### 9.4.1. Debilidades

- a) *Pessoal docente com sobrecarga organizacional além de letiva.*
- b) *Dificuldade em compatibilizar as funções docentes com a investigação.*
- c) *Dificuldade na contratação de especialistas para complementar o corpo docente.*

### 9.4.1. Weaknesses

- a) *Work overload for academic staff.*
- b) *Difficulty in researching due to the overload of teachers' tasks.*
- c) *Difficulty to invite experts and new lecturers to complement academic staff.*

### 9.4.2. Proposta de melhoria

- a) e b) *Reduzir a carga horária e o número de disciplinas por docente e solicitar maior apoio para as tarefas burocráticas;*
- c) *Solicitar a contratação de novos docentes/especialistas e sensibilizar os responsáveis da instituição para as vantagens a longo prazo da contratação de docentes com experiência e contactos com empresas.*

### 9.4.2. Improvement proposal

- a) b) *Reducing the workload and the number of subjects per lecturer and request further support for the bureaucratic tasks;*
- c) *Requiring the hiring of new teachers / experts and sensitizing the management bodies for the long-term advantages of hiring teachers with experience and contacts with companies.*

**9.4.3. Tempo de implementação da medida**

- a) e b) *Contínua.*
- c) *2 anos.*

**9.4.3. Implementation time**

- a) b) *Continuous.*
- c) *2 years.*

**9.4.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)**

- a) b) *Alta;*
- c) *Alta.*

**9.4.4. Priority (High, Medium, Low)**

- a) b) *High.*
- c) *High.*

**9.4.5. Indicador de implementação**

- a) b) *Carga horária letiva e número de unidades curriculares atribuídas a cada docente.*
- c) *Número de provas para título de especialista realizadas.*

**9.4.5. Implementation marker**

- a) b) *Number of curricular units assigned to each teacher.*
- c) *Number of specialist title exams performed.*

**9.5. Estudantes e ambientes de ensino/aprendizagem**

---

**9.5.1. Debilidades**

- a) *Alunos com falta de bases de matemática e de química.*
- b) *Baixa participação dos alunos em programas de mobilidade.*

**9.5.1. Weaknesses**

- a) *Students' lack of mathematics and chemistry basic knowledge.*
- b) *Low student participation in mobility programs.*

**9.5.2. Proposta de melhoria**

- a) *Incentivar à consolidação de conhecimentos com base em estudo mais intenso dos conteúdos programáticos.*
- b) *Incentivar a mobilidade dos alunos através do intercâmbio Erasmus.*

**9.5.2. Improvement proposal**

- a) *Encourage the consolidation of knowledge based on more intensive study of the syllabus.*
- b) *Encouraging the mobility of students through the Erasmus exchange program;*

**9.5.3. Tempo de implementação da medida**

- a) *Contínua.*
- b) *Contínua.*

**9.5.3. Implementation time**

- a) *Continuous.*
- b) *Continuous.*

**9.5.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)**

- a) *Alta.*
- b) *Alta.*

**9.5.4. Priority (High, Medium, Low)**

- a) *High.*
- b) *High.*

**9.5.5. Indicador de implementação**

- a) *Os resultados das avaliações nas unidades curriculares.*
- b) *Número de alunos que participam no programa Erasmus.*

#### **9.5.5. Implementation marker**

- a) *The results in unit evaluations.*
- b) *Number of students participating in the Erasmus program.*

### **9.6. Processos**

---

#### **9.6.1. Debilidades**

- a) *Fraca prestação de serviços ao exterior.*

#### **9.6.1. Weaknesses**

- a) *Weak external services provided.*

#### **9.6.2. Proposta de melhoria**

- a) *Intensificar o contacto com empresas para se conseguir prestar mais serviços ao exterior.*

#### **9.6.2. Improvement proposal**

- a) *Intensify contact with companies to achieve more external services.*

#### **9.6.3. Tempo de implementação da medida**

- a) *1 a 2 anos.*

#### **9.6.3. Implementation time**

- a) *1 to 2 years.*

#### **9.6.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)**

- a) *Alta.*

#### **9.6.4. Priority (High, Medium, Low)**

- a) *High.*

#### **9.6.5. Indicador de implementação**

- a) *Solicitação de serviços aos nossos laboratórios.*

#### **9.6.5. Implementation marker**

- a) *Request for services to our lab.*

### **9.7. Resultados**

---

#### **9.7.1. Debilidades**

- a) *Baixa taxa de aprovação nas unidades curriculares de formação geral.*

#### **9.7.1. Weaknesses**

- a) *Low approval rate in basic science units.*

#### **9.7.2. Proposta de melhoria**

- a) *Reforço do apoio em aulas de orientação tutorial com metodologias de ensino aplicadas especificamente a cada aluno.*

#### **9.7.2. Improvement proposal**

- a) *Strengthening support in tutorial lessons with specific teaching methodologies applied to each student.*

#### **9.7.3. Tempo de implementação da medida**

- a) *1 a 2 anos.*

#### **9.7.3. Implementation time**

- a) *1 to 2 years.*

#### 9.7.4. Prioridade (Alta, Média, Baixa)

a) *Alta.*

#### 9.7.4. Priority (High, Medium, Low)

a) *High.*

#### 9.7.5. Indicador de implementação

a) *Taxa de aprovação nas unidades curriculares de base.*

#### 9.7.5. Implementation marker

a) *Approval rate in basic units.*

## 10. Proposta de reestruturação curricular

### 10.1. Alterações à estrutura curricular

---

#### 10.1. Alterações à estrutura curricular

##### 10.1.1. Síntese das alterações pretendidas

<sem resposta>

##### 10.1.1. Synthesis of the intended changes

<no answer>

#### 10.1.2. Nova estrutura curricular pretendida

##### Mapa XI - Nova estrutura curricular pretendida

###### 10.1.2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia Química e Bioquímica*

###### 10.1.2.1. study programme:

*Chemical and Biochemical Engineering*

###### 10.1.2.2. Grau:

*Licenciado*

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

<sem resposta>

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

<no answer>

##### 10.1.2.4 Nova estrutura curricular pretendida / New intended curricular structure

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
(0 Items)		0	0

<sem resposta>

### 10.2. Novo plano de estudos

---

#### Mapa XII – Novo plano de estudos

##### 10.2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia Química e Bioquímica*

**10.2.1. Study programme:**

*Chemical and Biochemical Engineering*

**10.2.2. Grau:**

*Licenciado*

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

*<sem resposta>*

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

*<no answer>*

**10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**

*<sem resposta>*

**10.2.4. Curricular year/semester/trimester:**

*<no answer>*

**10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
(0 Items)						

*<sem resposta>*

**10.3. Fichas curriculares dos docentes**

---

**Mapa XIII**

**10.3.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*<sem resposta>*

**10.3.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**10.3.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*<sem resposta>*

**10.3.4. Categoria:**

*<sem resposta>*

**10.3.5. Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%):**

*<sem resposta>*

**10.3.6. Ficha curricular de docente:**

*<sem resposta>*

**10.4. Organização das Unidades Curriculares (apenas para as unidades curriculares novas)**

---

**Mapa XIV**

**10.4.1.1. Unidade curricular:**

*<sem resposta>*

**10.4.1.2. Docente responsável e respectiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*<sem resposta>*

**10.4.1.3. Outros docentes e respectivas cargas lectivas na unidade curricular:**  
<sem resposta>

**10.4.1.3. Other academic staff and lecturing load in the curricular unit:**  
<no answer>

**10.4.1.4. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
<sem resposta>

**10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**  
<no answer>

**10.4.1.5. Conteúdos programáticos:**  
<sem resposta>

**10.4.1.5. Syllabus:**  
<no answer>

**10.4.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.**  
<sem resposta>

**10.4.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives.**  
<no answer>

**10.4.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
<sem resposta>

**10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**  
<no answer>

**10.4.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
<sem resposta>

**10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**  
<no answer>

**10.4.1.9. Bibliografia principal:**  
<sem resposta>